

Perbandingan Beberapa Metode Univariat *Time Series* pada Peramalan Curah Hujan

Indah Ayu Lumintang¹, Retno Lelly Winda H², Mega Silfiani³

¹²³Program Studi Statistika, Institut Teknologi Kalimantan
E-mail: megasilfiani@lecturer.itk.ac.id³

Diajukan 26 Februari 2024 **Diperbaiki** 13 Juni 2024 **Diterima** 20 Juni 2024

Abstrak

Latar Belakang: Peramalan curah hujan sangat penting untuk berbagai bidang seperti pertanian, manajemen sumber daya air, keamanan, transportasi dan perencanaan wilayah kota.

Tujuan: Penelitian ini diarahkan untuk mendapatkan model terbaik dalam peramalan curah hujan di Kota Sampali, Sumatra Utara.

Metode: Metode dalam penelitian ini meliputi *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA), *Time Series Regression* (TSR) dan *Triple Exponential Smoothing* (TES). Data curah hujan bulanan Kota Sampali mulai Januari 2011 sampai dengan Desember 2022. Ukuran akurasi yang digunakan untuk perbandingan hasil peramalan yang dihasilkan oleh berbagai model dalam penelitian ini adalah *Root Mean Absolute Error* (RMSE).

Hasil: Curah hujan Kota Sampali memiliki pola musiman sehingga sesuai dengan metode SARIMA, TSR dan TES yang masing-masing dapat mengakomodasi pola musiman. Model terbaik yang dihasilkan dari masing-masing metode SARIMA, TSR dan TES adalah SARIMA(0,0,0)(0,1,1)¹², TSR dengan tujuh variabel yang signifikan dan TES dengan parameter level, tren dan seasonal masing-masing sebesar 0,2, 0,2 dan 0,2..

Kesimpulan: Model terbaik untuk peramalan curah hujan Kota Sampali adalah *Triple Exponential Smoothing*.

Kata kunci: Peramalan curah hujan, RMSE, SARIMA, *Time Series Regression*, *Triple Exponential Smoothing*.

Abstract

Background: Rainfall forecasting is very important for various fields such as agriculture, water resources management, security, transportation, and urban planning.

Objective: This research is directed to obtain the model with the highest accuracy in rainfall forecasting in Sampali City, North Sumatra.

Methods: This study includes several methods, i.e., *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA), *Time Series Regression* (TSR) and *Triple Exponential Smoothing* (TES). The dataset is monthly rainfall data for Sampali City from January 2011 to December 2022. The accuracy measure used for comparison of forecasting results produced by various models in this study is the *Root mean absolute error* (RMSE).

Results: Sampali City's rainfall has a seasonal pattern so that it is in accordance with the SARIMA, TSR and TES methods, each of which can accommodate seasonal patterns. The best model results from each SARIMA, TSR and TES method are SARIMA(0,0,0)(0,1,1)¹², TSR with seven significant variables and TES with level, trend, and seasonal parameters each of 0.2, 0.2 and 0.2.

Keywords : Rainfall forecasting, RMSE, SARIMA, *Time Series Regression*, *Triple Exponential Smoothing*.

PENDAHULUAN

Iklim mencerminkan keadaan rata-rata suhu udara, curah hujan, tekanan atmosfer, arah angin, kelembapan, dan parameter iklim lainnya selama periode waktu yang panjang (Tjasyono dalam Molle & Larasati, 2020). Curah hujan merupakan fenomena alam yang memiliki dampak yang signifikan bagi kehidupan sehari-hari. Kemampuan untuk dapat memahami serta memprediksi pola curah hujan menjadi sangat penting dan krusial dalam upaya mitigasi risiko bencana alam, perencanaan sumber daya air, dan dilakukannya manajemen lingkungan. Metode analisis data pada penelitian ini berguna untuk dapat mengembangkan pemahaman yang lebih baik terhadap perilaku curah hujan dalam periode tertentu.

Tujuan dari penelitian ini mendapatkan model dengan akurasi yang paling tinggi dari tiga metode, yaitu Time Series Regression, Triple Eksponensial Smoothing, dan SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average), dalam konteks untuk meramalkan curah hujan kota Sampali. Pemilihan metode analisis yang efektif menjadi penting karena setiap metode metode mempunyai keunggulan dan kelemahan tertentu dalam menangani sifat-sifat kompleks dari data curah hujan. Time Series Regression memberikan kerangka kerja yang memungkinkan eksplorasi hubungan dinamis antara variabel-variabel yang dapat mempengaruhi curah hujan di kota Sampali (Arisandi et al., 2021). Triple exponential smoothing efektif dalam menangani komponen tren dan musiman dalam data time series. Penggunaan metode analisis menggunakan Triple exponential smoothing memiliki kelebihan yaitu, memungkinkan pemakaian data yang

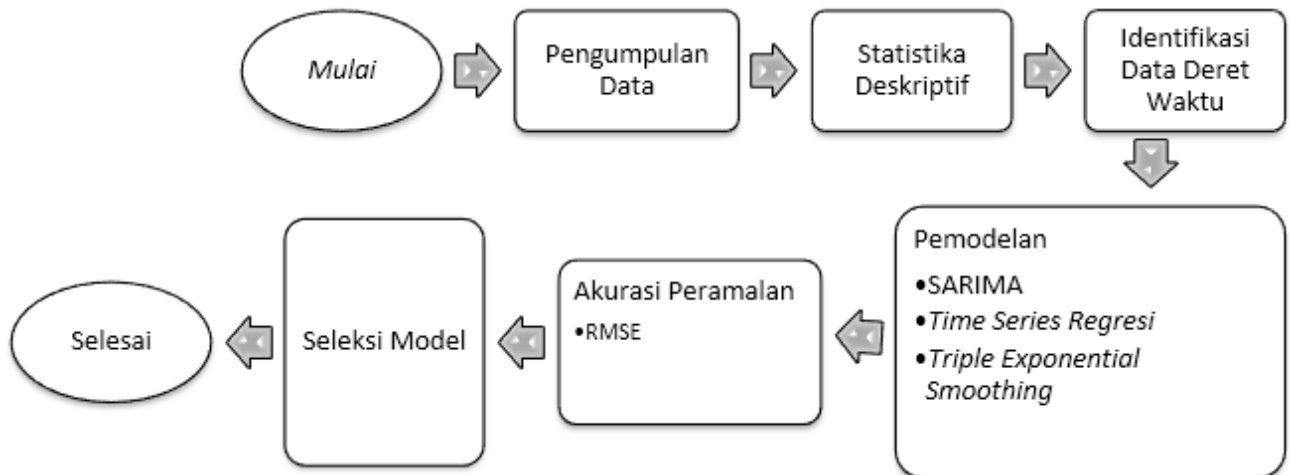
relatif terbatas, dengan minimal parameter, serta memudahkan pengolahan data karena transformasi data hanya diperlukan jika data tidak stasioner (Rizkia et al., 2023), sedangkan SARIMA memberikan pendekatan yang kuat untuk menangkap sifat autoregresif dan komponen musiman yang mungkin terdapat dalam curah hujan (Rahmalina, 2020).

Pada penelitian ini bertujuan untuk membandingkan keefektifan ketiga metode analisis tersebut dalam meramalkan pola curah hujan di kota Sampali. Kontribusi signifikan dari penelitian ini terletak pada pendekatan komparatif komprehensif terhadap analisis curah hujan di kota Sampali, yang mengintegrasikan Time Series Regression, Triple Exponential Smoothing, dan SARIMA. Pembaharuan pada penelitian ini dalam memahami pola curah hujan perkotaan, menawarkan perspektif komprehensif yang berpotensi mengungkap efektivitas relatif dari ketiga pendekatan dalam mengatasi tantangan perkotaan serta menggunakan perbandingan tiga metode analisis yaitu Time Series Regression, Triple Exponential Smoothing, dan SARIMA. Pemilihan model terbaik dalam penelitian ini menggunakan root mean square error (RMSE). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pemahaman praktis dan teoritis tentang efektivitas metode analisis yang berbeda dalam konteks curah hujan di kota Sampali.

METODE

Desain Penelitian

Gambar 1 menunjukkan diagram alir dari pelaksanaan penelitian dalam desain penelitian.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa metode *univariate time series* seperti *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*, *Time Series Regression* dan *Triple Exponential Smoothing* untuk meramalkan curah hujan di kota Sampali provinsi Sumatera Utara. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara yang berupa data curah hujan bulanan pada tahun 2011 hingga tahun 2022. Dalam analisis data dibagi menjadi dua bagian yaitu data training dan data testing dimana 1 tahun terakhir (2022) digunakan sebagai data testing dan sisanya menjadi data training.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA), *Time Series Regression* dan *Triple Exponential Smoothing*. Penjelasan ketiga metode dijabarkan sebagai berikut:

A. Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average

Model ARIMA musiman yang dapat dinyatakan sebagai *Seasonal Autoregressive Integrated Moving*

Average atau SARIMA (Hakiqi et al., 2023). Secara umum, model ARMA musiman (SARMA) diperlihatkan sebagai berikut :

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^S)X_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)\varepsilon_t \quad (1)$$

Sedangkan bentuk umum model ARIMA musiman (SARIMA) menurut (Sinay et al., 2020) adalah

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D X_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)\varepsilon_t \quad (2)$$

Dengan

$$\begin{aligned} \phi_p(B) &= 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \\ \Phi_P(B^S) &= 1 - \Phi_1 B^S - \Phi_2 B^{2S} - \dots - \Phi_P B^{PS} \\ \theta_q(B) &= 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \\ \Theta_Q(B^S) &= 1 - \Theta_1 B^S - \Theta_2 B^{2S} - \dots - \Theta_Q B^{QS} \end{aligned}$$

di mana B merupakan operator *backshift*, d adalah jumlah diferensi non-musiman, dan D merupakan diferensi musiman. Diferensi musiman dengan periode s untuk deret $\{X_t\}$ dinotasikan dengan $\nabla_s X_t$, didefinisikan sebagai :

$$\nabla_s X_t = X_t - X_{t-s} \quad (3)$$

Dalam penetapan nilai p dan q dapat dibantu dengan mengamati pola *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) (Fahrudin & Sumitra, 2020).

B. Time Series Regression

Time Series Regression (TSR) pada prinsipnya mirip dengan regresi, khususnya yang menggunakan variabel dummy. Dalam studi ini, model TSR digunakan untuk menangani tren dan komponen musiman

secara terpisah. Tren umumnya diartikan sebagai arah jangka panjang yang terus naik atau turun, sedangkan musiman adalah pola berulang dengan periode tetap, seperti 12 bulan dalam setahun. Model TSR untuk pola tren dapat digambarkan sebagai regresi polinomial sebagai berikut:

$$\hat{T}_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \dots + \beta_m t^m \quad (4)$$

Sementara TSR dengan pola musiman dinotasikan sebagai berikut:

$$\hat{S}_t = \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \dots + \beta_s D_s \quad (5)$$

di mana D_j (untuk $j = 1, 2, \dots, s$) adalah variabel dummy untuk komponen musiman (Suhartono, 2018).

C. Triple Exponential Smoothing

Triple Exponential Smoothing sangat sesuai diaplikasikan dalam menyelesaikan data *time series* yang berfluktuasi dan memiliki tren (Andriana & Alawy, 2022). Prosedur dalam metode ini meliputi input dan evaluasi terhadap data, proses perhitungan sesuai dengan rumus sehingga menghasilkan output data yang berupa hasil ramalan. Metode *Triple Exponential Smoothing* menerapkan suatu metode deret waktu berdasarkan tiga persamaan pemulusan yaitu: α untuk pemulusan level, β untuk pemulusan tren, dan γ untuk komponen musiman, di mana masing-masing nilainya antara 0 sampai 1 (Lestari et al., 2020). Model dari metode *Triple Exponential Smoothing* terbagi menjadi dua jenis yaitu: *additive* dan *multiplicative*. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode *Additive Triple Exponential Smoothing* dengan persamaan sebagai berikut (Tamasoleng & Iswara, 2020):

Pemulusan level

$$L_t = \alpha(X_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (6)$$

Pemulusan Tren

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (7)$$

Pemulusan Musiman

$$S_t = \gamma(Y_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (8)$$

Rumus Peramalan

$$\hat{X}_t = L_{t-1} + T_{t-1} + S_{t-s+m}$$

Keterangan:

L_t = Pemulusan level

X_t = Data aktual periode ke-t

T_t = Pemulusan tren

S_t = Pemulusan musiman

α = Parameter pemulusan level

β = Parameter pemulusan tren

γ = Parameter pemulusan musiman

t = waktu/periode

S = Periode musiman

Ukuran akurasi dari suatu model dalam penelitian ini menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*). Persamaan RMSE adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^J (z_j - \hat{z}_j)^2}{J}} \quad (9)$$

di mana J adalah banyaknya data untuk *testing*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan analisis lebih lanjut, peneliti melakukan analisis statistika deskriptif terlebih dahulu untuk melihat karakteristik dari data yang digunakan. Pada Tabel 1 disajikan hasil karakteristik data curah hujan di Sampali Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2011-2022.

Tabel 1. Statistika Deskriptif

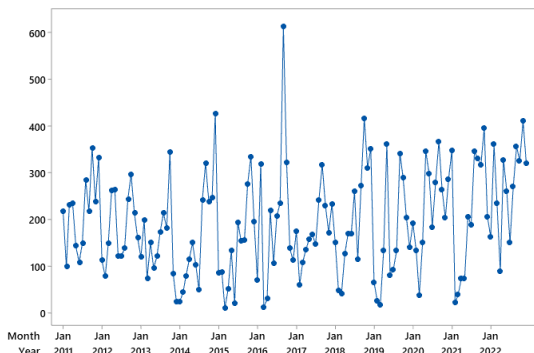
Tahun	Mean	Stdv.	Maks.	Min.
2011	217,5	81,7	354	99
2012	180,2	72,4	297	78
2013	148,3	83,6	345	24
2014	170,0	125,2	427	24
2015	141,3	99,1	335	10
2016	198,7	166,3	614	11
2017	178,8	68,4	318	60
2018	202,6	119,4	417	41
2019	157,0	117,9	362	17
2020	228,5	95,6	367	38
2021	212,2	135,1	396	21
2022	272,4	97,5	411	89

Tabel 1 menunjukkan bahwa adanya fluktuasi untuk rata-rata curah hujan per tahun. Rata-rata curah hujan tertinggi berada pada tahun 2022, sementara untuk rata-rata curah hujan terendah berada pada tahun 2015. Pada standar deviasi curah hujan per tahun juga mengalami fluktuasi di mana

Perbandingan Beberapa Metode Univariat Time Series pada....

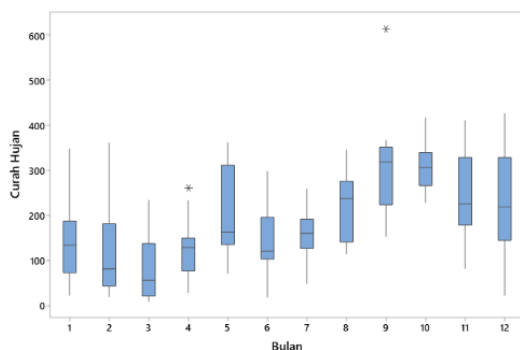
standar deviasi tertinggi dan terendah berada pada masing-masing tahun 2017 dan 2021. Sementara untuk nilai maksimal tertinggi dan minimal terendah curah hujan bulanan, terjadi pada tahun 2016 dan 2015.

Langkah selanjutnya yaitu identifikasi pola deret waktu pada curah hujan Kota Sampali dengan data training. Pada tahapan identifikasi pola deret waktu digunakan visualisasi *time series plot* dan *box plot*. Gambar 2 merupakan hasil *time series plot* berdasarkan data curah hujan perbulan dari tahun 2011-2022.



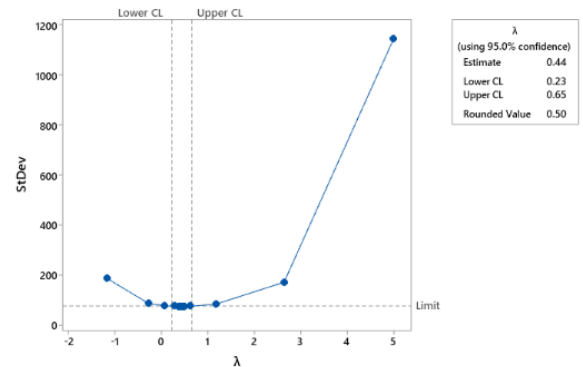
Gambar 2. Time Series Plot Curah Hujan

Gambar 2 mengilustrasikan data curah hujan di Sampali 2011-2022 yang digunakan dalam analisis memiliki pola musiman. Untuk melihat pola data *time series*, selain menggunakan *time series plot* juga dapat menggunakan *box plot*, terutama untuk mengamati pola musiman. Berikut merupakan hasil *box plot* berdasarkan data curah hujan perbulan dari tahun 2011-2022 ditinjau berdasarkan bulan selama 12 tahun.



Gambar 3. Box Plot Curah Hujan

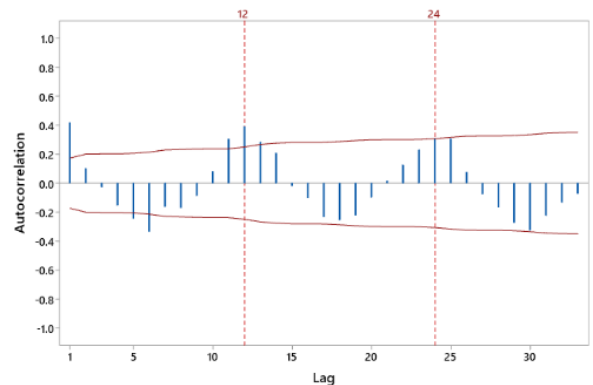
Berdasarkan ilustrasi *box plot* pada Gambar 3 menjelaskan bahwa rata-rata curah hujan Kota Sampali berpola data musiman. Sebelum melakukan analisis lebih lanjut, perlu diketahui apakah data stasioner dalam varians dan mean. Stasioneritas varians dapat dievaluasi menggunakan transformasi Box-Cox.



Gambar 4. Box-Cox Curah Hujan

Gambar 4 menggambarkan bahwa data tidak stasioner dalam variansi karena $\lambda \neq 1$ sehingga perlu dilakukan transformasi pada data hingga didapatkan $\lambda = 1$.

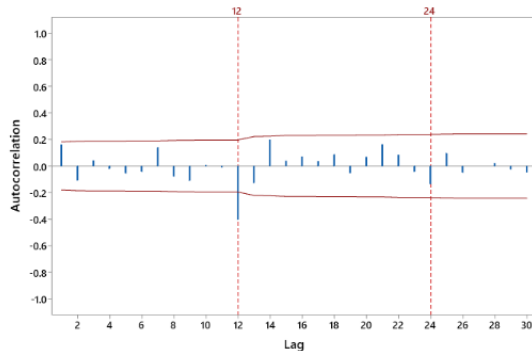
Setelah dilakukan pemeriksaan stasioneritas dalam variansi menggunakan Box-Cox maka perlu dilakukan pemeriksaan stasioneritas berdasarkan mean dengan menggunakan plot ACF (*autocorrelation function*). Berikut merupakan hasil dari plot ACF berdasarkan data curah hujan perbulan dari tahun 2011-2022.



Gambar 5. Plot ACF Curah Hujan

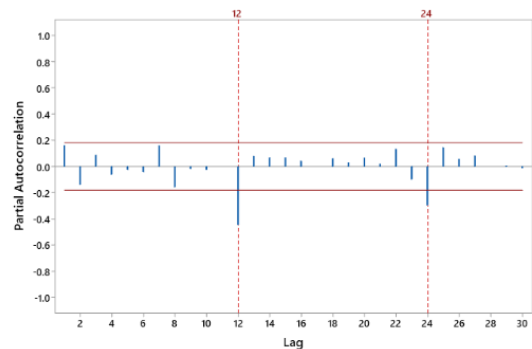
Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa lag pada plot ACF membentuk pola *dies down* pada lag-lag awal akan tetapi untuk kelipatan 12 masih belum turun secara cepat atau *dies down*. Hal ini menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam mean secara

musiman, dengan demikian perlu dilakukannya proses *differencing* pada lag 12. Pada Gambar 6 akan ditampilkan plot ACF setelah dilakukannya proses *differencing*.



Gambar 6. Plot ACF Differencing

Gambar 6 memperlihatkan plot ACF yang dibangun setelah dilakukan *differencing*. Gambar tersebut terlihat bahwa terjadi *cut off* pada lag ke 12 saja. Oleh karena itu, stasioneritas mean telah terpenuhi. Setelah diperoleh hasil yang stasioneritas secara varians maupun mean. Maka dapat dilakukan pendugaan orde awal SARIMA dari identifikasi plot ACF dan plot PACF (*partial autocorrelation function*). Plot PACF ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Plot PACF

Pada Gambar 7 memperlihatkan plot PACF *cut off* pada lag ke 12 dan lag ke 24. Oleh karena itu, identifikasi awal model SARIMA (*Seasonal Autoregression Integrated Moving Average*) adalah SARIMA (0,0,0) (2,1,0)¹² dan SARIMA (0,0,0) ([2],1,1)¹².

Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada data Curah Hujan di Sampali tahun 2011-2022. Apabila ditinjau berdasarkan ACF dan PACF maka prediksi model yang terbentuk adalah SARIMA (0,1,0)(2,0,0)¹² dan SARIMA (0,1,0)([2],0,1)¹². Berdasarkan prediksi model tersebut, maka dilakukan pengecekan nilai signifikansi dan normalitas sehingga diperoleh model yang signifikan dan memenuhi asumsi distribusi normal yaitu SARIMA (0,0,0)(2,1,0)¹² dan SARIMA(0,0,0)(0,1,1)¹². Pada Tabel 2 disajikan model SARIMA pada data curah hujan.

Tabel 2. Model SARIMA pada data Curah Hujan

Model	Parameter	Estimasi	P-Value
SARIMA (0,0,0) (2,1,0) ¹²	ϕ_1	-0,652	<0,0001
	ϕ_2	-0,477	<0,0001
SARIMA (0,0,0) (0,1,1) ¹²	θ_1	0,694	<0,0001

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa untuk kedua model telah memenuhi syarat signifikansi yaitu di bawah 0.05. Kemudian dilakukan pengecekan menggunakan uji Ljung-Box untuk *white noise* dan uji distribusi normal menggunakan Kolmogorov-Smirnov. Berikut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Model SARIMA pada Curah Hujan

Model	Uji Ljung-Box		Uji Dist. Normal
	To Lag	P-value	P-value
SARIMA (0,0,0) (2,1,0) ¹²	6	0,0525	>0,1500
	12	0,1528	
	18	0,1246	
	24	0,2145	
SARIMA (0,0,0) (0,1,1) ¹²	6	0,3244	>0,1500
	12	0,4545	
	18	0,2174	
	24	0,2736	

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa semua asumsi dari uji Ljung-Box dan uji distribusi normal telah terpenuhi karena nilai *P-value* > 0,05. Langkah selanjutnya adalah menghitung RMSE dengan hasil sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.

Perbandingan Beberapa Metode Univariat Time Series pada....

Tabel 4. MAPE dan RMSE SARIMA

Model SARIMA	RMSE
SARIMA (0,0,0)(2,1,0) ¹²	133,5197
SARIMA(0,0,0)(0,1,1) ¹²	125,9279

Apabila ditinjau dari RMSE maka dapat diketahui bahwa model terbaik adalah SARIMA (0,0,0)(0,1,1)¹². Setelah pembentukan model SARIMA maka dapat dilanjutkan dengan pembentukan model *time series* lainnya.

Time Series Regression

Pembangunan model *Time Series Regression* (TSR) dalam penelitian ini menggunakan 12 variabel independen yaitu 1 variabel tren dan 11 variabel *dummy* yang mewakili pola musiman. Hasil analisis TSR adalah sebagai berikut:

$$Z_t = 208,2 - 80,2S_1 - 121S_2 - 149,8S_3 - 89,6S_4 - 86,6S_6 + 82,0S_9 + 80,7S_{10} \quad (10)$$

Koefisien dari data yang diteliti ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Estimasi Parameter TSR

Variabel	Koefisien	P-Value	Keterangan
Konstan	208,2	0,000	Signifikan
t	0,224	0,258	Tidak Signifikan
S1	-80,2	0,031	Signifikan
S2	-121,0	0,001	Signifikan
S3	-149,8	0,000	Signifikan
S4	-89,6	0,016	Signifikan
S5	-30,5	0,407	Tidak Signifikan
S6	-86,6	0,020	Signifikan
S7	-62,6	0,090	Tidak Signifikan
S8	-6,9	0,851	Tidak Signifikan
S9	82,0	0,027	Signifikan
S10	80,7	0,030	Signifikan
S11	6,9	0,852	Tidak Signifikan

Tabel 5 menjabarkan bahwa variabel *t* tidak signifikan. Oleh karena itu, pada analisis *Time Series Regression* pola

yang terbentuk hanya musiman. Selain itu untuk bulan yang tidak signifikan yaitu pada bulan Mei, Juli, Agustus, dan November. Bulan-bulan yang tidak signifikan maka dapat dikatakan bulan-bulan tersebut memiliki curah hujan bulanan yang tidak berbeda dengan curah hujan bulanan pada Desember. Nilai Prediksi dengan metode *Time Series Regression* adalah sebagai berikut.

$$Z_{\text{Januari}} = 208,2 - 80,2 = 128$$

$$Z_{\text{Februari}} = 208,2 - 121 = 87,2$$

$$Z_{\text{Maret}} = 208,2 - 149,8 = 58,4$$

$$Z_{\text{April}} = 208,2 - 89,6 = 118,6$$

$$Z_{\text{Mei}} = 208,2$$

$$Z_{\text{Juni}} = 208,2 - 86,6 = 121,6$$

$$Z_{\text{Juli}} = 208,2$$

$$Z_{\text{Agustus}} = 208,2$$

$$Z_{\text{September}} = 208,2 + 82,0 = 290,2$$

$$Z_{\text{Oktober}} = 208,2 + 80,7 = 288,9$$

$$Z_{\text{November}} = 208,2$$

$$Z_{\text{Desember}} = 208,2$$

Setelah diketahui nilai prediksi tiap bulannya maka dilakukan perhitungan RMSE dan diperoleh hasil sebagaimana disajikan pada Tabel 8.

Tabel 6. RMSE *Time Series Regression*

	RMSE
<i>Time Series Regression</i>	131.769

Time Series Regression dari model yang didapatkan memiliki RMSE sebesar 131.769 mm. Setelah pembentukan model *Time Series Regression* maka dapat dilanjutkan dengan pembentukan model lain, yaitu *Triple Exponential Smoothing*.

Triple Exponential Smoothing

Pemilihan parameter *smoothing* yang paling optimal dalam *Triple Exponential Smoothing* (TES) dilakukan delapan kali percobaan. RMSE dari percobaan tersebut disajikan pada Tabel 7.

Perbandingan Beberapa Metode Univariat Time Series pada....

Tabel 7. RMSE dari TES

Level (α)	Tren (β)	Seasonal (γ)	RMSE
0,2	0,2	0,2	93,987
0,2	0,2	0,8	136,077
0,2	0,8	0,2	195,640
0,2	0,8	0,8	11085,012
0,8	0,2	0,2	146,303
0,8	0,2	0,8	170,519
0,8	0,8	0,2	561,098
0,8	0,8	0,8	500,902

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui nilai RMSE yang paling optimal adalah pada level 0,2, tren 0,2 dan seasonal 0,2 dengan nilai RMSE sebesar 93.987 mm. Model tersebut dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$L_t = 0,2(X_t - S_{t-s}) + (1 - 0,2)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (11)$$

$$T_t = 0,2(L_t - L_{t-1}) + (1 - 0,2)T_{t-1} \quad (12)$$

$$S_t = 0,2(Y_t - L_{t-1}) + (1 - 0,2)S_{t-s} \quad (13)$$

$$\hat{X}_t = L_{t-1} + T_{t-1} + S_{t-s+m} \quad (14)$$

Perbandingan Hasil

Setelah dilakukan analisis dengan metode SARIMA, *Time Series Regression* (TSR) dan *Triple Exponential Smoothing* (TES) maka hasil perbandingan dari nilai RMSE disajikan pada Tabel 8.

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat bahwa metode yang memiliki akurasi tertinggi untuk meramalkan data curah hujan di Sampali Provinsi Sumatera Utara adalah metode *Triple Exponential Smoothing*.

Tabel 8. Perbandingan RMSE dalam TSR, TES dan SARIMA

Metode	RMSE (mm)
SARIMA	125.9279
TSR	131.769
TES	93.987

Hasil penelitian ini terbatas pada kasus curah hujan bulanan Kota Simpali dengan data training 11 tahun (132 observasi) dengan perbandingan model berdasarkan RMSE dengan panjang *forecast horizon* sebesar 12 bulan atau 1

tahun. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan investigasi penggunaan metode berbasis *machine learning* seperti *artificial neural network* ataupun *support vector regression*.

PENUTUP

Kesimpulan

Penelitian ini memiliki beberapa kesimpulan yaitu data curah hujan di Sampali Provinsi Sumatera Utara memiliki pola tren musiman. Setelah ditinjau berdasarkan nilai RMSE, diperoleh hasil yaitu metode yang terbaik untuk meramalkan data curah hujan di Sampali Sumatera Utara adalah *Triple Exponential Smoothing* dengan parameter level 0,2, tren 0,2 dan seasonal 0,2. Hasil peramalan dengan menggunakan metode terbaik untuk 12 bulan pada tahun 2023 menunjukkan bahwa curah hujan di Sampali terdapat tren yang cenderung naik. Apabila dibandingkan dengan curah hujan tahun sebelumnya, curah hujan di Sampali Provinsi Sumatera Utara di tahun 2023 diperkirakan memiliki nilai rata-rata yang lebih rendah.

Saran

Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan investigasi penggunaan metode berbasis *machine learning* seperti *artificial neural network* ataupun *support vector regression*.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriana, A. D., & Alawy, S. (2022). Analisis Pengadaan Bahan Baku Di PT. Kohwa Precision Indonesia Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing. *Majalah Ilmiah Unikom* 20(1), 55-61. <https://doi.org/10.34010/MIU.V20I1.7716>
- Arisandi, R., Ruhiat, D., & Marlina, D. E. (2021). Implementasi Ridge Regression untuk Mengatasi Gejala

Perbandingan Beberapa Metode Univariat Time Series pada....

- Multikolinearitas pada Pemodelan Curah Hujan Berbasis Data Time Series Klimatologi. *Jurnal Riset Matematika Dan Sains Terapan*, 1(1), 1-11.
- Rosadi, D. (2006). Pengantar Analisa Runtun Waktu. <http://dedirosadi.staff.ugm.ac.id>
- Ispriyanti, D. (2012). PEMODELAN STATISTIKA DENGAN TRANSFORMASI BOX COX. *MATEMATIKA*, 7(3).
- Aulia, F., Yozza, H., & Devianto, D. (2019). Peramalan Curah Hujan Bulanan Kabupaten Tanah Datar Dengan Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). *Jurnal Matematika UNAND*, 8(2), 37-44.
- Fahrudin, R., & Sumitra, I. D. (2020). Peramalan inflasi menggunakan metode SARIMA dan single exponential smoothing (Studi Kasus: Kota Bandung). *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 17(2), 111-120.
- Hakiqi, M. I., Firmansyah, A., & Arisanti, R. (2023). Peramalan Curah Hujan di Kota Bandung dengan Metode SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average). *Inferensi*, 1(1), 23-29.
- Jamila, A. U., Siregar, B. M., & Yunis, R. (2021). Analisis Runtun Waktu Untuk Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru Dengan Model Arima. *Paradigma*, 23(1), 85.
- Utomo, B. K., & Sari, W. S. (2016). Pengukuran Kinerja Pelayanan Implementasi Metode Fuzzy Time Series Terhadap Dampak Perubahan Harga Bahan Bakar Minyak pada Investasi Saham (Studi Peristiwa: Saham pada IHSG di Bursa Efek Indonesia). *JOINS (Journal of Information System)*, 1(01).
- Khoiriyah, N. S., Silfiani, M., Novelinda, R., & Rezki, S. M. (2023). Peramalan Jumlah Penumpang Kapal di Pelabuhan Balikpapan dengan SARIMA. *Jurnal Statistika Dan Komputasi*, 2(2), 76-82. <https://doi.org/10.32665/statkom.v2i2.2303>
- Lestari, S., Ahmar, A. S., & Ruliana, R. (2020). 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*, 2(3), 128. <https://doi.org/10.35580/variasiunm.14641>
- Molle, B. A., & Larasati, A. F. (2020). Analisis Anomali Pola Curah Hujan Bulanan Tahun 2019 Terhadap Normal Curah Hujan (30 Tahun) Di Kota Manado Dan Sekitarnya. In *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (Vol. 7, Issue 1)*. <https://web.meteo.bmkg.go.id/id>
- Patriardian, F., Hidayati, A., Rahil Alzahira, R., Jhuandra Tasyant, D., & Anwar, S. (2022). Peramalan curah hujan di Provinsi Aceh menggunakan metode Box-Jenkins (Rainfall forecasting in Aceh Province using Box-Jenkins methods). *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika* 23(1).
- Rahmalina, W. (2020). Peramalan Indeks Kekeringan Kelayang Menggunakan Metode Sarima dan SPI.
- Rizkia, A. S., Pratiwi, A. M., Widodo, E., & Fauziah, W. M. (2023). Penerapan Metode Triple Exponential Smoothing Untuk Peramalan Curah Hujan Kota Bogor. In *Jurnal Matematika dan Statistika serta Aplikasinya (Vol. 11, Issue 1)*.
- Sinay, L. J., Lembang, F. K., Aulele, S. N., & Mustamu, D. (2020). Analisis Curah Hujan Bulanan Di Kota Ambon Menggunakan Model Heterokedastisitas: SARIMA-GARCH. *MEDIA STATISTIKA*, 13(1), 68-79.

<https://doi.org/10.14710/medstat.13.1.68-79>

Suhartono, Isnawati, S., Salehah, N. A., Prastyo, D. D., Kuswanto, H., & Lee, M. H. 2018. Hybrid SSATSR-ARIMA for Water Demand Forecasting. *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, 4(3), 238-250.

Tamasoleng, J. D. P., & Iswara, I. B. A. I. (2020). Analisis Perbandingan Metode Triple Exponential Smoothing dan Metode Winter Untuk Peramalan Tingkat Hunian Hotel Aston Denpasar. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 3(1), 38-50. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v3i1.1992>

Kafara, Z., Rumlawang, F. Y., & Sinay, L. J. (2017). Peramalan Curah Hujan Dengan Pendekatan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (Sarima). *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 11(1), 63-74.

