

Perbandingan Peramalan Curah Hujan di Kota Bandung Menggunakan Metode *Seasonal Autoregressive Moving Average* (SARMA) dan *Seasonal Autoregressive Moving Average with Exogenous Input* (SARMAX)

Arina Pramudita*, Marizsa Herlina

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*arinapramudita1430@gmail.com, marizsa.herlina@unisba.ac.id

Abstract. Forecasting is an important component in decision making because it can estimate the value of data in the future using past data. This research proposes the use of a forecasting method that can handle univariate time series data designed to forecast seasonal pattern data. Therefore, it allows analysis to find the best model comparison using the Seasonal Autoregressive Moving Average (SARMA) method and the Seasonal Autoregressive Moving Average with Exogenous Input (SARMAX) method. The SARMA method is an extension of the ARMA method which is used for data with seasonal patterns (repeating every period). The SARMAX method is a method that really pays attention to independent variables so that this method is sufficient to minimize errors in forecasting data. The aim of this research is to determine the model and forecast results for the next 12 months from rainfall data in Bandung City and compare the error rate values of the two methods, namely SARMA and SARMAX with the exogenous variable air pressure. From the test results using both methods, the model obtained $(1,2)(0,1)^{12}$ and from the forecasting results it was found that in January 2024 there was high rainfall, while in September 2024 there was low rainfall. Apart from that, it was found that the SARMAX model provided better performance with an RMSE value of 84.05325 which was smaller than the SARMA model of 86,00966.

Keywords: *Rainfall, Forecasting, SARMA.*

Abstrak. Peramalan adalah komponen penting dalam pengambilan keputusan karena dapat memperkirakan nilai data di masa depan dengan menggunakan data masa lalu. Penelitian ini mengusulkan penggunaan metode peramalan yang dapat menangani data *time series univariate* yang dirancang untuk meramalkan data berpola musiman. Oleh karena itu, memungkinkan analisis mencari perbandingan model terbaik menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Moving Average* (SARMA) dan metode *Seasonal Autoregressive Moving Average with Exogenous Input* (SARMAX). Metode SARMA merupakan perluasan dari metode ARMA yang digunakan untuk data yang berpola musiman (berulang setiap periode). Metode SARMAX adalah metode yang sangat memperhatikan variabel *independent* sehingga metode tersebut cukup untuk meminimalisir kesalahan dari data hasil peramalan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model dan hasil ramalan selama 12 bulan ke depan dari data curah hujan di Kota Bandung serta membandingkan nilai tingkat kesalahan dari kedua metode yaitu SARMA dan SARMAX dengan variabel eksogen tekanan udara. Dari hasil pengujian dengan kedua metode didapat model $(1,2)(0,1)^{12}$ serta dari hasil peramalan diperoleh bahwa pada bulan Januari 2024 terjadi curah hujan yang tinggi sedangkan pada bulan September 2024 terjadi curah hujan yang rendah. Selain itu, didapat bahwa model SARMAX memberikan kinerja yang lebih baik dengan diperoleh nilai RMSE sebesar 84,05325 lebih kecil dibandingkan model SARMA sebesar 86,00966.

Kata Kunci: *Curah Hujan, Peramalan, SARMA.*

A. Pendahuluan

Curah hujan adalah salah satu komponen iklim yang paling bervariasi di daerah tropis. Curah hujan dengan perannya yang krusial di berbagai sektor merupakan salah satu parameter cuaca yang memiliki tingkat variabilitas tinggi baik dalam hal lokasi ataupun waktu. (Kumar, dkk., 2006). Oleh karena itu, menurut BMKG curah hujan di setiap daerah di Indonesia bervariasi, termasuk Kota Bandung ialah salah satu daerah dengan rata-rata curah hujan yang cukup tinggi yaitu sekitar 2000 mm per tahun dan cenderung mengalami lebih banyak musim hujan dibandingkan dengan musim kemarau.

Curah hujan juga mempunyai peran penting dalam bermacam faktor kehidupan manusia, seperti pada irigasi, sektor pertanian dan perkebunan, pengelolaan sumber daya air, dan mitigasi bencana. Pemahaman yang akurat mengenai curah hujan ini dapat membantu dalam membuat peramalan yang lebih baik serta mengambil keputusan yang tepat dalam menghadapi fenomena cuaca ekstrem (1). Peramalan pada analisis ini menggunakan data curah hujan bulanan periode 2018-2023 di Kota Bandung.

Peramalan (*forecasting*) adalah prediksi masa depan suatu peristiwa berdasarkan analisis data historis menggunakan serangkaian kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. (Winata, 2017). Rentang waktu untuk peramalan ini dapat bervariasi, seperti harian, mingguan, bulanan hingga tahunan. Metode peramalan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif sering digunakan dalam pengambilan keputusan sehari-hari karena lebih mengandalkan intuisi manusia daripada bukti nyata dari apa yang terjadi. Sedangkan, metode kuantitatif adalah metode peramalan yang menggunakan data yang dapat diukur secara numerik (2).

Salah satu metode peramalan yang sering digunakan adalah metode SARMA (*Seasonal Autoregressive Moving Average*), metode SARMA merupakan perluasan dari metode ARMA atau gabungan dari metode *Autoregressive* (AR) dan metode *Moving Average* (MA) yang dirancang khusus untuk meramalkan data dengan pola musiman (berulang setiap periode). Metode SARMA ini dapat mengakomodasi pola musiman dalam data sehingga cocok untuk data yang memiliki siklus berulang seperti bulanan atau tahunan. Selain itu, dengan menggabungkan ARMA dan komponen musiman SARMA mampu memberikan prediksi yang lebih akurat untuk data *time series* yang kompleks (3).

Selain itu, adapun metode peramalan untuk meramalkan data dengan pola musiman lainnya yaitu metode SARMAX (*Seasonal Autoregressive Moving Average with Exogenous Input*). Metode SARMAX adalah pengembangan dari metode SARMA dengan menambahkan variabel eksogen yang dapat berpengaruh terhadap variabel utama, karena meningkatkan akurasi peramalan dalam mendeteksi nilai masa depan (Jantarakolica & Chalermsook, 2012).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana model dan hasil peramalan dari data curah hujan di Kota Bandung selama 12 bulan ke depan menggunakan metode SARMA dan SARMAX? serta Bagaimana perbandingan tingkat kesalahan pada hasil peramalan dengan menggunakan metode SARMA dan SARMAX dengan variabel *exogen* tekanan udara?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Untuk mengetahui model dan hasil peramalan dari data curah hujan di Kota Bandung selama 12 bulan ke depan menggunakan metode SARMA dan SARMAX.
2. Untuk membandingkan akurasi peramalan data curah hujan di Kota Bandung menggunakan metode SARMA dan SARMAX dengan variabel *exogen* tekanan udara.

B. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan jenis data sekunder yang diperoleh dari *website* Open Data Bandung. Data yang digunakan ialah data curah hujan dan tekanan udara di Kota Bandung dari Januari 2018 hingga Desember 2023. Langkah-langkah untuk melakukan peramalan dengan metode SARMA dan SARMAX adalah sebagai berikut:

1. Analisis deskriptif dan Identifikasi pola data: Untuk mengetahui gambaran umum tentang karakteristik curah hujan serta pola data dan melihat kestasioneran data aktual.
2. Uji kestasioneran data, menggunakan pengujian ADF (*Augmented Dickey Fuller*)

dengan hipotesis yang digunakan adalah:

$H_0 : \phi = 1$ (data mengandung akar unit atau tidak stasioner)

$H_1 : \phi < 1$ (data tidak mengandung akar unit atau stasioner)

Statistik uji:

$$t_{hit} = \frac{\hat{\phi}}{SE(\hat{\phi})} \quad (1)$$

dimana:

$\hat{\phi}$ = nilai duga parameter *autoregressive* (AR)

$SE(\hat{\phi})$ = *standard error* dari $(\hat{\phi})$

dengan kriteria uji tolak H_0 jika $|t_{hit}| \geq t_{(\alpha,n)}$ yang berarti data stasioner.

Jika data tidak stasioner dalam rata-rata maka perlu dilakukan *differencing* antar pengamatan, dengan persamaan sebagai berikut.

$$W_t = (1 - B)^d Z_t \quad (2)$$

dimana:

W_t = data yang telah di *differencing* pada waktu ke- t

B = operator langkah mundur (*backshift*)

d = orde *differencing*, $d = 1, 2, \dots, n$

Z_t = data asli pada waktu ke- t , $t = 1, 2, \dots, n$

Jika data tidak stasioner dalam varians maka perlu dilakukan transformasi *box-cox*, dengan persamaan sebagai berikut.

$$T(Z_t) = \begin{cases} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} = \ln Z_t, & \lambda = 0 \end{cases} \quad (3)$$

dimana:

λ = nilai estimasi parameter transformasi

Z_t = data asli pada waktu ke- t , $t = 1, 2, \dots, n$

3. Pembentukan model SARMA

Identifikasi orde model sementara dengan plot ACF dan PACF, untuk ACF menggunakan persamaan:

$$r_k = \hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} \quad (4)$$

Sedangkan untuk nilai PACF menggunakan persamaan:

$$\phi_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j} \quad (5)$$

Estimasi parameter model: Untuk model sementara yang terpilih, estimasi parameter dilakukan dengan menentukan apakah parameter tersebut signifikan atau tidak.

Hipotesis:

$H_0 : \hat{\theta} = 0$ (parameter tidak signifikan)

$H_1 : \hat{\theta} \neq 0$ (parameter signifikan)

Statistik Uji :

$$t_{hit} = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})} \quad (6)$$

dimana,

$\hat{\theta}$ = estimasi parameter

$SE(\hat{\theta})$ = *standard error* estimasi

Kriteria Uji :

Tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2}$; $df = n - m$ maka yang berarti parameter signifikan. Dimana n adalah banyaknya observasi dan m adalah jumlah parameter yang ditaksir (Bowerman & O'Connell, 1993).

Uji kelayakan model, untuk memastikan residual bersifat *white noise* dapat menggunakan uji *Ljung-Box* sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : data residual model memenuhi asumsi *white noise*

H_1 : data residual model tidak memenuhi asumsi *white noise*

Statistik Uji:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\rho_k^2}{n-k} \quad (7)$$

dimana:

n = jumlah data pengamatan

ρ_k = nilai fungsi autokorelasi pada lag k

K = maksimum lag

k = nilai lag k

Kriteria uji : H_0 ditolak jika $Q > \chi_{\alpha/df=K-p-q}^2$

dimana K berarti maksimum lag yaitu ($K = p + q$), p adalah orde dari AR dan q adalah orde dari MA.

Serta uji asumsi normalitas dengan uji *Jarque bera* sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : Data (residual) berdistribusi normal

H_1 : Data (residual) tidak berdistribusi normal

Persamaan statistik uji sebagai berikut:

$$JB = \frac{n}{6} \left[S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right] \quad (8)$$

dimana:

S = koefisien *skewness* atau ukuran ketidaksimetrisan dalam distribusi nilai

K = koefisien *kurtosis* atau indikator untuk menunjukkan derajat

μ = rata-rata variabel acak

n = jumlah observasi

dengan kriteria uji H_0 ditolak jika hasil uji *Jarque bera* > dari nilai *chi square*.

4. Evaluasi kesalahan model, dilihat model SARMA terbaiknya menggunakan nilai RMSE dengan persamaan adalah sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2} \quad (9)$$

dimana:

Z_t = data asli (aktual) pada periode t

$\hat{Z}_t$ = data hasil peramalan (*forecast*) pada periode t

5. Pembentukan model SARMAX, berdasarkan model SARMA yang telah terbentuk dilakukan antara peubah bebas yaitu tekanan udara serta peubah tak bebas yaitu curah hujan. Selanjutnya lakukan tahap estimasi parameter model dan uji kelayakan dari model SARMAX yang telah terbentuk tersebut.
6. Prediksi model periode selanjutnya yaitu melakukan peramalan data untuk 12 bulan ke depan menggunakan model SARMA dengan bentuk umum model ARMA $(p,q)(P,Q)^s$ sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \phi_p(B)\Phi_P(B^s)Z_t &= \mu + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t \\ Z_t &= \mu + (\phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p})(\phi_1 Z_{t-s} + \dots + \phi_P Z_{t-Ps}) + a_t - (\theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}) \\ &\quad (\theta_1 a_{t-s} - \dots - \theta_Q a_{t-Qs}) \end{aligned} \quad (10)$$

Serta model SARMAX dengan bentuk umum model SARMAX $(p,q)(P,Q)^s(X)$ adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \phi_p(B)\Phi_P(B^s)Z_t &= \mu + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t + \alpha_1 X_{1,t} + \dots + \alpha_p X_{p,t} \\ Z_t &= \mu + (\phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p})(\phi_1 Z_{t-s} + \dots + \phi_P Z_{t-Ps}) + a_t - (\theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}) \\ &\quad (\theta_1 a_{t-s} - \dots - \theta_Q a_{t-Qs}) + \alpha_1 X_{1,t} + \dots + \alpha_p X_{p,t} \end{aligned} \quad (11)$$

dimana:

Z_t = nilai pengamatan pada waktu ke- t

B = operator *backshift*

ϕ_p = koefisien *autoregressive* (AR) non musiman

Φ_P = koefisien *autoregressive* (AR) musiman

θ_q = koefisien *moving average* (MA) non musiman

θ_Q = koefisien *moving average* (MA) musiman

$X_{p,t}$ = peubah bebas atau peubah *exogen* ke- t pada saat t dengan, $p=1,2,..p$

s = jumlah periode permusim

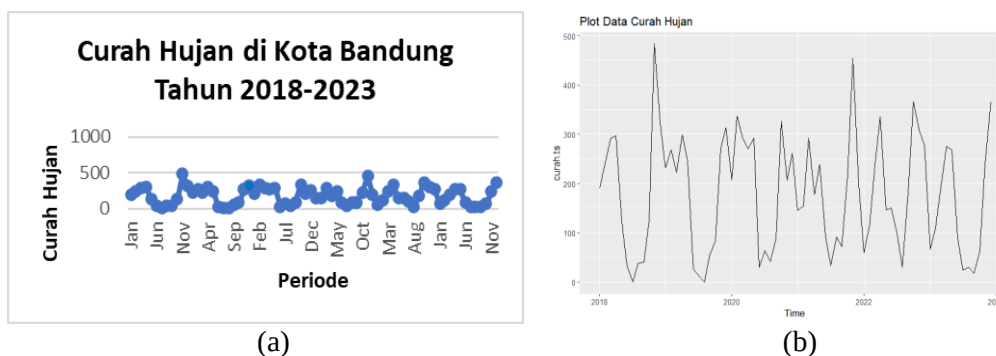
a_t = galat pada waktu ke- t , $t = 1,2,...,n$

- Perbandingan metode SARMA dan SARMAX dengan membandingkan akurasi peramalan kedua metode terbaik tersebut dengan melihat nilai RMSE yang terkecil.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Analisis Deskriptif dan Identifikasi Pola Data

Untuk melihat gambaran umum tentang karakteristik data curah hujan serta kestasioneran dari data asli maka dilakukan plot garis dan plot deret waktu dengan hasil seperti dibawah ini.



Gambar 1. Plot Curah Hujan, plot garis curah hujan (a), plot deret waktu curah hujan (b)

Berdasarkan plot curah hujan diatas dapat dilihat pada plot garis curah hujan (a) bahwa menggambarkan curah hujan di Kota Bandung tahun 2018-2023. Terlihat curah hujan tertinggi terjadi pada bulan November 2018 sebesar 483,2 *milimeter* dan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus 2019 sebesar 0,2 *milimeter*. Selain itu, curah hujan ini juga mengandung unsur musiman, sebagai contoh pada setiap bulan Juli terlihat curah hujan mengalami penurunan.

Dapat dilihat juga pada plot deret waktu curah hujan (b) bahwa data sudah stasioner dalam rata-rata dan varians, terlihat pola fluktuasi data berada di sekitar nilai rata-rata dan tetap konstan. Selain itu, pada plot juga mengandung unsur musiman dengan pengulangan pola dalam kurun waktu 12 bulan. Hal ini terlihat pada setiap bulannya curah hujan mengalami kenaikan dan penurunan.

Uji Kestasioneran

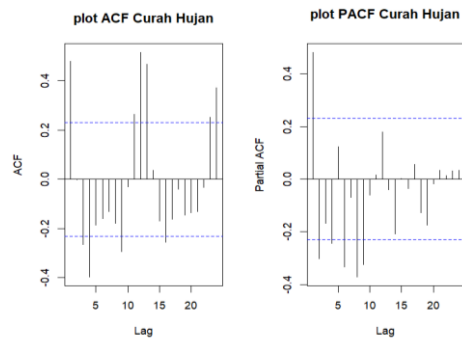
Selain dapat dilihat menggunakan plot deret waktu, kestasioneran untuk data curah hujan ini juga dapat dilakukan pengujian menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) diperoleh nilai $t_{hit} = |-4,0132| \geq 1,6663$ dan $p\text{-value}$ (0,01408) < 0,05 maka H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan dengan tingkat signifikansi 5% bahwa data curah hujan telah memenuhi asumsi stasioner.

Pembentukan Model SARMA

Setelah data stasioner, maka langkah selanjutnya adalah pembentukan model SARMA. Dengan langkah pembentukan model SARMA sebagai berikut:

Identifikasi Orde Model Sementara

Untuk menentukan nilai p dan q non musiman dan P dan Q musiman dapat dilihat berdasarkan plot ACF dan PACF dari data yang sudah stasioner. Karena data sudah stasioner tidak melakukan *differencing*, maka tidak ada nilai d dan D baik untuk non musiman maupun musiman. Hasil plot ACF dan PACF dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Plot ACF dan PACF Curah Hujan

Dari hasil plot ACF dan PACF diatas, maka diperoleh dugaan model sementara yang terbentuk adalah sebagai berikut: SARMA (1,1)(0,1)¹² ; SARMA (1,3)(0,1)¹² ; SARMA (1,2)(0,1)¹² ; SARMA (2,1)(0,1)¹² ; SARMA (0,3)(0,1)¹² ; dan SARMA (1,1)(0,2)¹².

Estimasi Parameter Model

Setelah didapatkan dugaan sementara model SARMA, tahapan selanjutnya yaitu melakukan estimasi parameter untuk model SARMA sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Estimasi Parameter Model SARMA

Model	Parameter	Nilai Parameter	<i>p-value</i>	Kesimpulan
Model 1 SARMA (1,1)(0,1) ¹²	AR(1)	-0,4191	0,0879	Terdapat yang tidak signifikan
	MA(1)	0,8674	0,0000*	
	Seasonal MA(1)	0,3786	0,0059*	
	intercept	177,3544	0,0000*	
Model 2 SARMA (1,3)(0,1) ¹²	AR(1)	-0,6476	0,0001*	Terdapat yang tidak signifikan
	MA(1)	1,2495	0,0000*	
	MA(2)	0,5152	0,0314*	
	MA(3)	0,2657	0,1229	
	Seasonal MA(1)	0,3545	0,0068*	
	intercept	179,6275	0,0000*	
Model 3 SARMA (1,2)(0,1) ¹²	AR(1)	0,6531	0,0000*	Signifikan
	MA(1)	-0,3259	0,0213*	
	MA(2)	-0,6741	0,0000*	
	Seasonal MA(1)	0,2842	0,0205*	
	intercept	180,0972	0,0000*	
Model 4 SARMA (2,1)(0,1) ¹²	AR(1)	1,2886	0,0000*	Terdapat yang tidak signifikan
	AR(2)	-0,6101	0,0000*	
	MA(1)	1,0000	0,0000*	
	Seasonal MA(1)	0,2053	0,1074	
	intercept	180,7816	0,0000*	
Model 5 SARMA (0,3)(0,1) ¹²	MA(1)	0,6302	0,0002*	Terdapat yang tidak signifikan
	MA(2)	0,1365	0,5772	
	MA(3)	0,2248	0,1862	
	Seasonal MA(1)	0,3153	0,0165*	
	intercept	179,3639	0,0000*	
Model 6 SARMA (1,1)(0,2) ¹²	AR(1)	-0,6692	0,0000*	Signifikan
	MA(1)	1,0000	0,0000*	
	Seasonal MA(1)	0,5327	0,0003*	
	Seasonal MA(2)	0,3391	0,0236*	
	intercept	176,1897	0,0000*	

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa pada model 1, 2, 4, dan 5 terdapat parameter

yang tidak signifikan, karena nilai $p\text{-value} > 0,05$ yang berarti terima H_0 . Sedangkan pada model 3 dan 6 seluruh parameter signifikan, karena nilai $p\text{-value} < 0,05$ yang berarti tolak H_0 .

Uji Kelayakan Model

Tahap selanjutnya yaitu melakukan uji kelayakan model terhadap model 3 dan 6. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan uji asumsi *white noise* menggunakan uji *Ljung-Box* dan uji asumsi residual berdistribusi normal dengan menggunakan uji *Jarque bera*.

1. Uji Asumsi *White Noise*, dilakukan dengan menggunakan uji *Ljung-Box* dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Asumsi *White Noise*

No	Model	Q	p-value
1.	Model 3 : SARMA (1,2)(0,1) ¹²	0,025976	0,872
2.	Model 6 : SARMA (1,1)(0,2) ¹²	0,30771	0,5791

Berdasarkan tabel diatas dengan menggunakan $\alpha = 5\%$ terlihat bahwa keputusan untuk ketiga model diatas terima H_0 , karena $Q < \chi^2_{\alpha/df=k-p-q}$ dan $p\text{-value} > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa data residual kedua model telah memenuhi asumsi *white noise*.

2. Uji Normalitas, dilakukan dengan menggunakan uji *Jarque bera* dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Asumsi Normalitas

No	Model	Jb	p-value
1.	Model 3 : SARMA (1,2)(0,1) ¹²	2,3793	0,3043
2.	Model 6 : SARMA (1,1)(0,2) ¹²	8,3527	0,01535

Berdasarkan tabel diatas dengan menggunakan $\alpha = 5\%$ terlihat bahwa keputusan untuk model 3 adalah terima H_0 karena diperoleh nilai uji *Jarque bera* < dari nilai *chi square* dan $p\text{-value} > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa data (residual) pada model 3 berdistribusi normal. Namun, keputusan untuk model 6 adalah tolak H_0 karena diperoleh nilai uji *Jarque bera* > dari nilai *chi square* dan $p\text{-value} < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa data (residual) pada model 6 tidak berdistribusi normal.

Pemilihan Model SARMA

Pemilihan model SARMA terbaik dapat dengan melihat dan menggunakan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*). Berdasarkan hasil uji signifikansi parameter dan uji kelayakan model maka terbentuk model SARMA (1,2)(0,1)¹² dengan hasil yang diperoleh sebagai berikut:

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \theta_1 a_{t-12} + \theta_1 \theta_1 a_{t-13} + \theta_2 \theta_1 a_{t-14}$$

$$Z_t = 180,0972 + 0,6531 Z_{t-1} + a_t + 0,3259 a_{t-1} + 0,6741 a_{t-2} - 0,2842 a_{t-12} - 0,0926 a_{t-13} - 0,1916 a_{t-14}$$

Didapat bahwa model yang memiliki nilai RMSE lebih kecil adalah model SARMA (1,2)(0,1)¹² yaitu memiliki nilai RMSE sebesar 86,00966. Karena semakin kecil nilai RMSE menunjukkan bahwa prediksi model lebih dekat dengan nilai aktual sehingga model lebih akurat.

Pembentukan Model SARMAX

Pembentukan model SARMAX dari model yang sudah terbentuk. Pemodelan dilakukan antara peubah bebas yaitu tekanan udara serta peubah tak bebas yaitu curah hujan. Sehingga, model SARMAX yang terbentuk adalah SARMAX (1,2)(0,1)¹².

Estimasi Parameter

Langkah selanjutnya yaitu melakukan estimasi parameter untuk model SARMAX yang telah didapatkan dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Estimasi Parameter Model SARMAX

Model	Parameter	Nilai Parameter	<i>p-value</i>
SARMAX (1,2)(0,1) ¹²	AR(1)	-0,6135	0,0000
	MA(1)	-0,3428	0,0361
	MA(2)	-0,6571	0,0001
	Seasonal MA(1)	0,3130	0,0166
	intercept	12166,9231	0,0672
	Tekanan Udara (xreg)	-12,9841	0,0713

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa model SARMAX (1,2)(0,1)¹² memiliki nilai *p-value* < 0,05 yang berarti nilai parameter tersebut signifikan. Tetapi, pada parameter tekanan udara ternyata kurang berpengaruh terhadap curah hujan. Selanjutnya, nilai parameter tekanan udara sebesar -12,9841 menyatakan bahwa setiap naik satu satuan *milibar* maka curah hujan akan turun sebesar 12,9841 *milimeter*.

Uji Kelayakan Model

Melakukan uji kelayakan model dari model SARMAX yang sudah terbentuk yaitu sebagai berikut.

1. Uji Asumsi *White Noise*
Dari hasil pengujian diperoleh nilai statistik uji yaitu $Q = 0,00157 < 3,8415$ dan *p-value* (0,9684) > 0,05 maka terima H_0 yang berarti dapat disimpulkan bahwa data residual model tersebut telah memenuhi asumsi *white noise*.
2. Uji Normalitas
Dari hasil pengujian diperoleh nilai uji *Jarque bera* = 3,0439 < 5,591 dan *p-value* (0,2183) > 0,05 maka terima H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa data (residual) berdistribusi normal.

Prediksi Model SARMAX Periode Selanjutnya

Langkah selanjutnya adalah menggunakan model tersebut untuk melakukan peramalan 12 bulan ke depan, dengan model SARMAX (1,2)(0,1)¹² maka diperoleh hasil sebagai berikut.

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \theta_1 a_{t-12} + \theta_1 \theta_1 a_{t-13} + \theta_2 \theta_1 a_{t-14} + \alpha_1 X_{1,t}$$

$$Z_t = 12166,9231 - 0,6135 Z_{t-1} + a_t + 0,4563 a_{t-1} + 0,5346 a_{t-2} - 0,3167 a_{t-12} - 0,1445 a_{t-13} - 0,1693 a_{t-14} - 12,9841 X_{1,t}$$

Tabel 5. Hasil Peramalan Model SARMAX

Tahun	Bulan	Data Hasil Peramalan
2024	Januari	249,2054
	Februari	162,7072
	Maret	197,9528
	April	207,0280
	Mei	227,3381
	Juni	149,9186
	Juli	146,1167
	Agustus	155,1160
	September	130,4795
	Oktober	131,9995
	November	199,7602
	Desember	242,5358

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa pada bulan Januari 2024 terjadi curah hujan yang tinggi yaitu sebesar 249,2054 *milimeter*. Sedangkan pada bulan September 2024 terjadi curah hujan yang rendah yaitu sebesar 130,4795 *milimeter*.

Perbandingan Model SARMA dan SARMAX

Kemudian untuk membandingkan model SARMA dan SARMAX dilihat dari akurasi peramalan kedua metode terbaik tersebut yaitu dengan melihat nilai RMSE yang terkecil maka didapatkan bahwa nilai RMSE untuk SARMA (1,2)(0,1)¹² sebesar 86,00966 sedangkan nilai RMSE untuk metode SARMAX sebesar 84,05325. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk meramalkan curah hujan di Kota Bandung adalah metode SARMAX (1,2)(0,1)¹², karena mempunyai nilai RMSE terkecil. Semakin kecil nilai RMSE menunjukkan bahwa prediksi model lebih dekat dengan nilai aktual sehingga model lebih akurat.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Model peramalan terbaik menggunakan metode SARMA dan SARMAX diperoleh yaitu model (1,2)(0,1)¹².
2. Berdasarkan hasil peramalan selama 12 bulan ke depan menggunakan metode SARMA dan SARMAX diperoleh bahwa pada bulan Januari 2024 terjadi curah hujan yang tinggi. Sedangkan pada bulan September terjadi curah hujan yang rendah.
3. Metode SARMAX (1,2)(0,1)¹² untuk peramalan curah hujan di Kota Bandung mempunyai nilai RMSE yang lebih kecil dibandingkan metode SARMA, sehingga metode SARMAX lebih cocok dibandingkan dengan metode SARMA dalam kaitannya dengan peramalan data curah hujan di Kota Bandung.

Acknowledge

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan karya ilmiah ini. Terutama kepada Ibu Marizsa Herlina, S.Stat., M.Sc. selaku dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan kepada Penulis dalam proses penyusunan karya ilmiah ini dari awal hingga dapat diselesaikan.

Daftar Pustaka

- [1] A, I., & O, M. A. (2023, December). On The Performance of SARIMA and SARIMAX Model in Forecasting Monthly Average Rainfall in Kogi State, Nigeria. *FUDMA Journal of Science (FJS)*, Vol.7 , pp 24-31. doi:<https://doi.org/10.33003/fjs-2023-0706-2095>.
- [2] Box, G. E. (2016). *Time Series Analysis - Forecasting & Control, 5th ed.* New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [3] D, A., P, N., & H, F. (2019). Pemodelan Curah Hujan Bulanan di Kota Bengkulu dengan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). *Seminar Nasional Official Statistics., Universitas Bengkulu*.
- [4] Lutkepohl, H. (2005). *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Department of Economics, European University Institute: Willey Series in Probability and Statistics. Springer.
- [5] Prakoso, D. (2018). *Analisis Pengaruh Tekanan Udara, Kelembaban Udara dan Suhu Udara Terhadap Tingkat Curah Hujan di Kota Semarang*. Tugas Akhir, Universitas Negeri Semarang, Jurusan Matematika., Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Semarang.
- [6] Sukarna, A. &. (2006). *Analisis Deret Waktu*.
- [7] Wei, W. S. (2006). *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Method Second Edition*. New York: Pearson Education.]
- [8] Eva Fridiyani Putri, Kismiantini. Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Status Diabetes Mellitus pada Pra Lansia dan Lansia di Indonesia Menggunakan Model Regresi

- Logistik Biner. *Statistika* [Internet]. 2024 May 24;24(1):54–64. Available from: <https://journals.unisba.ac.id/index.php/statistika/article/view/3319>
- [9] Widyaningsih Y, Rahmawati A, Soemartojo SM. Analisis Variabel-Variabel yang Menjelaskan Tingkat Prokrastinasi Akademik pada Mahasiswa FMIPA Universitas XYZ. *Statistika* [Internet]. 2024 May 29;24(1):31–9. Available from: <https://journals.unisba.ac.id/index.php/statistika/article/view/3054>
- [10] Irfan Rizki M, Yenny Maya Dora, Wahidiat Suyudi, Yanthy Mardiana. Forecasting Spare Part pada Commercial Vehicle PT XYZ dengan Klasifikasi ADI-CV. *Statistika* [Internet]. 2024 May 29;24(1):75–82. Available from: <https://journals.unisba.ac.id/index.php/statistika/article/view/3546>