

Pemodelan Data Curah Hujan dan Suhu Rata-Rata dengan Model *Seasonal Vector Autoregressive Moving Average (Seasonal VARMA)* di Kota Bandung

Ayang Tsaltsa Annisaa*, Suwanda

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

*ayangtsaltsa30@gmail.com, suwanda@gmail.com

Abstract. Seasonal VARMA is able to produce precise forecasts, because it is used through multivariate time series modeling, but does not also ignore any seasonal events that are part of the nature of time series data. This model is used on data that has a two-way relationship, in this case time series with seasonal patterns that have a two-way relationship are data from rainfall and average temperature. In this study, researchers modeled time series data from rainfall and average temperature data in Bandung City using the Seasonal VARMA model and obtained the Seasonal VARMA $[(2,0,2)(1,1,0)]_{12}$ model. In addition to modeling, researchers also conducted forecasting of rainfall time series data and average temperature for the next 12 months. The results of the forecasting show that the highest rainfall forecast is in March 2023 at 254,394 mm and November 2023 at 382,937 mm, in which month the rainy season is predicted. While the lowest rainfall forecast results are in August 2023 amounting to 56,480 mm, where in August it is predicted that there will be a dry season.

Keywords: *Seasonal VARMA, Rainfall, Average Temperature.*

Abstrak. *Seasonal VARMA* mampu menghasilkan ramalan yang tepat, karena digunakan telahaan melalui pemodelan deret waktu multivariat, namun tidak juga mengabaikan pada setiap kejadian musiman yang merupakan bagian dari sifat data deret waktu. Model ini digunakan pada data yang memiliki hubungan dua arah, dalam hal ini deret waktu dengan pola musiman yang memiliki hubungan dua arah adalah data dari curah hujan dan suhu rata-rata. Pada penelitian ini, peneliti melakukan pemodelan data deret waktu dari data curah hujan dan suhu rata-rata di Kota Bandung menggunakan model *Seasonal VARMA* dan didapatkan model *Seasonal VARMA* $(2,0,2)(1,1,0)_{12}$. Selain melakukan pemodelan, peneliti pun melakukan peramalan dari data deret waktu curah hujan dan suhu rata-rata 12 bulan ke depan. Hasil dari peramalan didapatkan jika ramalan curah hujan tertinggi ada pada bulan Maret 2023 sebesar 254.394 mm dan bulan November 2023 sebesar 382.937 mm, pada bulan tersebut diramalkan terjadi musim hujan. Sedangkan hasil ramalan curah hujan terendah ada pada bulan Agustus 2023 sebesar 56.480 mm, dimana pada bulan agustus diramalkan bahwa akan terjadi musim kemarau.

Kata Kunci: *Seasonal VARMA, Curah Hujan, Suhu Rata-Rata.*

A. Pendahuluan

Analisis data deret waktu berfungsi sebagai bentuk pengamatan yang terukur dalam kurun waktu tertentu, yang analisisnya diarahkan untuk identifikasi suatu pola data deret waktu. Serta sebagai alat prediksi atas nilai pada suatu masa yang akan datang, Analisis ini diperoleh dari data pengamatan sebelumnya. Merujuk beberapa penelitian terdahulu, mengungkapkan bahwa penggunaan model deret waktu multivariat kerap diterapkan untuk menelaan data deret waktu yang tidak berpola musiman.

Pada model deret waktu multivariat yang memiliki fenomena musiman, penting sekali mengetahui apakah ada hubungan dua arah atau tidak. Data yang memiliki fenomena musiman antara lain seperti data curah hujan dan debit air. Penelitian lain terkait dua data deret waktu yang merujuk pada bentuk hubungan dua arah dengan pola musiman terdapat pada jurnal *Representation of Mutiplicative Seasonal Vector Autoregressive Moving Average Models* terhadap data *Housing starts and housing sales* oleh Yozgatligil dan Wei (2009). Adapun penelitian terbaru mengenai dua data deret waktu pada tugas akhir dengan data curah hujan serta suhu rata-rata menggunakan model *Seasonal VARMA* oleh Ciptaningtyas (2017).

Penelitian terkait dengan data deret waktu terhadap pola musiman kemudian masih kerap digunakan adalah salah satunya data curah hujan. Dikarenakan, bahwa data curah hujan dapat digunakan untuk pemodelan univariat ataupun multivariat. Analisis deret waktu kemudian menjadi salah satu alternatif cara untuk mengetahui bentuk curah hujan yang akan datang. Terkait hal ini, beberapa permasalahan pada penelitian ini akan membahas beberapa kajian mengenai *Seasonal VARMA* terhadap data terkait curah hujan serta suhu rata-rata dalam kurun periode tujuh tahun terhitung dari tahun 2016-2022. Dari beberapa fenomena yang sudah diuraikan, pada penelitian ini akan membahas ‘Pemodelan data curah hujan dan suhu rata-rata dengan model *Seasonal Vector Autoregressive Moving Average* (*Seasonal VARMA*) di Kota Bandung’. Selanjutnya, Berpijak pada argumen pada latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah yang akan peneliti ungkap dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana penggunaan model *Seasonal VARMA* dengan data deret waktu curah hujan dan suhu rata-rata di Kota Bandung pada Januari 2016 hingga Desember 2022 ?
2. Bagaimana proses peramalan dari data deret waktu curah hujan di Kota Bandung menggunakan model *Seasonal VARMA* pada tahun 2023?

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode analisis data deret waktu multivariat yakni menggunakan model *Seasonal VARMA*. Adapun sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder melalui pengumpulan data studi literatur dengan dua variabel yakni 1) Data rata-rata temperatur udara ($Z_{1,t}$) dan 2) Data curah hujan bulanan ($Z_{2,t}$) dengan data periode bulan Januari 2016 hingga Desember 2022. Adapun langkah-langkah analisis data yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pembuatan plot data asli untuk mengetahui pola data.
2. Melakukan uji stasioneritas terhadap ragam dan rata-rata. Uji stasioneritas terhadap ragam dilakukan dengan uji transformasi Box-Cox seperti pada persamaan (2.1)

$$T(Z_t) = Z_t(\lambda) = \begin{cases} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} & , \lambda \neq 0 \\ \ln Z_t & , \lambda = 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

3. Melakukan perhitungan CCF seperti persamaan (2.16) sebagai berikut:

$$\rho_{Z_{1,t}Z_{2,t}}(k) = \frac{\gamma_{Z_{1,t}Z_{2,t}}(k)}{\sigma_{Z_{1,t}}\sigma_{Z_{2,t}}} \quad (2.16)$$

Dan selanjutnya dilakukan indentifikasi hubungan dua arah dari plot CCF.

4. Menghitung MACF untuk mengidentifikasi model seperti persamaan (2.21) berikut:

$$\hat{\rho}_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{T-k} (Z_{i,t} - \bar{Z}_i)(Z_{j,t-k} - \bar{Z}_j)}{\left[\sum_{t=1}^T (Z_{i,t} - \bar{Z}_i)^2 \sum_{t=1}^T (Z_{j,t} - \bar{Z}_j)^2 \right]^{1/2}} \quad (2.21)$$

Dengan $\hat{\rho}_{ij}(k)$ merupakan korelasi silang sampel untuk komponen deret ke- i dan j .

Setelah menghitung MACF, maka selanjutnya dilakukan perhitungan MPACF seperti persamaan(2.30) berikut:

$$\mathcal{P}(s) = \begin{cases} \Phi_p, & s = p \\ 0, & s > p \end{cases} \quad (2.30)$$

- Pemilihan model terbaik dilakukan dengan menggunakan rumus AIC seperti pada persamaan (2.43) sebagai berikut:

$$AIC = \ln|\hat{\Omega}| + \frac{2k^2(M)}{n} \quad (2.43)$$

dengan model yang baik adalah model yang memiliki AIC terkecil

- Melakukan pemeriksaan model menggunakan Uji kelayakan seperti pada persamaan berikut:

$$Q_h = n^2 \sum_{i=1}^h (n-1)^{-1} tr(C'_i C_0^{-1} C_i C_0^{-1}) \quad (2.44)$$

Dimana,

$$C_i = \frac{1}{n} \sum_{t=i+1}^n a_t a'_{t-i}$$

$$C_0^{-1} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n a_t a'_t$$

R_h : matriks autokorelasi pada lag ke-h

C_i : matriks autokovarian contoh pada sisaan, berukuran m x m

C_0^{-1} : matriks autokovarian lag 0 pada sisaan, berukuran m x m

a_t : vector sisaan dari model

n : banyak data

i : banyaknya parameter yang diduga.

Dengan hipotesis berikut :

H_0 : $R = R_1, \dots, R_h = 0$; semua autokorelasi sisaan sampai lag ke-h tidak nyata. vs

H_1 : $R = R_1, \dots, R_h \neq 0$; terdapat autokorelasi sisaan sampai lag ke- h tidak nyata

- Selanjutnya dilakukan uji statistik Jarque-Bera seperti pada (2.51) untuk mengetahui sisaan berdistribusi normal multivariat atau tidak sebagai berikut:

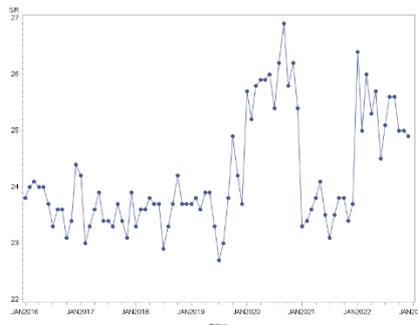
$$MJB_M^* = Z_{M,1}^* + Z_{M,2}^{*2} \quad (2.51)$$

- Tahapan terakhir dilakukan peramalan 12 bulan ke depan dengan menggunakan model *Seasonal VARMA* seperti persamaan (2.52).

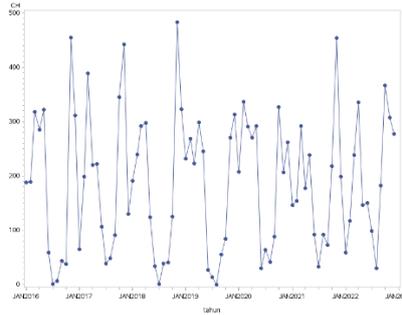
$$\hat{Z}_n(l) = E(Z_{n+1}|Z_t, t \leq n) \quad (2.52)$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pola data dan uji Stasionerit



Gambar 1. Plot Data Bulanan Suhu Rata-Rata



Gambar 2. Plot Data Bulanan Curah Hujan.

Dapat dilihat pada plot diatas bahwa secara keseluruhan kedua pola data tersebut memiliki pola data dengan bentuk pola musiman. Akan tetapi pada plot data bulanan suhu rata-rata terdapat pola yang cenderung memiliki trend naik, oleh karena itu pola data tersebut dapat dikatakan tidak stasioner dan perlu dilakukan transformasi agar stasioner.

Berikut merupakan ringkasan dari tranformasi pada masing-masing variabel:

Tabel 1. Tabel Transformasi Box-Cox

Data		Nilai <i>Lambda</i>	Selang kepercayaan 95%		Keterangan
			Batas Bawah	Batas Atas	
Sebelum Transformasi	$Z_{1,t}$	-3	-3	-2.5	Belum Stasioner
	$Z_{2,t}$	0.5	0.5	0.75	Belum Stasioner
Sesudah Tranformasi	$Z_{1,t}^{-3}$	1	-	-	Stasioner
	$Z_{2,t}^{0.5}$	1	1	1.5	Stasioner

Berdasarkan tabel diatas kedua variabel sudah memiliki nilai *lambda* sama dengan 1 setelah dilakukan transformasi *Box-Cox* satu kali, yang artinya data tersebut sudah stasioner terhadap ragam. Kemudian Uji Stasioneritas terhadap rata-rata akan dilakukan menggunakan *Uji Augmented Dickey Fuller* (ADF) musiman. Pengujian ini diperlukan untuk memastikan apakan identifikasi uji *Box-Cox* sudah sesuai atau tidak. Berikut merupakan ringkasan yang dilakukan:

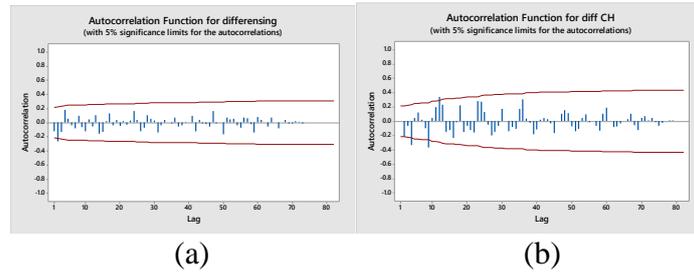
Tabel 2. Tabel Differencing non Musiman

Data		<i>p-value</i>	kesimpulan
Data tranformasi, sebelum diferensi non musiman	$Z_{1,t}^{-3}$	0.2592	Belum Stasioner
	$Z_{2,t}^{0.5}$	0.01	Stasioner
Data sesudah tranformasi dan diferensi non musiman 1 kali	$Z_{1,t}^{-3}$	0.01	Stasioner
	$Z_{2,t}^{0.5}$	0.01	Stasioner

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui jika sebelum dilakukan diferensi non musiman, salah satu variabel belum stasioner karena nilai *p-value* > 0.05, oleh karena itu perlu dilakkan differencing pada data tersebut. Setelah dilakukan *differencing* pertama pada data suhu rata-rata dan curah hujan sudah stasioner. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *p-value* < 0.05 yang artinya data suhu rata-rata ($Z_{1,t}^{-3}$) dan data curah hujan ($Z_{2,t}^{0.5}$) sudah stasioner.

Setelah dilakukan differensi, perlu dilakukan pengecekan pada ACF untuk melihat pada

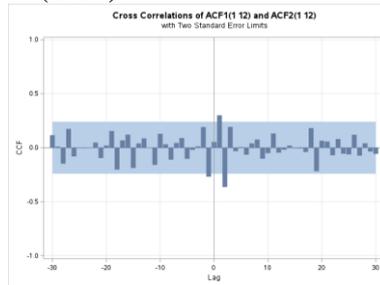
autokorelasi pada lag beberapa yang signifikan. Berikut merupakan plot ACF dari kedua variabel.



Gambar 3. (a) Plot ACF Suhu rata-rata setelah diferensi, dan (b) Plot ACF curah hujan setelah diferensi.

Berdasarkan gambar (a) diketahui bahwa data tersebut telah stasioner yang dilihat dari kurang dari 3 *spike* yang keluar batas garis interval. Oleh karena itu diketahui bahwa pada lag ke 2 saja yang signifikan. Sedangkan gambar (b) terlihat bahwa data tersebut telah stasioner yang dilihat dari tidak lebih dari 3 *spike* yang keluar batas garis interval.

Identifikasi hubungan dua arah (CCF)



Gambar 4. Plot CCF Suhu Rata-Rata dan Curah Hujan setelah *Differencing*

Pada lag ke 1, lag ke 2, dan lag ke negatif 1 menunjukkan bahwa lag yang memiliki korelasi silang yang signifikan. Hubungan tersebut memiliki hubungan yang dua arah antara suhu rata-rata dengan curah hujan.

Identifikasi Orde dan pemilihan orde terbaik (MACF dan MPACF)

Berikut merupakan skematik MACF dan MPACF :

Tabel 3. Tabel Skematik MACF dan MPACF

lag	Skematik MACF	Skematik MPACF
1	- - + -	- . + -
2	. . - -
3	. . . +	- . . .
4	. . . -	. + . -
...
11	+
12	- . . -	- . . .
13	+ .	. .

	. +	..
...
17	+ .	..

18	- .	..
	. +	..
19
	. +	..
...

Berdasarkan pada skematik MACF didapatkan bahwa terdapat lag yang signifikan pada lag ke 1 dan lag 2 dan lag yang menunjukkan lag musiman ada pada lag ke 11, lag ke 13, dan lag ke 17. Oleh karena itu didapatkan orde $MA(q)$ adalah 2 dan orde $MA(Q)$ adalah 13, sedangkan periode musiman (s) adalah 12. Selanjutnya pada skematik MPACF didapatkan bahwa terdapat lag yang signifikan pada lag ke 1. Sehingga didapatkan orde $AR(p)$ adalah 1, orde $AR(P)$ adalah 0 dan periode musiman (s) adalah 12. Pada bagian diferensi juga telah dilakukan diferensi non musiman 1 kali dan menghasilkan $d=1, D=0$. Maka didapatkan 6 dugaan model *Seasonal VARMA*(p,d,q)(P,D,Q) s .

Tabel 4. Tabel Nilai AIC Model *Seasonal VARMA*

No	Model dugaan	Nilai AIC
1	<i>Seasonal VARMA</i> (2,0,2)(1,1,0) $_{12}$	8.3152
2	<i>Seasonal VARMA</i> (2,0,1)(1,1,0) $_{12}$	8.3481
3	<i>Seasonal VARMA</i> (1,0,3)(1,1,0) $_{12}$	8.3199
4	<i>Seasonal VARMA</i> (1,0,2)(1,1,0) $_{12}$	8.3543

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai AIC terkecil terletak pada *Seasonal VARMA*(2,0,2)(1,1,0) $_{12}$ sehingga model tersebut dapat digunakan pada penelitian ini. Berikut merupakan persamaan yang di didapatkan berdasarkan model *Seasonal VARMA*(2,0,2)(1,1,0) $_{12}$:

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} Z_{1,t} \\ Z_{2,t} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \phi_{1,11} & \phi_{1,12} \\ \phi_{1,21} & \phi_{1,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1,t-1} \\ Z_{2,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Phi_{1,11} & \Phi_{1,12} \\ \Phi_{1,21} & \Phi_{1,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1,t-12} \\ Z_{2,t-12} \end{bmatrix} \\
 &- \begin{bmatrix} \Phi_{1,11} & \Phi_{1,12} \\ \Phi_{1,21} & \Phi_{1,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{1,11} & \phi_{1,12} \\ \phi_{1,21} & \phi_{1,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1,t-13} \\ Z_{2,t-13} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{1,t-1} \\ a_{2,t-1} \end{bmatrix} \\
 &- \begin{bmatrix} \Theta_{1,11} & \Theta_{1,12} \\ \Theta_{1,21} & \Theta_{1,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{1,t-12} \\ a_{2,t-12} \end{bmatrix}
 \end{aligned} \tag{2.55}$$

Pendugaan dan Uji Signifikansi Parameter

Pendugaan parameter dan pengujian signifikansi parameter *Seasonal VARMA*(2,0,2)(1,1,0) $_{12}$. Nilai duga dan uji signifikansi parameter model dapat dilihat pada persamaan berikut:

Tabel 4. Tabel Nilai duga dan uji signifikansi Parameter Model *Seasonal VARMA*(2,0,2)(1,1,0) $_{12}$.

Parameter	Nilai Pendugaan	<i>p-value</i>
$\mu_{1,0}$	-0.0207	0.8203
$\mu_{2,0}$	0.00009	0.5986
$\phi_{1,11}$	0.7776	0.0000
$\phi_{1,12}$	0.0006	0.6526
$\phi_{1,21}$	-129.1	0.0000
$\phi_{1,22}$	-1.571	0.0000
$\Phi_{1,11}$	127.4	0.0000

$\Phi_{1,12}$	-0.8565	0.0034
$\Phi_{1,21}$	-0.7930	0.0000
$\Phi_{1,22}$	-0.0008	0.2963
$\Theta_{1,11}$	5.751	0.3824
$\Theta_{1,12}$	-0.2784	0.0744
$\Theta_{1,21}$	-0.7377	0.0000
$\Theta_{1,22}$	-0.00005	0.9717

Berdasarkan Tabel 4.5, Nilai duga yang signifikan pada taraf nyata 0.05 yaitu pada $\Phi_{1,11}$, $\Phi_{1,21}$, $\Phi_{1,22}$, $\Phi_{1,12}$, $\Phi_{1,11}$, $\Phi_{1,21}$, $\Theta_{1,21}$, sedangkan parameter lainnya tidak signifikan pada taraf nyata 0.05.

Dari pengujian pendugaan parameter tersebut, persamaan (2.55) dapat ditulis menjadi persamaan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Z_{1,t} \\ Z_{2,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.7776 & 0.0006 \\ -129.1 & -1.571 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1,t-1} \\ Z_{2,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 127.4 & -0.8565 \\ -0.7930 & -0.0008 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1,t-12} \\ Z_{2,t-12} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0.7776 & 0.0006 \\ -129.1 & -1.571 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 127.4 & -0.8565 \\ -0.7930 & -0.0008 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1,t-13} \\ Z_{2,t-13} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{1,t-1} \\ a_{2,t-1} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 5.751 & -0.2784 \\ -0.7377 & -0.00005 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{1,t-12} \\ a_{2,t-12} \end{bmatrix} \tag{2.56}$$

Maka persamaan tersebut dapat ditulis dalam bentuk linier sebagai berikut:

$$Z_{1,t} = 0.7776Z_{1,t-1} + 0.0006Z_{1,t-1} + 127.4Z_{1,t-12} - 0.8565Z_{1,t-12} - 0.7776Z_{1,t-13} - 0.0006Z_{1,t-13} + 127.4Z_{1,t-13} - 0.8565Z_{1,t-13} + a_{1,t-1} + 5.751a_{1,t-12} - 0.2784a_{1,t-12} \tag{2.57}$$

$$Z_{2,t} = -129.1Z_{2,t-1} - 1.571Z_{2,t-1} - 0.7930Z_{2,t-12} - 0.0008Z_{2,t-12} - 129.1Z_{2,t-13} - 1.571Z_{2,t-13} - 0.7930Z_{2,t-13} - 0.0008Z_{2,t-13} + a_{2,t-1} - 0.7377a_{2,t-12} - 0.00005a_{2,t-12} \tag{2.58}$$

Diagnosis Model

Dengan taraf nyata 0.05 dan kriteria uji yang digunakan adalah tolak H_0 jika $p\text{-value} < 0.05$.

Tabel 5. Tabel Uji Portmanteau

No.	<i>P-value</i>	Keterangan
1	0.19	Signifikan
2	0.58	Signifikan
...
11	0.31	Signifikan
12	0.34	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4.6, secara keseluruhan pengujian dari uji portmanteau didapatkan bahwa $p\text{-value} > 0.05$ yang artinya model layak digunakan. Berikut merupakan tabel *Skewness* dan *Kurtosis*:

Berikut merupakan perhitungan Jarque Bera:

$$MBJ_m^* = Z_{M,1}^* + (Z_{M,2}^*)^2 = 0.955 + (-0.212)^2 = 0.999944$$

didapatkan $MBJ_m^* = 0.99994 < X_{(1,5\%)}^2 = 3.841$ yang artinya H_0 diterima yang menyatakan bahwa data sisaan berdistribusi normal multivariat.

Peramalan

Model *Seasonal VARMA(2,0,2)(1,1,0)₁₂* dapat digunakan untuk meramalkan suhu rata-rata dan curah hujan untuk 12 bulan kedepan (meramalkan di tahun 2023). Berikut merupakan hasil peramalan yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 7. Ramalan Suhu rata-rata dan Curah Hujan

Bulan	Suhu rata-rata ramalan (°C)	Curah hujan ramalan (mm)
Jan-23	23.0736	88.509
Feb-23	23.1368	80.136

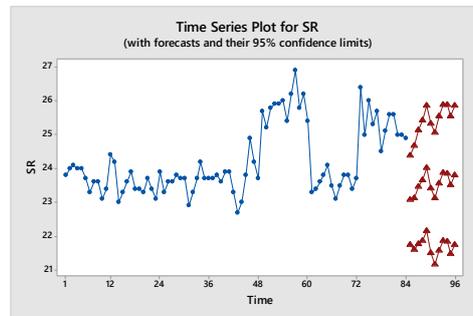
Lanjutan Tabel 7. Ramalan Suhu rata-rata dan Curah Hujan

Bulan	Suhu rata-rata ramalan (°C)	Curah hujan ramalan (mm)
Mar-23	23.4549	254.394
Apr-23	23.6556	225.882
May-23	24.0119	187.448
Jun-23	23.4196	107.307
Jul-23	23.1185	58.205
Aug-23	23.5586	56.480
Sep-23	23.8706	120.304
Oct-23	23.8611	283.808
Nov-23	23.5085	382.937
Dec-23	23.8050	232.822

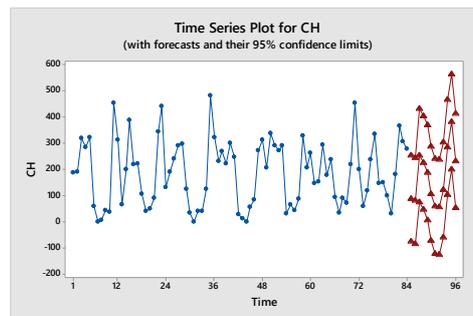
Berdasarkan tabel diatas, diperoleh rincian sebagai berikut:

1. Hasil ramalan suhu rata-rata terendah berada di bulan Januari 2023 yaitu sebesar 23.07°C dengan curah hujan 88.509. sedangkan tertinggi berada di bulan Mei 2023 yaitu sebesar 24.01°C sedangkan pada bulan tersebut ada penurunan curah hujan dari bulan sebelumnya menjadi 187.448 mm, yang dimana jika dilihat dari beberapa tahun sebelumnya dibulan Mei-Juni adalah bulan peralihan dari musim hujan ke musim kemarau.
2. Hasil ramalan curah hujan tertinggi ada pada bulan Maret 2023 sebesar 254.394 mm dan bulan November 2023 sebesar 382.937 mm, pada bulan tersebut diramalkan terjadi musim hujan. Sedangkan terendah ada pada bulan Agustus 2023 sebesar 56.480 mm, dimana pada bulan agustus diramalkan bahwa akan terjadi musim kemarau.

Berikut merupakan plot data deret waktu data aktual dengan data hasil ramalan tahun 2023 untuk data bulanan suhu rata-rata di Kota Bandung:



Gambar 5. Plot Ramalan Data Suhu Rata-Rata



Gambar 6. Plot Data Ramalan Curah Hujan

Diperoleh hasil ramalan data suhu rata-rata untuk tahun 2023 yang jika dilihat tidak mengalami kenaikan ataupun penurunan yang signifikan dari tahun sebelumnya. Sedangkan hasil ramalan data curah hujan untuk tahun 2023 yang jika dilihat jika untuk ke akhir tahun 2023 mengalami kenaikan ataupun dari tahun sebelumnya.

D. Kesimpulan

Dari penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa kedua variabel antara variabel suhu rata-rata dan curah hujan memiliki korelasi pada lag tertentu yang mengakibatkan adanya hubungan yang dua arah. Adapun model yang terbentuk dari penelitian ini adalah *Seasonal VARMA(2,0,2)(1,1,0)₁₂* untuk data bulanan suhu rata-rata ($Z_{1,t}$) dengan persamaan dan data bulanan curah hujan ($Z_{2,t}$) di Kota Bandung. Berikut merupakan persamaan dari masing-masing variabel:

$$Z_{1,t} = 0.7776Z_{1,t-1} + 0.0006Z_{1,t-1} + 127.4Z_{1,t-12} - 0.8565Z_{1,t-12} - 0.7776Z_{1,t-13} - 0.0006Z_{1,t-13}$$

$$+ 127.4Z_{1,t-13} - 0.8565Z_{1,t-13} + a_{1,t-1} + 5.751a_{1,t-12} - 0.2784a_{1,t-12}$$

$$Z_{2,t} = -129.1Z_{2,t-1} - 1.571Z_{2,t-1} - 0.7930Z_{2,t-12} - 0.0008Z_{2,t-12} - 129.1Z_{2,t-13} - 1.571Z_{2,t-13}$$

$$- 0.7930Z_{2,t-13} - 0.0008Z_{2,t-13} + a_{2,t-1} - 0.7377a_{2,t-12} - 0.00005a_{2,t-12}$$
2. Hasil ramalan curah hujan tertinggi ada pada bulan Maret 2023 sebesar 254.394 mm dan bulan November 2023 sebesar 382.937 mm, pada bulan tersebut diramalkan terjadi musim hujan. Sedangkan hasil ramalan curah hujan terendah ada pada bulan Agustus 2023 sebesar 56.480 mm, dimana pada bulan agustus diramalkan bahwa akan terjadi musim kemarau.

Daftar Pustaka

- [1] Ciptaningtyas, V. K. (2017). Penerapan Model Seasonal Vector Autoregressive Moving Average (Seasonal VARMA) pada Data Curah Hujan dan Suhu Rata-rata di Stasiun Meteorologi Juanda, Sidoarjo. Malang: Universitas Brawijaya.
- [2] Gujarati, D. N. (2004). Basic Econometrics. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- [3] Hairiah. (2016). Perubahan Iklim: Sebab Dan Dampaknya Terhadap Kehidupan. In Hairiah, Perubahan Iklim: Sebab Dan Dampaknya Terhadap Kehidupan (p. 21). Malang: World Agroforestry Center dan Universitas Brawijaya Malang.
- [4] Handoko. (1995). Klimatologi Dasar. Jakarta: Pustaka Jaya.
- [5] Lakitan. (1994). Dasar-dasar Klimatologi. Jakarta: Raja Grafindo Perkasa.
- [6] Muliantara. (2015). Perancangan alat ukur ketinggian curah hujan otomatis berbasis mikrokontroler. Jurnal Ilmu Komputer, 31-37.
- [7] Ulya, A. (2019). Peramalan Harga Saham Penutupan menggunakan Metode Vector Autoregressive Moving Average (VARMA). Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- [8] Wei, W. W. (2006). Time Series Analysis Univariate and Multivariate. Philadelphia: Greg Tobin.
- [9] Winarso. (2003). Pengertian Iklim dan Cuaca. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- [10] Yozgatligil, C. (2009). vol 63 No 4. Representation of Multiplicative Seasonal Vector, 7.
- [11] Febyanti, F. (2022). Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Harga Rumah di Jabodetabek Menggunakan Metode Regresi Probit. *Jurnal Riset Statistika*, 50–56. <https://doi.org/10.29313/jrs.vi.905>
- [12] Firdayanti, E., 1*, D., & Hajarisman, N. (2023). Penanganan Data Hilang pada Pemodelan Persamaan Terstruktur melalui Metode Full Information Maximum Likelihood (FIML). 1(1), 11–18. <https://doi.org/10.29313/datamath.v1i1.10>
- [13] Zain, M. N. (2022). Algoritma Artificial Neural Network dalam Klasifikasi Chest X-Rays Pasien COVID-19. *Jurnal Riset Statistika*, 137–144. <https://doi.org/10.29313/jrs.v2i2.1426>