

# ***Forecasting Data Time Series Berpola Musiman Menggunakan Model SARIMA (Studi Kasus: Sungai Cipeles-Warungpeti)***

Dadang Ruhiat<sup>1,a)</sup>, Euis Siti Masrulloh<sup>2,b)</sup>, Fadli Azis<sup>3,c)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Matematika FMIPA Universitas Bale Bandung

<sup>a)</sup> [dadangwiraruhiat@gmail.com](mailto:dadangwiraruhiat@gmail.com)

<sup>b)</sup> [euissaja1202@gmail.com](mailto:euissaja1202@gmail.com)

<sup>c)</sup> [fadliazis@unibba.ac.id](mailto:fadliazis@unibba.ac.id)

**Abstrak.** Sungai memiliki peranan penting bagi perkembangan peradaban manusia di seluruh dunia. Pengelolaan sumber daya air yang baik memerlukan pengetahuan hidrologi agar data hidrologis dari suatu daerah dapat diperoleh. Salah satu data yang dapat dikumpulkan adalah informasi mengenai ketersediaan air pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Oleh karena itu, pemodelan *forecasting* debit sungai merupakan salah satu alternatif untuk dapat memprediksi pola ketersediaan air. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan *forecasting* data *time series* berpola musiman dengan menggunakan metode Box-Jenkins. Model yang digunakan untuk *forecasting* adalah metode terbaik yang memenuhi syarat signifikansi parameter, *white noise*, serta memiliki nilai kebaikan model yang tinggi. Perbandingan dilakukan terhadap hasil *forecasting* model-model terbaik dari model-model Box-Jenkins. Berdasarkan hasil analisis, model SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 35.18 % merupakan model *forecasting* terbaik untuk data debit Sungai Cipeles dengan tingkat keakuratan model berdasarkan *MAPE out of sample* sebesar 64.82 %.

Kata kunci : *Forecasting*, *Time series*, Musiman, SARIMA, MAPE

## **PENDAHULUAN**

Air merupakan komponen abiotik yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup di bumi. Keberadaan air juga menciptakan ekosistem-ekosistem yang disebut dengan ekosistem akuatik (perairan). Ekosistem akuatik merupakan ekosistem terbesar yang berada di bumi, hampir 70% permukaan bumi ditutupi oleh air. Sehingga hanya 30% bagian bumi yang merupakan daratan. Oleh karena itulah bumi disebut planet biru di tata surya (Helmi, 2020).

Sungai memiliki peranan penting bagi perkembangan peradaban manusia di seluruh dunia. Selain sebagai sumber air sungai memiliki manfaat lain, diantaranya sebagai sarana transformasi, pembangkit tenaga listrik, penyedia air untuk kebutuhan irigasi, penyedia air minum, kebutuhan industri, pariwisata, pengembangan perikanan, serta sebagai saluran pembuangan. Sungai juga berfungsi sebagai penampung air hujan yang turun di atas permukaan bumi dan mengalirkannya ke laut atau ke danau-danau. Prediksi terhadap kritisnya ketersediaan air di masa yang akan datang didasarkan pada kecenderungan meningkatnya populasi penduduk dan jumlah industri, sehingga terjadinya peningkatan kebutuhan air, yang diproyeksikan beberapa periode ke depan. Pengelolaan sumber daya air yang baik memerlukan pengetahuan hidrologi agar data hidrologis dari suatu daerah dapat diperoleh. Salah satu data yang dapat dikumpulkan adalah informasi mengenai ketersediaan air pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS), dimana informasi tersebut juga dibutuhkan dalam melakukan pengelolaan air. Mengingat perilaku hidrologis yang sifatnya tidak menentu mengakibatkan pola data penentuan waktu dan kuantitas ketersediaan air dalam praktiknya sulit untuk dilakukan. Oleh karena itu, pemodelan *forecasting* debit sungai merupakan salah satu alternatif untuk dapat memprediksi pola ketersediaan air (Sari

dkk, 2012).

Sungai Cipeles merupakan sungai yang membentang di sepanjang Kabupaten Sumedang. Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipeles merupakan bagian dari DAS (Cimanuk Tengah) yang berada di Kabupaten Sumedang. Panjang Sungai Cipeles 61 km dengan luas DAS 302 km<sup>2</sup>. Topografi Cipeles tidak jauh berbeda dengan sungai induknya yaitu Sungai Cimanuk. Kedua sungai ini dibentuk oleh gunung-gunung yaitu sekitar 67,67% sedangkan sisanya bertopografi datar sanoai berbukit-bukit. Iklim didaerah ini didominasi oleh iklim tropis yang dipengaruhi oleh angin muson. Iklim Sub DAS Cipeles termasuk tipe iklim D, dengan curah hujan tahunan berkisar antara 645-2379 mm. Sungai Cipeles tidak pernah kering sepanjang tahun. Terdapat 11 anak sungai yang mengalir ke Sungai Cipeles, yaitu Cihorang, Ciseda, Cipongkor, Cisugan, Cipicung, Cileuleuy, Cihonje, Cikoneng, Ciderma, Cicapar, dan Ciraden (Hermawan, 2010).

Sebuah *forecasting* membutuhkan tingkat akurasi yang tinggi, untuk itu dilakukan sebuah analisis untuk mendapatkan hasil yang terbaik sehingga tingkat akurasi dapat di pertahankan. Pemodelan dan *forecasting* debit sungai melalui pendekatan berbasis statistik parametrik, sebelumnya telah dilakukan oleh beberapa peneliti, dimana metode yang digunakan umumnya adalah Box-Jenkins, baik yang melibatkan faktor musiman pada proses pemodelannya atau tidak (Ruhiat dkk, 2020).

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) merupakan metode Box-Jenkins yang digunakan dalam pemodelan data runtun waktu (Lestari dan Wahyuningsih, 2012). Kedua metode tersebut menghasilkan prediksi atau *forecasting* berdasarkan data masa lalu. Hanya saja dalam proses pemodelan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) tidak melibatkan faktor musiman, sedangkan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) melibatkan faktor musiman dalam proses pemodelannya. Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode Box-Jenkins untuk pemodelan data *time series*. (Ruhiat dan Efendi, 2018), melakukan penelitian mengenai pengaruh faktor musiman pada pemodelan deret waktu untuk peramalan debit sungai dengan metode SARIMA. (Hanggara dkk, 2015), melakukan analisa peramalan debit sungai menggunakan metode ARIMA di sungai Brantas Hulu. (Murtiningrum dkk, 2016), melakukan penelitian mengenai prediksi debit sungai Bedog dan Gajahwong dengan model ARIMA sebagai dasar penentuan pola tanam.

Berdasarkan uraian diatas peneliti termotivasi untuk melakukan penelitian terhadap data hidrologi yaitu *forecasting* data debit Sungai Cipeles-Warungpeti dengan menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). Dengan diperolehnya pemodelan debit sungai yang sesuai untuk data debit sungai Cipeles-Warungpeti diharapkan dapat memberi informasi terkait ketersediaan air yang bermanfaat untuk pengelolaan sumber daya air. Adapun judul penelitian ini adalah “*Forecasting Data Time Series* Berpola Musiman Menggunakan Model SARIMA (Studi Kasus : Sungai Cipeles-Warungpeti)”.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di DAS Cipeles yang merupakan sub-DAS dari DAS Cimanuk bagian tengah yang secara administratif berada di wilayah Kabupaten Sumedang Provinsi Jawa Barat. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder debit sungai hasil pengukuran Pos Duga Air (PDA) Sungai Cipeles-Warungpeti selama 12 tahun dengan periode pencatatan tahun 2009-2020. Data diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Cimanuk-Cisanggarung, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR).



$$\Phi_P(B^s)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = \theta_q(B)\theta_Q(B^s)\alpha_t \quad (5)$$

dengan :

$Z_t$  : data deret waktu dengan rata-rata  $\mu$

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

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

$\phi_p(B)$  : Autoregressive non- musiman

$\theta_q(B)$  : Moving Average non-musiman

$\Phi_P(B^s)$  : Autoregressive musiman

$\theta_Q(B^s)$  : Moving Average musiman

$\alpha_t$  : residu pada periode ke  $t$

Tahapan pemodelan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Plot Data dan Identifikasi Pola Musiman

Tahap pertama dalam mengidentifikasi model adalah membuat plot data *time series* data debit sungai Cipeles-Warungpeti untuk mengetahui apakah data tersebut mengandung pola musiman atau tidak dilakukan dengan menggunakan metode regresi spektral dengan bantuan *software R*.

#### 2. Identifikasi Kestasioneran Data

Setelah melakukan plot data *time series*, kemudian lihat apakah data sudah stasioner atau belum. Jika tidak stasioner dalam rata-rata maka lakukan *differencing*, sedangkan jika tidak stasioner dalam variansi maka lakukan transformasi Box-Cox dengan bantuan *software Minitab 16*.

#### 3. Plot ACF dan PACF

Langkah selanjutnya yaitu plot ACF dan PACF, apakah data telah stasioner setelah dilakukan tranformasi dan *differencing*, dengan melihat plot ACF dan PACF juga dapat menduga model yang memungkinkan.

#### 4. Uji Diagnostik

Uji diagnostik dilakukan dengan melakukan uji signifikansi parameter dan pengujian asumsi residual *white noise* dengan bantuan *software Minitab 16*.

#### 5. Penentuan Alternatif Model

#### 6. Uji Kebaikan Model

Ukuran kebaikan model atau validasi model dalam penelitian ini menggunakan kriteria *Root Mean Square Error (RMSE)* dan *MAPE*.

##### a. Root Mean Square Error (RMSE)

Secara matematis perhitungan *mean square error (MSE)* dirumuskan sebagai berikut :

$$MSE_{insample} = \frac{SSE}{n - n_p} \quad (6)$$

Dimana

$SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2$  Adalah dugaan dari residual  $e_i = X_i - \hat{X}_i$

$n$  = banyaknya residual

$n_p$  = banyaknya parameter yang diduga

##### b. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Secara matematis perhitungan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dirumuskan sebagai berikut :

$$MAPE = \left(\frac{100}{n}\right) \sum \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (7)$$

dengan :

$A_t$  : Data aktual pada periode  $t$

$F_t$  : *Forecasting* pada periode  $t$

$n$  : Jumlah periode *forecasting* yang terlibat

Terdapat analisa terkait kriteria nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* yang disajikan dalam Tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Kriteria Nilai MAPE**

Nilai MAPE	Kriteria
< 10%	Sangat Baik
10% – 20%	Baik
20% – 50%	Cukup
> 50%	Buruk

Sumber: Bossarito 2018

7. Model Terbaik

Setelah dilakukan uji kebaikan model, maka akan diperoleh model terbaik dari hasil analisis.

8. *Forecasting*

Setelah semua parameter model signifikan serta seluruh asumsi terpenuhi, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *forecasting* untuk masa yang akan datang. *Forecasting* dilakukan dengan menggunakan model terbaik dari model-model Box-Jenkins.

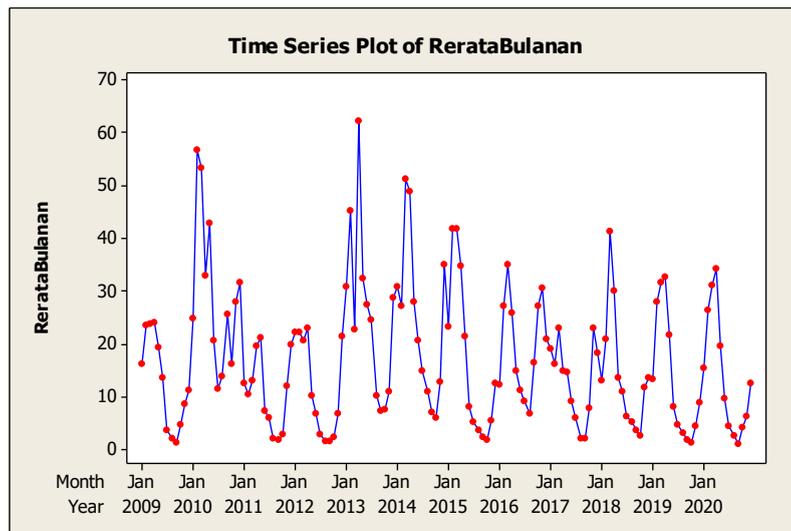
9. Validasi dan Kalibrasi

Tahapan terakhir dalam *forecasting* adalah validasi dan kalibrasi hasil *forecasting* dengan data aktual/observasi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Plot Data dan Identifikasi Pola Musiman**

Plot data *time series* debit sungai Cipeles-Warungpeti menggunakan software statistik Minitab Versi 16, dan hasilnya disajikan pada Gambar 2.



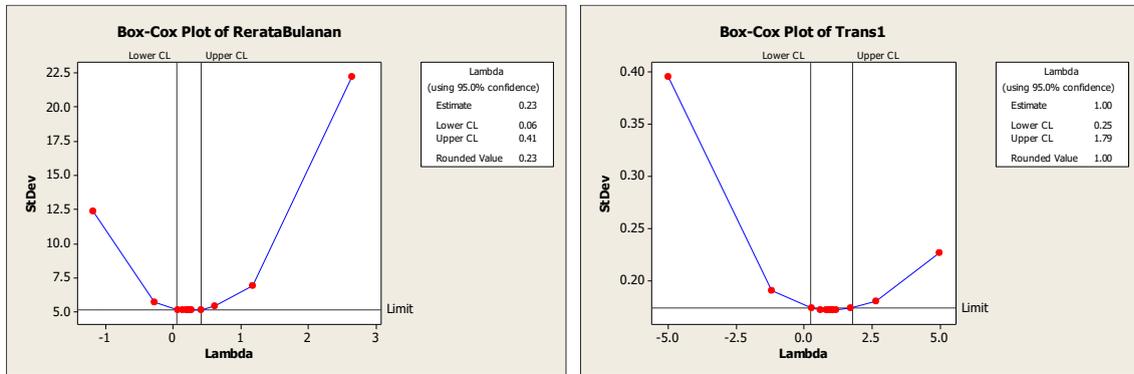
Sumber: Hasil Analisis Data dengan Software Minitab

**Gambar 2. Plot Data Time Series**

Berdasarkan Gambar 1 secara visual data terlihat berpola musiman. Namun untuk memastikan apakah benar berpola musiman atau tidak, perlu dilakukan uji statistik untuk identifikasi pola musiman dengan menggunakan metode regresi spektral yang dalam proses perhitungannya menggunakan bantuan komputasi *software* R. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diidentifikasi data berpola musiman dengan periode 12. Sehingga selanjutnya dalam *forecasting* dapat menggunakan metode *Seasonal ARIMA* (SARIMA). Sebagai pembanding juga akan dilakukan *forecasting* debit sungai menggunakan model ARIMA.

Berdasarkan Gambar 1, secara visual juga dapat dilihat bahwa data *time series* tidak stasioner terhadap variansi sehingga perlu dilakukan transformasi dengan menggunakan metode Box-Cox. Perhitungan

transformasi menggunakan bantuan *software* Minitab versi 18, dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3(a).



Sumber: Hasil Analisis Data dengan Minitab

(a)

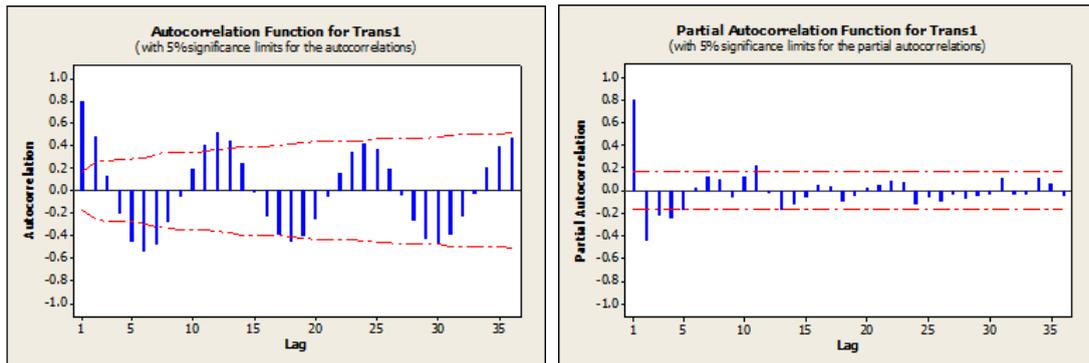
(b)

**Gambar 3. Transformasi Box-Cox Debit**

Berdasarkan gambar diatas nilai *Rounded Value* pada transformasi Box-Cox adalah 0.23 artinya nilai tersebut belum signifikan sehingga dapat dikatakan bahwa data belum stasioner terhadap variansi. Oleh karena itu, perlu dilakukan transformasi kedua terhadap data tersebut dan hasil disajikan pada Gambar 3(b). Berdasarkan Gambar 3(b), diperoleh nilai *Rounded Value* sebesar 1.00 yang diinterpretasikan bahwa data sudah stasioner terhadap variansi.

### Plot ACF dan PACF

Plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) disajikan pada Gambar 4(a) dan 4(b).



Sumber: Hasil Analisis Data dengan Minitab

(a)

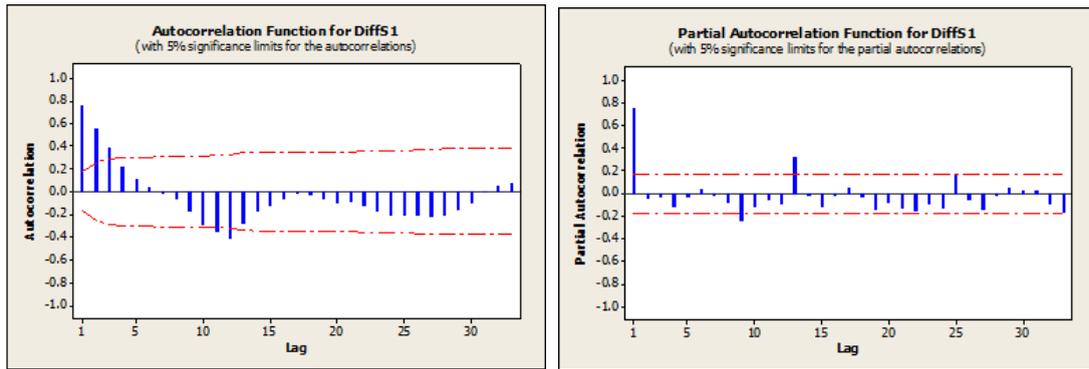
(b)

**Gambar 4. Plot ACF dan PACF data hasil transformasi**

Dari Gambar 3 terlihat bahwa plot ACF *dies down* dan plot PACF *cuts off* pada lag 1,2,3, dan 4, sehingga diperoleh model ARIMA yang cocok adalah AR(4). Dari analisis tersebut diperoleh model-model ARIMA yang diduga cocok untuk *forecasting data time series*, yaitu sebagai berikut :

1. AR(4) atau ARIMA (4,0,0)
2. AR(3) atau ARIMA (3,0,0)
3. AR(2) atau ARIMA (2,0,0)
4. AR(1) atau ARIMA (1,0,0)

Kemudian untuk mendapatkan nilai *P, D,* dan *Q* untuk model SARIMA maka harus terlebih dahulu dilakukan *differencing* musiman lag 12. Hasil *differencing* lag musiman dapat dilihat dari plot ACF dan PACF yang disajikan dalam Gambar 5(a) dan 5(b).



Sumber: Hasil Analisis Data dengan Minitab

(a) (b)  
**Gambar 5. Plot ACF dan PACF Data hasil differencing**

Dari Gambar 4. terlihat bahwa untuk lag non-musiman plot ACF *dies down* dan plot PACF *cuts off* setelah lag 1. Sedangkan untuk lag musiman plot ACF *cuts off* pada lag ke 12 dan plot PACF *dies down*. Dengan demikian diperoleh beberapa alternatif model SARIMA yang diduga cocok untuk *forecasting* data *time series* debit sungai, antara lain:

1. SARIMA(0,0,1)(1,1,1)<sup>12</sup>
2. SARIMA(1,0,0)(1,1,1)<sup>12</sup>
3. SARIMA(0,0,1)(0,1,1)<sup>12</sup>
4. SARIMA(0,0,1)(1,1,0)<sup>12</sup>
5. SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup>
6. SARIMA(1,0,0)(1,1,0)<sup>12</sup>

### Uji Diagnostik

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh perbandingan uji signifikansi parameter dan uji *white noise* terhadap model-model Box-Jenkins. Berikut ini merupakan hasil *output* uji signifikansi parameter dan uji *white noise* dari *softwae* Minitab 16 yang disajikan dalam Tabel berikut:

1. Model AR(*p*) atau ARIMA(*p*, 0,0)

**Tabel 2. Perbandingan Model Berdasarkan Tingkat Signifikansi Model**

	ARIMA			
	(4,0,0)	(3,0,0)	(2,0,0)	(1,0,0)
$\mu$	0.83977	0.65865	0.52662	0.36745
Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000
AR(1)	0.9685	1.0333	1.1384	0.7964
Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000
AR(2)	-0.1853	-0.1482	-0.4303	—
Sig.	0.113	0.216	0.000	—
AR(3)	0.0201	-0.2501	—	—
Sig.	0.863	0.000	—	—
AR(4)	-0.2683	—	—	—
Sig.	0.002	—	—	—

Sumber: Hasil Pengolahan Data

**Tabel 3. Perbandingan Model Berdasarkan Uji White Noise**

	ARIMA			
	(4,0,0)	(3,0,0)	(2,0,0)	(1,0,0)

White Noise	Tidak Terpenuhi	Tidak Terpenuhi	Terpenuhi	Terpenuhi
-------------	-----------------	-----------------	-----------	-----------

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan kedua tabel di atas, alternatif model yang terpilih adalah model AR(2) atau ARIMA(2,0,0) dan AR(1) atau ARIMA(1,0,0) karena setiap koefisien parameter pada model tersebut signifikan. Selain itu, kedua model tersebut memenuhi syarat *white noise*.

2. Model SARIMA  $(p, d, q)(P, D, Q)^S$

**Tabel 4. Perbandingan Model Berdasarkan Tingkat Signifikansi Model**

	SARIMA					
	$(0,0,1)$ $(1,1,1)^{12}$	$(1,0,0)$ $(1,1,1)^{12}$	$(0,0,1)$ $(0,1,1)^{12}$	$(0,0,1)$ $(1,1,0)^{12}$	$(1,0,0)$ $(0,1,1)^{12}$	$(1,0,0)$ $(1,1,0)^{12}$
$\mu$	-0.014176	-0.003383	-0.012807	-0.01952	-0.003458	-0.00449
Sig.	0.003	0.152	0.011	0.547	0.175	0.801
AR(1)	-	0.7154	-	-	0.7178	0.7389
Sig.	-	0.000	-	-	0.000	0.000
MA(1)	-0.5899	-	-0.5944	-0.4988	-	-
Sig.	0.000	-	0.000	0.000	-	-
AR(1) <sup>S</sup>	-0.1123	-0.0368	-	-0.6006	-	-0.4836
Sig.	0.261	0.715	-	0.000	-	0.000
MA(1) <sup>S</sup>	0.9138	0.9249	0.9172	-	0.9110	-
Sig.	0.000	0.533	0.000	-	0.000	-

Sumber: Hasil Pengolahan Data

**Tabel 5. Perbandingan Model Berdasarkan Uji White Noise**

	SARIMA					
	$(0,0,1)$ $(1,1,1)^{12}$	$(1,0,0)$ $(1,1,1)^{12}$	$(0,0,1)$ $(0,1,1)^{12}$	$(0,0,1)$ $(1,1,0)^{12}$	$(1,0,0)$ $(0,1,1)^{12}$	$(1,0,0)$ $(1,1,0)^{12}$
White Noise	Tidak Terpenuhi	Terpenuhi	Tidak Terpenuhi	Tidak Terpenuhi	Terpenuhi	Terpenuhi

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan kedua tabel di atas, alternatif model yang terpilih adalah model SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> karena setiap koefisien parameter pada model tersebut signifikan serta memenuhi syarat *white noise* pada uji diagnostik.

**Uji Kebaikan Model**

Uji kebaikan model tersebut disajikan dalam tabel perbandingan nilai *Mean Square Error* (RMSE) hasil output Minitab 18 berikut ini.

**Tabel 6. Hasil Nilai MSE (Mean Square Error)**

Model	MS
ARIMA(4,0,0)	0.03646
ARIMA(3,0,0)	0.03889
ARIMA(2,0,0)	0.04118
ARIMA(1,0,0)	0.05001

SARIMA (0,0,1)(1,1,1) <sup>12</sup>	0.03474
SARIMA (1,0,0)(1,1,1) <sup>12</sup>	0.02783
SARIMA (0,0,1)(0,1,1) <sup>12</sup>	0.03482
SARIMA (0,0,1)(1,1,0) <sup>12</sup>	0.05384
SARIMA (1,0,0)(0,1,1) <sup>12</sup>	0.02818
SARIMA (1,0,0)(1,1,0) <sup>12</sup>	0.04156

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari Tabel 6. terlihat bahwa nilai MSE semua model bervariasi. Berdasarkan tabel uji kebaikan di atas, model ARIMA yang memiliki nilai MSE terkecil adalah model AR(4) atau ARIMA(4,0,0). Sedangkan untuk model SARIMA yang memiliki nilai MSE terkecil adalah model SARIMA (1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup>.

### Model Terbaik

Berdasarkan alternatif model dan uji kebaikan model, model yang terpilih adalah model AR(2) atau ARIMA(2,0,0) dan model SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup>. Walaupun model AR(2) memiliki nilai MS lebih besar dibandingkan dengan model AR(4) dan AR(3), tetapi koefisien-koefisien pada model AR(2) signifikan, serta memenuhi syarat *white noise*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model AR(2) dan model SARIMA (1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> merupakan model terbaik untuk data Debit Sungai Cipeles-Warungpeti Sumedang.

### Forecasting

Setelah diperoleh model terbaik, tahap selanjutnya adalah melakukan *forecasting* untuk periode selanjutnya. Dalam tahap ini akan dilakukan *forecasting* debit sungai untuk 12 periode ke depan. Hasil *forecasting* untuk 12 periode kedepan disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Forecasting

Periode	Hasil Forecasting	
	ARIMA	SARIMA
Jan-21	14.99	13.20
Feb-21	16.12	24.80
Mar-21	16.65	29.70
Apr-21	16.91	30.00
May-21	17.03	19.40
Jun-21	17.10	8.50
Jul-21	17.13	4.40
Aug-21	17.15	2.10
Sep-21	17.16	1.80
Oct-21	17.16	2.60
Nov-21	17.16	10.30
Dec-21	17.16	14.50

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari Tabel 6. diperoleh bahwa hasil analisis dengan metode AR(2) lebih besar dibandingkan hasil analisis dengan menggunakan metode SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup>. Perhitungan *forecasting* debit sungai Cipeles-Warungpeti untuk periode selanjutnya dengan menggunakan metode ARIMA(2,0,0) atau AR(2) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$X_t = 0.52662 + 1.1384X_{t-1} - 0.4303X_{t-2} + \epsilon_t \tag{8}$$

Sedangkan persamaan umum untuk model SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> yaitu:

$$X_t = X_{t-12} + \alpha_t - 0.7178\alpha_{t-1} - 0.9110\alpha_{t-12} + 0.6539\alpha_{t-13} \tag{9}$$

### Validasi dan Kalibrasi

Tahap terakhir dalam analisis *time series* ini adalah melakukan validasi dan kalibrasi. Kalibrasi pada penelitian ini menggunakan data perbandingan hasil *forecasting* dengan data aktual 2021 selama 12 bulan atau 12 periode. Data perbandingan tersebut disajikan dalam Tabel 8. berikut.

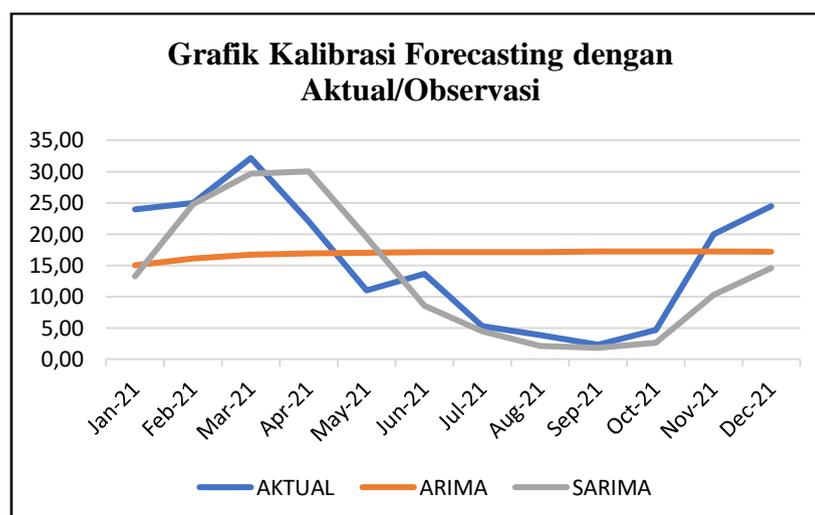
**Tabel 8. Perbandingan Hasil Forecasting dengan Data Aktual/Observasi**

PERIODE	AKTUAL	FORECAST		$\frac{ A_t - F_t }{A_t}$	
		ARIMA	SARIMA	ARIMA	SARIMA
Jan-21	23.91	14.99	13.20	0.37	0.45
Feb-21	24.94	16.12	24.80	0.35	0.01
Mar-21	32.14	16.65	29.70	0.48	0.08
Apr-21	21.95	16.91	30.00	0.23	0.37
May-21	10.94	17.03	19.40	0.56	0.77
Jun-21	13.68	17.10	8.50	0.25	0.38
Jul-21	5.29	17.13	4.40	2.24	0.17
Aug-21	3.84	17.15	2.10	3.46	0.45
Sep-21	2.30	17.16	1.80	6.47	0.22
Oct-21	4.68	17.16	2.60	2.66	0.45
Nov-21	19.96	17.16	10.30	0.14	0.48
Dec-21	24.41	17.16	14.50	0.30	0.41
<b>JUMLAH</b>				<b>17.51</b>	<b>4.22</b>
<b>MAPE</b>				<b>145.92</b>	<b>35.18</b>

Sumber: Hasil Perhitungan Analisis Data

Dari Tabel 8. diperoleh nilai *error* terkecil adalah nilai MAPE untuk model SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> yaitu sebesar 35.18%. Nilai ini memiliki arti bahwa tingkat keakuratan model berdasarkan nilai *MAPE out of sample* adalah sebesar 64.82%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *forecasting* dengan menggunakan metode SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> cukup untuk digunakan.

Berikut ini disajikan grafik kalibrasi antara data hasil *forecasting* baik ARIMA maupun SARIMA dengan data aktual/observasi.



Sumber: Hasil Analisis Data

**Gambar 6. Plot Forecasting dan Data Aktual Debit Sungai Cipeles-Warungpeti**

Dari grafik pada Gambar 6., terlihat bahwa pola data hasil *forecasting* model SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> mengikuti pola data aktual, namun memiliki nilai MAPE out of sample lebih besar dari 50 %.

## KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model ARIMA terbaik untuk *forecasting* data debit sungai Cipeles-Warungpeti yaitu model ARIMA(2,0,0) atau AR(2) dan ditulis dalam bentuk berikut:

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

Dengan menggunakan *software* Minitab 16 diperoleh hasil analisis nilai parameter, yaitu:

$$\mu = \beta_0 = 0.52662, \beta_1 = 1.1384, \beta_2 = -0.4303$$

sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$X_t = 0.52662 + 1.1384X_{t-1} - 0.4303X_{t-2} + \varepsilon_t$$

2. Model SARIMA terbaik untuk *forecasting* data debit sungai Cipeles-Warungpeti yaitu model SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> atau dapat ditulis dalam bentuk berikut:

$$X_t = X_{t-12} + \alpha_t - \phi_1 \alpha_{t-1} - \theta_1 \alpha_{t-12} + \phi_1 \theta_1 \alpha_{t-13}$$

Dengan menggunakan *software* Minitab 16 diperoleh hasil analisis nilai parameter, yaitu:

$$\phi_1 = 0.7178, \theta_1 = 0.9110$$

Sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$X_t = X_{t-12} + \alpha_t - 0.7178 - 0.9110\alpha_{t-12} + 0.6539\alpha_{t-13}$$

3. Berdasarkan hasil *forecasting* data debit sungai Cipeles-Warungpeti, diperoleh nilai MAPE dari model AR(2) atau ARIMA(2,0,0) adalah 145.92. Sedangkan nilai MAPE dari model SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> adalah 35.18, yang berarti nilai MAPE model SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> lebih kecil dari nilai MAPE AR(2) atau ARIMA(2,0,0). Sehingga model yang layak digunakan untuk *forecasting* debit sungai Cipeles-Warungpeti adalah model SARIMA(1,0,0)(0,1,1)<sup>12</sup> dengan tingkat keakuratan model sebesar 64.82%.

## REKOMENDASI

*Forecasting* data *timeseries* debit sungai pada penelitian ini menggunakan metode Sesonal ARIMA (SARIMA). Meskipun memiliki nilai MAPE *in sample* sebesar 35,18 % yang dapat dikategorikan cukup baik, namun memiliki nilai MAPE out of sample yang lebih besar dari 50 %. Oleh karena itu, pemodelan *forecasting* dengan menggunakan data debit sungai yang berpola musiman dapat dicobakan metode lain seperti Singular Spectrum Analysis (SSA) dan Artificial Neural Network (ANN).

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Fadli Azis, S.Mat., M.Mat, selaku pengelola Jurnal Riset Matematika dan Sains Terapan (JRMST), yang telah memberikan kesempatan untuk bisa publikasi paper hasil penelitian di JRMST volume kedua ini.

## REFERENSI

- [1] Ahdika, A. (2017). *Peramalan Jumlah Penjualan Sampul dengan Metode Grey System dan SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average)*(Studi Kasus: Data Penjualan Produk Sampul Map Ijazah dan Rapor di CV. Larassukma Yogyakarta Tahun 2015 hingga 2016).
- [2] ARUAN, S. S. (2021). The Perbandingan Metode ARIMA dan SARIMA dalam Peramalan Penjualan Kelapa. *JAMI: Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 2(2), 186-198.
- [3] Fransiska, H., Novianti, P., & Agustina, D. (2019). Permodelan Curah Hujan Bulanan Di Kota Bengkulu dengan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)*. In *Seminar Nasional Official Statistics* (Vol. 2019, No. 1, pp. 390-395).
- [4] GAURIS, P. E. L. (2021). *Forecasting Data Hujan menggunakan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) untuk Perbandingan Debit Banjir Saluran Drainase Induk Wahidin Di Kota Mataram* (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- [5] Jiblathar, P. (2021). *Estimasi Indeks Harga Properti Residensial dengan menggunakan Metode*

*Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* (Doctoral dissertation, Matematika).

- [6] 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.
- [7] Lestari, N., & Wahyuningsih, N. (2012). Peramalan Kunjungan Wisata dengan Pendekatan Model Sarima (Studi Kasus: Kusuma Agrowisata). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), A29-A33.
- [8] Nurjanah, I. S., Ruhiat, D., & Andiani, D. (2018). Implementasi Model *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* Untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Di Pulau Sumatera. *TEOREMA: Teori Dan Riset Matematika*, 3(2), 145-156.
- [9] Putri, S. (2022). Peralaman Jumlah Keberangkatan Penumpang Pelayaran dalam Negeri Di Pelabuhan Tanjung Perak menggunakan Metode ARIMA dan SARIMA. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika* (Volume 10 No 01, e-ISSN : 2716-506X | p-ISSN : 2301-9115)
- [10] Ruhiat, D. (2018). Pengaruh Faktor Musiman Pada Pemodelan Deret Waktu untuk Peramalan Debit Sungai dengan Metode ARIMA. *Teorema: Teori dan Riset matematika*, 2(2), 117-128.
- [11] Ruhiat, D., Andiani, D., & Kamilah, W. N. (2020). Forecasting Data Runtun Waktu Musiman menggunakan Metode Singular Spectrum Analysis (SSA). *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 5(1), 47-60.
- [12] Sadili, A., Ramadan, A., & Asniar, N. (2021). Studi Analisis Curve Number dari Satuan Peta Tanah Indonesia Terhadap Debit Banjir Bendung Pataruman. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 1(2), 20-32.
- [13] Ul Ukhra, A. (2016). Pemodelan dan Peramalan Data Deret Waktu dengan Metode Seasonal Arima. *Jurnal Matematika UNAND*, 3(3), 59-67.
- [14] Utomo, P. (2020). *Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Di Indonesia menggunakan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- [15] Yunita, T. (2020). Peramalan Jumlah Penggunaan Kuota Internet menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *Journal of Mathematics Theory and Application*, 2(1), 16-22.