

PENGARUH FAKTOR MUSIMAN PADA PEMODELAN DERET WAKTU UNTUK PERAMALAN DEBIT SUNGAI DENGAN METODE SARIMA

Dadang Ruhiat¹, Adang Effendi²

¹Program Studi Matematika FMIPA Universitas Bale Bandung

²Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Galuh

email: dadangwiraruhiat@gmail.com

Dikirim: 6 Februari 2018; Diterima: 6 Maret 2018; Dipublikasikan: 31 Maret 2018

ABSTRAK

Pemodelan dan peramalan deret waktu saat ini berkembang dan banyak digunakan di berbagai bidang termasuk di bidang hidrologi. Salah satu parameter hidrologi yang sangat penting adalah debit sungai. Besaran dan fluktuasi debit sungai pada periode waktu tertentu sangat dipengaruhi oleh faktor musiman, yaitu musim hujan dan kemarau. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor musiman terhadap kemampuan model dalam menirukan dan meramalkan perilaku dari data debit sungai. Pemodelan dilakukan berbasis kepada pendekatan metode statistik Box-Jenkins, yaitu *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan melibatkan faktor musiman dalam pemodelannya, yang dikenal dengan model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). Model yang digunakan untuk peramalan adalah model yang terbaik, yaitu model yang memenuhi syarat signifikansi parameter, *white noise* dan memiliki nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang terkecil. Perbandingan dilakukan terhadap hasil peramalan model-model terbaik, masing-masing terbaik dari model SARIMA dan model ARIMA non musiman, sehingga dapat diketahui pengaruh faktor musiman terhadap hasil pemodelan dan peramalan. Hasil analisis menunjukkan ternyata model SARIMA terbaik lebih layak digunakan daripada model Arima non musiman.

Kata Kunci : SARIMA, Box-Jenkins, Faktor Musiman dan MAPE.

PENDAHULUAN

Informasi terkait debit sungai sangat penting dalam rekayasa dan pengelolaan sumber daya air (SDA), karena kelangsungan makhluk hidup dan segala aktivitas manusia di berbagai bidang kehidupan sangat tergantung pada ketersediaan air. Namun ketersediaan air baik dalam kuantitas maupun kualitas dari waktu ke waktu cenderung menurun seiring dengan munculnya berbagai permasalahan lingkungan.

Terkait dengan potensi ketersediaan air, pendekatan berbasis statistik bisa dilakukan untuk memperkirakan potensi ketersediaan air permukaan, yaitu melalui pemodelan dan peramalan (*forecasting*) debit sungai. Metode pemodelan dan peramalan deret waktu terus berkembang, dan salah satu metode klasik yang sering digunakan adalah metode Box-Jenkins atau yang dikenal juga dengan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA).

Beberapa metode dan teknik deret waktu lainnya sudah digunakan untuk pemodelan dan peramalan debit sungai. Lukman dan Susanto (2007), menggunakan teknik *Exponential Smoothing*, untuk peramalan debit Sungai Cabenge di SWS Walanae-Cenranae. Kemudian Mulyana (2007), menggunakan metode ARMA untuk pemodelan debit air Sungai Cikapundung. Juwono (2010), melakukan kajian mengenai pengaruh perbedaan rerata data debit pada pemodelan deret berkala untuk peramalan debit sungai dengan metode ARFIMA. Suprayogi, Fauzi dan Efrizal (2015), melakukan pengembangan model hidrologi runtun waktu untuk peramalan debit sungai menggunakan *Daubechies Wavelet – Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* pada Sub DAS Siak Bagian Hulu. Namun beberapa metode deret waktu tersebut merupakan metode deret waktu yang tidak melibatkan faktor musiman dalam pemodelannya.

Seiring dengan perkembangan pemodelan deret waktu dan aplikasinya, metode deret waktu musiman mulai banyak digunakan untuk pemodelan dan peramalan di berbagai bidang. Darmawan (2009), melakukan kajian perbandingan model deret waktu pemakaian listrik yang mengandung pola musiman ganda. Sakhabakhsh dan Yarmohammadi (2012), melakukan studi tentang penggunaan *Seasonal ARIMA* dalam ilmu energi. Bako dan Matias (2013), menggunakan model Arima musiman untuk memprediksi hasil tangkapan ikan.

Penentuan metode yang digunakan untuk pemodelan dan peramalan deret waktu harus disesuaikan dengan karakteristik data historis. Pemodelan data deret waktu yang teridentifikasi mengandung faktor musiman hendaknya menggunakan metode-metode yang melibatkan faktor musiman dalam proses pemodelannya. Hal ini dilakukan oleh Ruhiat (2016), dalam tesisnya mencoba menggunakan metode *Seasonal ARFIMA* untuk pemodelan dan peramalan debit Sungai Cimanuk.

Seperti halnya diketahui bahwa sungai-sungai di wilayah Indonesia pada umumnya sangat dipengaruhi oleh dua faktor musiman, yaitu musim hujan dan kemarau. Fluktuasi debit sungai terjadi setiap saat. Debit puncak sungai terjadi di musim hujan dan debit terendah terjadi pada musim kemarau. Kondisi ini terjadi juga pada debit Sungai Citarum yang merupakan sungai terbesar dan terpanjang serta memiliki kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) terbesar di Provinsi Jawa Barat. Sungai Citarum juga merupakan sumber air dari tiga waduk besar multi guna di Jawa barat, yaitu Waduk Saguling, Waduk Cirata dan Waduk Jatiluhur. Atas dasar hal tersebut, studi kasus pada penelitian ini digunakan data historis debit Sungai Citarum hasil pencatatan Pos Duga Air (PDA) Citarum-Nanjung selama 23 tahun terakhir dalam bentuk debit bulanan rata-rata ($m^3/detik$). PDA Citarum-Nanjung terletak di Desa Nanjung Kecamatan Batujajar Kabupaten Bandung Barat.

Telaah pada penelitian ini dititikberatkan pada pengaruh faktor musiman yang dimiliki oleh data debit Sungai Citarum terhadap hasil pemodelan dan peramalannya. Berdasarkan atas hal tersebut maka judul dalam penelitian ini adalah "Pengaruh Faktor Musiman Pada Pemodelan Deret

Waktu Untuk Peramalan Debit Sungai dengan Metoda SARIMA (Studi Kasus Debit Sungai Citarum Pos Duga Debit Nanjung)".

METODE PENELITIAN

Salah satu metode yang biasa digunakan dalam analisis deret waktu adalah metode Box-Jenkin, atau yang dikenal juga dengan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Persamaan umum dari model ARIMA (Wei, 2006) adalah sebagai berikut.

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_0 + \theta_q(B) a_t \quad (1)$$

dimana $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$ adalah operator AR

dan $\theta_q(B) = (1 - \Theta_1 B - \dots - \Theta_q B^q)$ adalah operator MA.

θ_0 adalah parameter yang tergantung pada nilai d yang dibedakan menjadi $d = 0$ dan $d > 0$.

Jika $d = 0$, maka proses stasioner dengan

$$\Theta_0 = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) \mu$$

$$\Theta_0 = (1 - \phi_1 - \dots - \phi_p) \mu \quad (2)$$

dengan demikian Θ_0 dihubungkan dengan rata-rata dari proses.

Model seperti pada persamaan (1) dikenal sebagai Model *Autoregressive Integrated Moving Average* orde (p,d,q) dan ditulis sebagai Model ARIMA (p,d,q) . Untuk $p = 0$, model ARIMA (p,d,q) juga disebut sebagai model *Integrated Moving Average* orde (d,q) dan ditulis sebagai model IMA (d,q) . (Wei, 2006).

Data deret waktu seringkali bersifat musiman yang mengalami pengulangan pada setiap periode S tertentu. Untuk data bulanan $S = 12$ (12 dalam 1 tahun), untuk observasi kwartalan $S = 4$ (4 dalam 1 tahun). Dengan melibatkan faktor musiman, model ARIMA menjadi model *Seasonal*ARIMA yang memiliki persamaan umum

$$\phi_p(B^S) \phi_p(B) (1-B)^d (1-B^S)^d Z_t(B) \theta_q(B^S) a_t \quad (3)$$

Persamaan diatas ditulis sebagai model SARIMA $(p,d,q)(P,D,Q)_s$

dengan :

Z_t = data deret waktu dengan rata-rata μ

$\phi_p(B)$ = Persamaan Polinomial AR (p)

$\theta_q(B)$ = Persamaan Polinomial MA (q)

$\phi_p(B^S)$ = Persamaan Polinomial Musiman AR (P)

$\theta_q(B^S)$ = Persamaan Polinomial Musiman MA (q)

$(1-B)^d$ = Operator pembeda non musiman

$(1-B^S)^D$ = Operator pembeda musiman dengan periode S

ε_t = Residu deret waktu (diasumsikan *white noise*)

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model SARIMA. Pemodelan dan peramalan SARIMA terdiri atas beberapa tahapan, antara lain tahapan identifikasi, estimasi, verifikasi dan peramalan.

1. Identifikasi Model

Identifikasi model dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Membuat plot dan melakukan uji stasioneritas

- apabila data deret waktu tidak stasioner dalam rata-rata maka distasionerkan melalui proses *differencing*, dan
- apabila data deret waktu tidak stasioner d
- alam varian maka distasionerkan melalui transformasi Box-Cox (Wei, 2006).

b. Identifikasi pola musiman, dapat diidentifikasi melalui plot ACF dan plot PACF atau melalui uji statistik melalui metode regresi spectral.

Penaksiran Parameter Model

Penaksiran parameter dilakukan untuk setiap alternatif model yang mungkin, kemudian dilanjutkan dengan uji signifikansi parameter model. Model yang parameternya tidak signifikan dinyatakan tidak layak untuk digunakan, parameter yang tidak signifikan dieliminir sehingga diperoleh model yang setiap parameternya signifikan. Proses penaksiran dan uji signifikansi parameter dapat dilakukan dengan bantuan beberapa *software* antara lain *software*R, *Statistical Analysis System (SAS)* versi 9.1.3. dan Minitab

2. Diagnostik residual (*Diagnostic Checking*)

Uji diagnostik *white noise* menggunakan uji statistic dari Ljung-Box dengan hipotesis statistik :

$H_0 : \rho_i = 0$: Residual bersifat *white noise*; dan

H_1 : Minimal ada satu $\rho_i \neq 0$: Residual tidak bersifat *white noise*

Pengujian pada taraf signifikan $\alpha = 5\%$, dengan statistik uji sebagai berikut :

$$Q = n'(n' + 2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{(n'-k)} \quad (4)$$

berdistribusi Chi-Kuadrat dengan derajat bebas (db) $= (k-p-q-P-Q)$, dimana :

$n' = n - (d + SD)$

d = ordo pembedaan faktor non musiman

D = Ordo pembeda faktor musiman

S = Periode musiman

m = lag waktu maksimum

r_k = autokorelasi untuk tim lag 1,2,3, ...,k

Kriteria uji : Terima H_0 jika $Q \leq \chi^2_{(\alpha; db)}$ dan tolak H_0 dalam kondisi lainnya.

3. Pemilihan Model Terbaik

Dalam penelitian ini, pemilihan model deret waktu terbaik menggunakan beberapa kriteria, yaitu pemenuhan terhadap syarat signifikansi parameter, *white noise* dan memiliki kebaikan model yang terbaik. Ukuran kebaikan model yang digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* yang disingkat dengan MAPE.

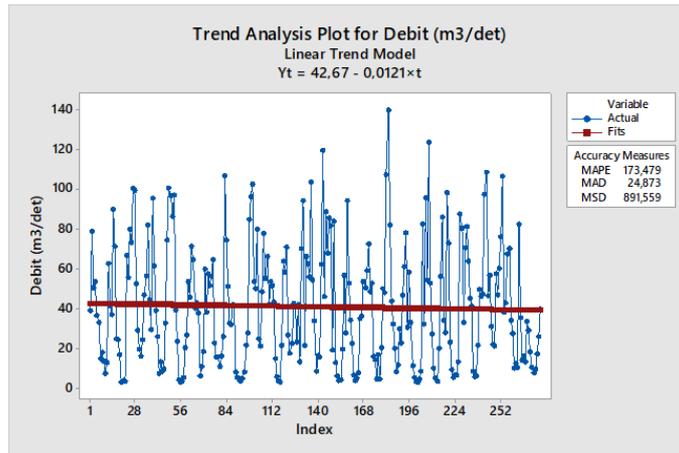
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Model

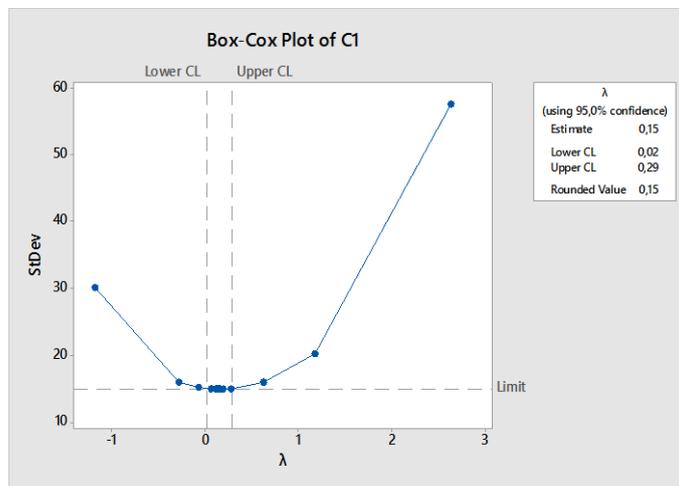
a. Data deret waktu dan uji stasioner

Gambar 1. memperlihatkan rata-rata relatif tetap sepanjang pergeseran waktu sehingga data deret waktu dikatakan stasioner dalam rata-rata. Namun demikian, pengujian secara statistik tetap dilakukan mengingat pada beberapa bagian grafik ada yang sangat berbeda dari bagian lainnya. Hasil uji statistik Augmented Dickey-Fuller dengan menggunakan *software* R memberi hasil nilai *p-value* = 0,01, atau lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ ($p\text{-value} = 0,01 < p = 0,05$), dengan demikian data stasioner dalam rata-rata.

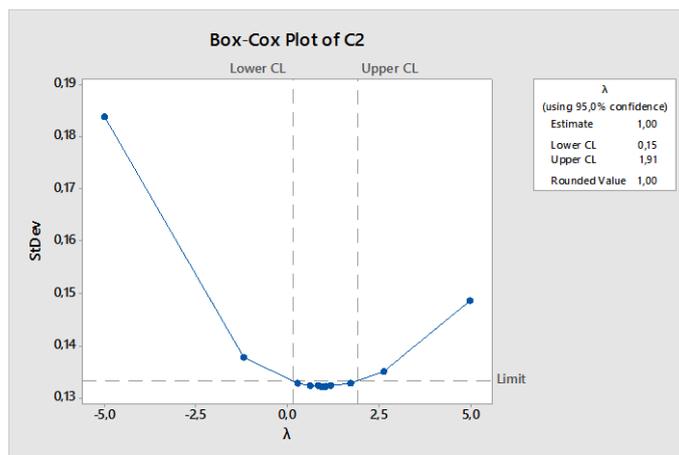
Terkait dengan kestasioneran dalam varian, Gambar 2., menunjukkan kondisi data deret waktu yang tidak stasioner dalam varian dengan nilai $\lambda = 0.15$, sehingga data ditransformasikan melalui Box-cox. Gambar 3. menunjukkan kondisi data setelah ditransformasikan melalui metode Box-Cox, dengan $\lambda = 1.00$ maka sudah stasioner dalam varian.



Gambar 1. Plot Data Debit Sungai Cimanuk dalam bulanan Selama 20 Tahun



Gambar 2. Box-Cox sebelum transformasi dengan $\lambda = 0,15$



Gambar 3. Box-Cox setelah transformasi dengan $\lambda = 1,00$

b. Autokorelasi

Berdasarkan hasil perhitungan statistik uji T dengan menggunakan bantuan *software* Minitab diketahui adanya autokorelasi antar Z_t dan Z_{t-k} . *Output* menunjukkan pada lag 1 sampai lag 30 diantaranya terdapat : $T > Z_{0.05}$ ($T > 1.645$) atau $-T < -Z_{0.05}$ ($-T < -1.645$). Secara statistik disimpulkan terjadi autokorelasi antara data deret waktu Z_t dan Z_{t-k} , dan dengan terpenuhinya asumsi autokorelasi maka analisis data deret waktu dapat dilanjutkan.

c. Pola Musiman

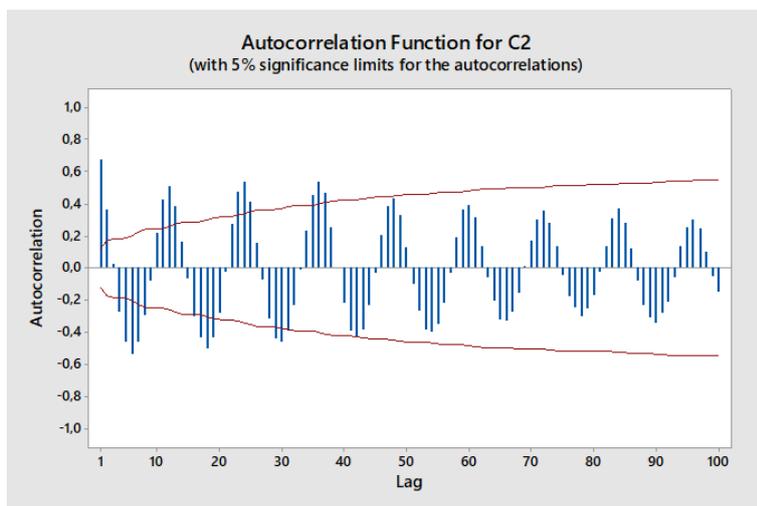
Plot ACF data debit Sungai Citarum (Gambar 3. (a)) memperlihatkan suatu pola yang berbenuk sinusoidal, hal ini mengindikasikan adanya pola musiman. Pola musiman data deret waktu juga dapat dideteksi secara statistik melalui metode regresi spektral, yaitu metode yang digunakan untuk menelaah periodesitas dalam kawasan waktu tertentu. Berdasarkan hasil perhitungan uji regresi spektral dengan menggunakan bantuan *software* R diketahui nilai T-hitung = $0,442893 > g_{\alpha} = g_{(5\%; 216/2-1)} = g_{(5\%; 107)} = 0.13135$, dengan demikian data deret waktu debit Sungai Citarum PDA Nanjung dipengaruhi oleh faktor musiman dengan periodesitas 12.

2. Penaksiran Parameter Model dan Penentuan Model Terbaik

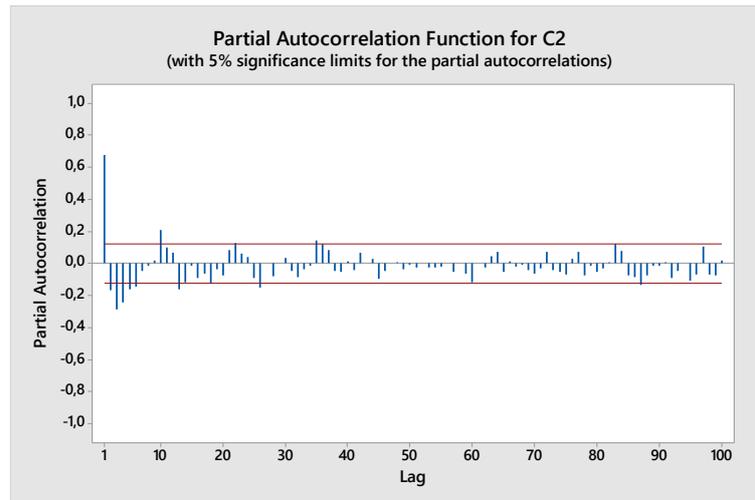
a. Model SARIMA

Identifikasi model SARIMA yang cocok untuk digunakan, dilakukan melalui Plot ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) data deret waktu seperti yang disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Grafik pada Gambar 4. menunjukkan bahwa plot ACF berpola *dies down* sinusoidal, sedangkan grafik pada Gambar 5. menunjukkan plot PACF berpola *dies down* eksponensial. Berdasarkan pola grafik plot ACF dan plot PACF tersebut maka model yang diduga cocok untuk digunakan dalam pemodelan adalah model kombinasi antara model *Autoregressive* dan *Moving Average (mixed autoregressive and moving average model)* yang dipengaruhi faktor musiman dengan periodesitas 12. Dengan demikian diduga model yang cocok digunakan adalah model SARIMA $(p,d,q)(P,D,Q)^S$



Gambar 4 Grafik ACF data debit sungai Citarum PDA Nanjung



Gambar 5. Grafik PACF Debit Sungai Citarum PDA Nanjung

b. Penaksiran dan uji Signifikansi Parameter

Penaksiran dan pengujian parameter menggunakan software minitab. Secara keseluruhan diperoleh 41 model SARIMA yang memenuhi syarat signifikansi parameter. Berikut ini salah satu contoh *output* dari proses penaksiran dan uji signifikansi parameter untuk model SARIMA(3,0,1)(2,0,0)¹².

Final Estimates of Parameters				
Type	Coef	SE Coef	T	P
AR1	1,4569	0,0647	22,53	0,000
AR2	-0,3746	0,1117	-3,35	0,001
AR3	-0,1360	0,0644	-2,11	0,036
SAR12	0,3110	0,0625	4,97	0,000
SAR24	0,2840	0,0650	4,37	0,000
MA1	0,9846	0,0000	37011,32	0,000
Constant	0,03668	0,000199	184,36	0,000
Mean	1,68637	0,00915		

c. Diagnostic Checking

Pengujian untuk mengetahui apakah residual *white noise* dilakukan melalui metode Ljung-Box yang dalam proses penghitungannya menggunakan bantuan *software* minitab. Beberapa model SARIMA($p,0,q$)($P,0,Q$)¹² yang memenuhi syarat signifikansi parameter dan dinyatakan memiliki residual yang *white noise* disajikan pada Tabel 1.

d. Pemilihan Model Terbaik

Model terbaik adalah model yang memenuhi syarat signifikansi parameter, memiliki residual yang *white noise* dan memiliki nilai ukuran kebaikan model terkecil, yang dalam penelitian ini digunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) *in sample* dan MAPE *out of sample*. Perhitungan nilai MAPE dilakukan berdasarkan panjang peramalan yang diinginkan. Daftar nilai MAPE *in sample* untuk masing-masing model disajikan pada Tabel 1.

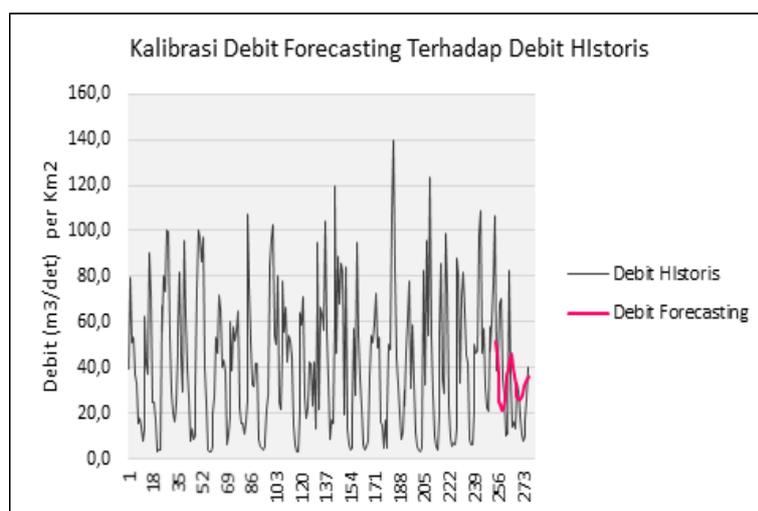
Pada Tabel 1 tampak bahwa model SARIMA(2,0,2)(1,0,0)¹² merupakan model terbaik, karena selain memiliki parameter yang signifikan dan whitenoise juga memiliki nilai MAPE terkecil, yaitu sebesar 36,9 % untuk peramalan 12 bulan kedepan. Dua model terbaik lainnya adalah model SARIMA(4,0,3)(0,0,1)¹² dan model SARIMA(3,0,1)(2,0,0)¹² yang masing-masing mempunyai nilai MAPE untuk peramalan 12 bulan kedepan 38,4 % dan 38,8 %.

3. Peramalan

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 (a) dan Gambar 4 (b), secara visual nampak bahwa data hasil peramalan (*forecasting*) debit sungai selama 24 (dua puluh empat) bulan ke depan (*out of sample*) untuk model terbaik pertama yaitu SARIMA(2,0,2)(1,0,0)¹² nampak kurang mampu menirukan perilaku dari historis debit sungai dibandingkan dengan model terbaik ketiga (SARIMA(3,0,1)(2,0,0))¹².

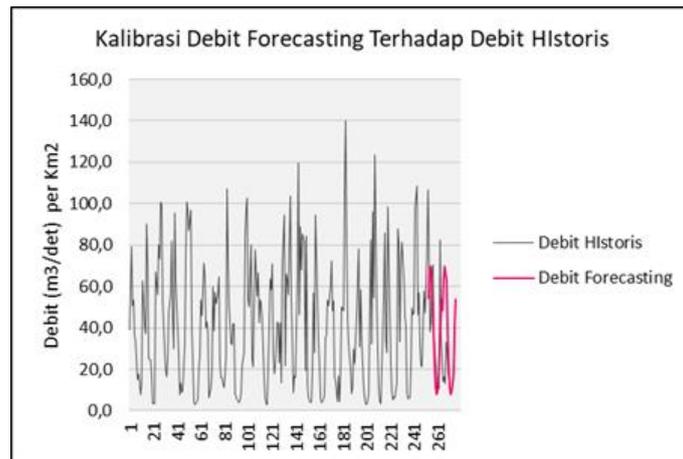
Tabel 2. Nilai MAPE *In Sample* Model SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^s

Model SARIMA(p,d,q)(P,D,Q) ^s	MAPE	
	12 Bulan	24 Bulan
SARIMA(2,0,2)(1,0,0) ¹²	36.94	50.42
SARIMA(4,0,3)(0,0,1) ¹²	38.44	56.36
SARIMA(3,0,1)(2,0,0) ¹²	38.81	53.81
SARIMA(0,0,2)(1,0,1) ¹²	40.10	50.92
SARIMA(3,0,2)(1,0,1) ¹²	40.94	48.91
SARIMA(2,0,2)(0,0,1) ¹²	42.02	57.75
SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ¹²	44.20	59.12
SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ¹²	44.20	59.12
SARIMA(0,0,3)(4,0,0) ¹²	50.29	62.28
SARIMA(0,0,3)(2,0,0) ¹²	50.77	57.70
SARIMA(2,0,2)(2,0,0) ¹²	50.80	59.32
SARIMA(0,0,3)(5,0,0) ¹²	50.81	57.96
SARIMA(2,0,2)(3,0,0) ¹²	53.44	61.57
SARIMA(0,0,3)(3,0,0) ¹²	53.61	64.45



Gambar 6. Grafik model SARIMA(2,0,2)(1,0,0)¹²

Kondisi seperti ini perlu dilakukan verifikasi model melalui kalibrasi hasil peramalan masing-masing model dengan data aktualnya, dalam hal ukuran kebaikan modelnya yang digunakan MAPE *out of sample*. Model dengannilai MAPE *in sample* kecil idealnya memiliki nilai MAPE *out of sample* yang relatif kecil pula, namun dalam kenyataannya hal ini bisa saja terjadi sebaliknya.



Gambar 7. Grafik Model SARIMA(3,0,2)(1,0,1)¹²

4. Kalibrasi Model

Verifikasi model terbaik dalam penelitian ini digunakan ukuran kebaikan model, yaitu $MAPE_{out\ of\ sample}$ antara data hasil peramalan model dengan data aktualnya. Nilai $MAPE_{out\ of\ sample}$ untuk masing-masing model yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. menunjukkan model terbaik pertama dan kedua yang berdasarkan nilai $MAPE_{in\ sample}$ ternyata memiliki nilai $MAPE_{out\ of\ sample}$ yang relatif besar bahkan berada pada urutan 12 dan 13. Hal ini bisa dikatakan kedua model tersebut tidak konsisten dalam peramalan. Lain halnya dengan model terbaik ketiga, keempat dan kelima, model-model tersebut memiliki nilai $MAPE_{out\ of\ sample}$ yang relatif lebih terkecil diantara model-model lainnya. Dengan demikian tiga model terbaik berdasarkan hasil verifikasi model untuk peramalan debit Sungai Citarum PDA Nanjung adalah Model SARIMA(3,0,1)(2,0,0)¹², model SARIMA (3,0,2)(1,0,1)¹² dan SARIMA(0,0,2)(1,0,1)¹².

Tabel 3. Nilai MAPE Out of Sample

Model SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)S	MAPE	
	12 Bulan	24 Bulan
SARIMA(3,0,1)(2,0,0) ¹²	45.24	71.65
SARIMA(3,0,2)(1,0,1) ¹²	45.83	73.62
SARIMA(0,0,2)(1,0,1) ¹²	45.9	73.51
SARIMA(0,0,3)(4,0,0) ¹²	46.34	82.38
SARIMA(0,0,3)(5,0,0) ¹²	47.38	78.24
SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ¹²	48.4	73.28
SARIMA(2,0,2)(3,0,0) ¹²	49.34	85.24
SARIMA(0,0,3)(3,0,0) ¹²	51.18	89.1
SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ¹²	60.99	102.99
SARIMA(0,0,3)(2,0,0) ¹²	62.32	105.64
SARIMA(2,0,2)(2,0,0) ¹²	66.73	117.11
SARIMA(4,0,3)(0,0,1) ¹²	72.51	85.81
SARIMA(2,0,2)(1,0,0) ¹²	80.67	93.51
SARIMA(2,0,2)(0,0,1) ¹²	81.87	92.8

Dikirim: 6 Februari 2018; Diterima: 6 Maret 2018; Dipublikasikan: 31 Maret 2018

Cara sitasi: Ruhiat, D., dan Effendi, A. 2018. Pengaruh Faktor Musiman pada Pemodelan Deret Waktu untuk Peramalan Debit Sungai dengan Metode Sarima. Teorema: Teori dan Riset Matematika Vol 2, No 2 (2018). Hal 117-128

5. Hasil Pemodelan dan Peramalan melalui metode ARIMA

Proses pemodelan deret waktu debit sungai Citraum melalui metode ARIMA cukup sulit untuk mendapatkan model terbaik yang memenuhi asumsi *white noise* dalam residual. Diperoleh 14 model ARIMA $(p,0,q)$ atau ARIMA (p,q) yang memenuhi syarat signifikansi parameter namun tidak *white noise*. Peramalan dengan menggunakan model-model ARIMA $(p,0,q)$ diketahui memiliki MAPE *out of sample* jauh lebih besar dari metode SARIMA yaitu di atas 60 % ($> 60\%$).

KESIMPULAN

1. Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :Pemodelan deret waktu untuk debit Sungai Citarum Pos Duga Air Nanjung yang melibatkan faktor musiman dalam proses pemodelannya menghasilkan beberapa alternatif model terbaik, yakni model *Seasonal* ARIMA dengan nilai $d = 0$ dan $D = 0$ serta memiliki nilai periodesitas (S) =12. Secara umum model tersebut ditulis dengan SARIMA $(p,0,q)(P,0,Q)$ ¹².
2. Model deret waktu terbaik selain memenuhi syarat signifikansi parameter dan residual yang *white noise* juga harus memiliki nilai MAPE yang relatif kecil dibandingkan model lainnya. Model terbaik.
3. Peramalan data deret waktu dilakukan menggunakan model terbaik yang diperoleh melalui metode *Seasonal* ARIMA. Oleh karena itu, peramalan data debit Sungai Citarum berdasarkan data debit historis Sungai Citarum PDA Nanjung dilakukan menggunakan model Model SARIMA $(3,0,1)(2,0,0)$ ¹²; model SARIMA $(3,0,2)(1,0,1)$ ¹²; dan model SARIMA $(0,0,2)(1,0,1)$ ¹².

REKOMENDASI

Pemodelan dan peramalan deret waktu untuk debit Sungai Citarum PDA Nanjung dengan metode *Seasonal* ARIMA belum memberikan hasil yang memuaskan, hal ini karena nilai MAPE hasil peramalan model terbaik yang masih relatif besar, yaitu 36,94 % untuk MAPE *in sampled* dan 45,24 % untuk MAPE *out of sample*. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mencari model yang lebih baik dengan menggunakan pendekatan metode lain yang lebih cocok atau sesuai dengan karakteristik data deret waktu historis pembangun model. Beberapa metode yang direkomendasikan untuk digunakan dalam pemodelan dan peramalan deret waktu yang mengandung pola musiman antara lain metode *Spectrum Singular Analysis* (SSA), SARFIMA, metode Regresi Spektral atau metode lainnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Paper ini merupakan salah satu luaran dari penelitian pada skema Penelitian Dosen Pemula. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM), Kementerian Riset, Teknologi dan Perguruan Tinggi (Kemenristekdikti) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bako, H. Y., Matias, Monica. H., (2013). *Predictive Modeling of Pelagic Fish Catch in Malaysia Using Seasonal Arima Models*, Science Group Publishing, 2013:2(3): 136-140 Technology and Human Development, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
- Darmawan, G. (2009). *Perbandingan Model pada Data Deret Waktu Pemakaian Listrik Jangka Pendek yang Mengandung Pola Musiman Ganda*. Makalah Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Juwono, P.T. (2010). Pengaruh Perbedaan Rerata Data Debit Pada Pemodelan deret Berkala untuk Peramalan Debit Sungai dengan Metode ARFIMA. Jurnal Pengairan, Vol 1. No.2, 2010. Fakultas Teknik UNIBRAW
- Lukman, M., Susanto, E. (2007). *Pemodelan Deret Waktu Menggunakan Teknik Exponential Smoothing untuk Peramalan Debit Sungai (Studi kasus Sungai Cabenge SWS Walanae-Cenranae)*. Artikel PIT Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Mulyana. (2007). *Pemodelan Debit Air Sungai (Studi kasus DAS Cikapundung)*. Jurusan Statistika, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Ruhiat, D. (2016). *Penerapan Model Seasonal Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average (Sarfima) Untuk Peramalan Debit Air Sungai Cimanuk*. Tesis Statistika Terapan. Universitas Padjadjaran.
- Sakhabakhsh, L., Yarmohammadi. (2012). *An Empirical Study of the Usefulness of SARFIMA in Energi Science*. International Journal of Energy Science, Vol. 2., No.2. 2012, PP 59-63.
- Suprayogi, I., Fauzi, Manyuk; Efrizal, Eki. (2015). *Pengembangan Model Hidrologi Runtun Waktu untuk Peramalan Debit Sungai Menggunakan Daubechies Wavelet –Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Study Kasus Sub DAS Siak Bagian Hulu)*. Annual Civil Engineering Seminar 2015, Pekanbaru ISBN :978-979-792-636-6, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru
- Wei, W. W.S. (2006). *Time Series Analysis*, Department of Statistics, Temple University, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

