



PERAMALAN DATA DERET WAKTU BERPOLA MUSIMAN MENGGUNAKAN METODE REGRESI SPEKTRAL (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung)

Dadang Ruhiat¹, Cecep Suwanda²

^{1,2} Program Studi Matematika FMIPA Universitas Bale Bandung
email: dadangwiraruhiat@gmail.com

ABSTRAK

Pemodelan dan peramalan data deret waktu di berbagai bidang, salah satunya di bidang hidrologi, terus berkembang baik dalam pengembangan metode maupun dalam penerapannya. Beberapa parameter hidrologi yang sangat penting dan sering kali perlu untuk diramalkan adalah debit sungai dan curah hujan. Kedua parameter hidrologi tersebut kejadiannya dipengaruhi oleh faktor musim sehingga teridentifikasi mengandung pola musiman. Terkait dengan pemodelan dan peramalan data deret waktu debit sungai yang teridentifikasi mengandung pola musiman sebelumnya telah dicoba dengan menggunakan beberapa metode yang berbasis kepada pendekatan metode statistik Box-Jenkins, yaitu melalui pemodelan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dan *Seasonal Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average* (SARFIMA). Pada tulisan ini akan diuraikan hasil pemodelan dan peramalan dengan menggunakan metode statistik lainnya yaitu metode regresi spektral. Hasil analisis menunjukkan bahwa peramalan data deret waktu debit sungai yang berpola musiman melalui metode regresi spektral memberikan hasil yang cukup baik dan mampu menirukan perilaku dari data deret waktu historisnya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai ukuran kebaikan model *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan grafik plotting data deret waktu hasil peramalan dengan data historisnya. Nilai MAPE hasil peramalan melalui metode regresi spektral, baik *MAPE in sample* maupun *MAPE out of sample*, secara signifikan lebih kecil dari nilai MAPE hasil peramalan melalui model SARIMA terbaik. Demikian pula halnya dengan pola perilaku data deret waktu, dari grafik plotting data deret waktu hasil peramalan dengan data historisnya cukup jelas terlihat bahwa data deret waktu hasil peramalan memiliki pola perilaku yang mirip dengan pola perilaku data historisnya. Dengan demikian peramalan data deret waktu berpola musiman untuk studi kasus debit sungai Citarum Pos Duga Air Nanjung melalui metode regresi spektral memberikan hasil yang relatif lebih baik.

Kata kunci: Box-Jenkins, MAPE, Peramalan, SARIMA, Spektral

Dikirim: 15 Februari 2019; Direvisi: 22 Maret 2019; Diterima: 22 Maret 2019

Cara sitasi: Ruhiat, D., dan Suwanda, C. 2019. Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung). *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 4 No 1, Hal 1-12, Maret 2019.

PENDAHULUAN

Peramalan merupakan perkiraan untuk suatu kejadian di waktu yang akan datang. Untuk diperoleh hasil peramalan yang baik perlu tersedia data deret waktu yang memadai dan pemilihan metode peramalan yang tepat sesuai dengan karakteristik dari data deret waktu yang diketahui melalui hasil identifikasi yang dilakukan sebelum dilakukan proses pemodelan dan peramalan. Peramalan yang baik yang salah satunya dicirikan dengan tingkat keakuratan dan kemampuan menirukan perilaku data deret waktu historisnya.

Analisis deret waktu (*time series*) adalah analisis yang mempertimbangkan pengaruh waktu secara berurutan. Sedangkan data deret waktu itu sendiri adalah data yang dikumpulkan berdasarkan urutan dan interval waktu tertentu, seperti dalam jam, hari, minggu, bulan, kuartal, semester dan tahun.

Akhir-akhir ini pemodelan dan peramalan data deret waktu di bidang hidrologi terus berkembang baik dalam pengembangan metode maupun terapannya. Terkait dengan pemodelan dan peramalan data deret waktu yang berpola musiman khususnya debit sungai, penulis sudah melakukan pemodelan dan peramalan dengan menggunakan metode pendekatan yang berbasis statistik Box-Jenkins, yaitu diantaranya Penerapan Model *Seasonal Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average* (SARFIMA) untuk Peramalan Debit Air Sungai Cimanuk (Ruhiat,2016); dan melakukan penelitian mengenai pengaruh faktor musiman pada pemodelan deret waktu untuk peramalan debit sungai dengan metode SARIMA, studi kasus debit Sungai Citarum pos duga air Nanjung (Ruhiat dan Effendi, 2018). Pemodelan dan peramalan deret waktu debit sungai dengan menggunakan dua metode tersebut diperhitungkan faktor musiman, hal ini karena data deret waktu debit sungai teridentifikasi mengandung pola musiman. Pengujian pola musiman pada data deret waktu dapat dilakukan dengan menggunakan regresi spektral (Darmawan dkk, 2012). Darmawan (2009) juga mengaplikasikan model musiman untuk data curah hujan di kota Bandung,

Beberapa peneliti juga telah melakukan pemodelan dan peramalan terhadap data hidrologi lainnya yang mengandung pola musiman namun tidak melibatkan faktor musiman dalam pemodelannya. Penelitian mengenai pengaruh perbedaan rerata data debit pada pemodelan deret berkala untuk peramalan debit sungai dengan metode ARFIMA (Juwono,2010), penelitian ini menyimpulkan bahwa perbedaan rerata data debit mempengaruhi kinerja model hidrologi dalam peramalan debit sungai. Kemudian makalah yang berjudul Pemodelan Debit Air Sungai studi kasus DAS Cikapundung (Mulyana, 2007), menjelaskan bahwa model untuk peramalan debit sungai Cikapundung yang terbaik adalah ARIMA (3,1,2). Hasil Debit sungai Cikapundung mempunyai periodesitas tahunan yang signifikan pada 2; 3,5; 5 dan 7 tahunan, dimana periodesitas 3,5 dan 5 tahunan merupakan periodesitas tersembunyi yang berpotensi menyebabkan banjir. Kemudian Pemodelan deret waktu menggunakan *Teknik Exponential Smoothing* untuk peramalan debit sungai, studi kasus Sungai Cabenge SWS Walanae-Cenranae (Lukman & Susanto,2007), menunjukkan bahwa peramalan debit sungai dengan metode *Teknik Exponential Smoothing* (TES) dengan konstanta pemulusan teroptimasi memberikan peramalan lebih akurat dibanding SES dan DES. Nilai MAPE untuk SES adalah sebesar 142,55, DES sebesar 91,12, TES sebesar 73,73 dan TES dengan konstanta pemulusan teroptimasi sebesar 21,49. Kemudian dalam makalah yang berjudul pengembangan model hidrologi runtun waktu untuk peramalan debit sungai menggunakan *Daubechies Wavelet –Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*, Study Kasus Sub DAS Siak Bagian Hulu (Suprayogi, Fauzi dan Efrizal, 2015), menunjukkan bahwa model *Baubechies-ANFIS* memiliki jangkauan ketepatan peramalan satu hari kedepan (Q_{t+i}) dengan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,9483. Sedangkan model *Daubechies Wavelet-ANFIS* menghasilkan unjuk kinerja lebih baik dibandingkan dengan Model ANN ($R = 0,948$) maupun Model ANFIS ($R=0,9481$), akan tetapi sedikit

Dikirim: 15 Februari 2019; Direvisi: 22 Maret 2019; Diterima: 22 Maret 2019

Cara citasi: Ruhiat, D., dan Suwanda, C. 2019. Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung). *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 4 No 1, Hal 1-12, Maret 2019.

lebih rendah bila dibandingkan dengan menggunakan metode gabungan *Daubechies Wavelet- ANN* ($R= 0,985$).

Berdasarkan uraian di atas maka penulis pada kesempatan ini mencoba untuk memaparkan hasil pemodelan dan peramalan data deret waktu debit sungai dengan menggunakan metode lainnya, yaitu regresi spektral, termasuk diantaranya hasil perhitungan nilai kebaikan model *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan perbandingannya dengan nilai MAPE hasil peramalan melalui metode SARIMA yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil peramalan deret waktu dikatakan lebih baik apabila memiliki nilai MAPE yang lebih kecil.

METODE PENELITIAN

Pemodelan dan peramalan data deret waktu dengan menggunakan metode regresi spektral dilakukan secara bertahap, tahap awal adalah melakukan pengujian apakah data deret waktu mengandung pola musiman. Pola musiman dapat dideteksi secara visual dan dengan menggunakan metode regresi spektral. Regresi spektral merupakan suatu metode yang digunakan untuk menelaah periodesitas tersembunyi (periodesitas yang sulit ditemukan dalam kawasan waktu).

Persamaan regresi spektral berbentuk sebagai berikut:

$$Z_t = \alpha \cos \omega t + \beta \sin \omega t + e_t \quad (1)$$

dengan:

- Z_t : Series data deret waktu pada periode t
 α dan β : Parameter (koefisien fourier)
 $\cos \omega t$ dan $\sin \omega t$: Fungsi kontinu yang tidak berkorelasi
 e_t : Error pada periode waktu ke-t
 ωt : Frekuensi fourier
 t : Periode waktu

Tahapan pemodelan dan peramalan deret waktu melalui metode regresi spektral adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Model

Identifikasi model dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Membuat plot data untuk pengecekan pola musiman secara visual
- Pengecekan pola musiman melalui regresi spektral
- Pengecekan stasioneritas data, untuk melihat data stasioner dalam variansi atau dalam *mean*. Jika tidak stasioner dalam rata-rata maka dilakukan *differencing*, sedangkan jika tidak stasioner dalam variansi maka dilakukan transformasi.
- Plot ACF dan PACF

2. Pemodelan dan Peramalan

Tahapan proses pemodelan dan peramalan dengan metode regresi spektral secara garis besar adalah sebagai berikut:

- Tentukan rata-rata data yang telah dilakukan pembedaan musiman $L = 12$, $\text{mean}(Y_t - Y_{t-L})$
- Tentukan nilai *trend* bulanan dengan persamaan $\text{mean}(Y_t - Y_{t-L})$
- Tentukan nilai konstanta level dengan persamaan:

- $T_t = \hat{\alpha}_0 + \hat{\beta}_0 \cdot t$
- $T_t = \text{Mean } Y_t$
- $t = \frac{(n+1)}{2}$

Dikirim: 15 Februari 2019; Direvisi: 22 Maret 2019; Diterima: 22 Maret 2019

Cara citasi: Ruhiat, D., dan Suwanda, C. 2019. Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung). *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 4 No 1, Hal 1-12, Maret 2019.

- d. Tentukan nilai trend dari $t=1, \dots, t=T$ dengan menggunakan persamaan pada langkah 3
- e. Tentukan nilai $D_r = Y_t - T_t$
- f. Tentukan nilai 10 trigonometri pertama dengan persamaan:
 - 1) $a_1 \cdot \text{Cos}(\omega t) + b_1 \cdot \text{Sin}(\omega t) + \dots$
 - 2) $a_2 \cdot \text{Cos}(2\omega t) + b_2 \cdot \text{Sin}(2\omega t) + \dots$
 - 3) $a_5 \cdot \text{Cos}(5\omega t) + b_5 \cdot \text{Sin}(5\omega t) + \dots$
- g. Tentukan nilai-nilai koefisien $a_1, b_1, a_2, b_2, a_3, b_3, a_4, b_4, a_5, b_5$ dengan menggunakan persamaan regresi multiple dengan $Y_t = \text{Defrended}$
- h. Tentukan nilai frekuensi dan amplitude dari tiap persamaan regresi *multiple*

$$f_i = i \cdot \frac{n}{2} \quad ; \quad A_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2}$$
- i. Tentukan standar error dari residual (RSE) dari tiap regresi yang dibentuk.
- j. Jika nilai:
 - 1) $\frac{A_i}{RSE_i} \geq 0,5$ maka koefisien regresi signifikan
 - 2) $\frac{A_i}{RSE_i} < 0,5$ maka koefisien regresi tidak signifikan
- k. Peramalan data deret waktu dilakukan dengan menggunakan persamaan regresi spectral yang koefisiennya signifikan.

3. Uji Kebaikan Model

Model terbaik ditentukan melalui uji kebaikan model yang diperoleh dari nilai sisa. Kebaikan model dihitung dengan menggunakan ukuran *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang memiliki rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{T} \times 100 \text{ persen} \quad (2)$$

dengan:

T = Jumlah Periode Pengamatan

4. Kalibrasi Data Deret Waktu Hasil Peramalan

Kalibrasi data deret waktu hasil peramalan dilakukan terhadap data deret waktu historisnya. Dalam kalibrasi dihitung nilai MAPE *out of sample*, yaitu nilai MAPE yang diperoleh berdasarkan hasil peramalan untuk beberapa waktu kedepan dan data historisnya. Hasil peramalan yang baik selain memiliki nilai MAPE yang kecil juga harus mampu menirukan dan memprediksi perilaku dari data deret waktu historisnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Model

a. Plot Data

Identifikasi pola musiman data deret waktu dapat dilakukan secara visual melalui plot data. Plot data deret waktu debit Sungai Citarum PDA Nanjung disajikan pada Gambar 1.

Plot data deret waktu pada Gambar 1 cukup jelas menunjukkan bahwa data naik dan atau turun pada periode-periode tertentu dan bersifat siklus atau berulang, sehingga secara visual data dikatakan berpola musiman.

Dikirim: 15 Februari 2019; Direvisi: 22 Maret 2019; Diterima: 22 Maret 2019

Cara sitasi: Ruhiat, D., dan Suwanda, C. 2019. Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung). *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 4 No 1, Hal 1-12, Maret 2019.

b. Pengecekan Pola Musiman melalui Regresi Spektral

Pengecekan pola musiman pada data deret waktu debit Sungai Citarum-Nanjung (bulanan) dengan menggunakan regresi spektral dalam proses perhitungannya dilakukan dengan bantuan R. Hasil dari proses perhitungan menunjukkan bahwa data deret waktu debit Sungai Citarum-Nanjung mengandung pola musiman dengan periode 12. Plot data deret waktu debit Sungai Citarum di Pos Duga Air Nanjung disajikan pada Gambar 1.

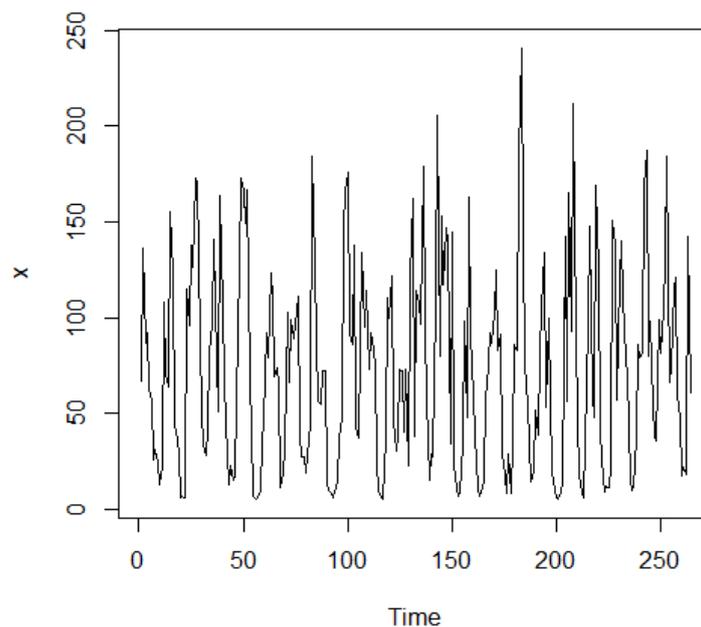
c. Stasioneritas Data

Plot data deret waktu pada Gambar 1. secara visual juga menunjukkan bahwa data deret waktu stasioner dalam rata-rata, dimana dalam jangka panjang data tidak mengikuti pola atau *trend* tertentu.

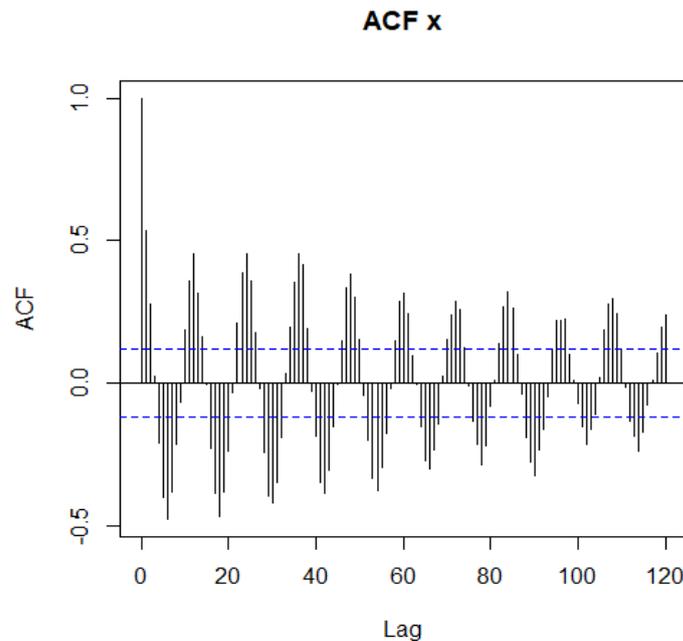
d. Plot ACF dan PACF

Pendeteksian data deret waktu untuk mengetahui apakah stasioner dalam variansi dan dalam *mean* serta mengandung pola musiman, salah satunya dapat dilakukan melalui plot ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*). Plot ACF dan PACF data deret waktu debit Sungai Citarum PDA Nanjung disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

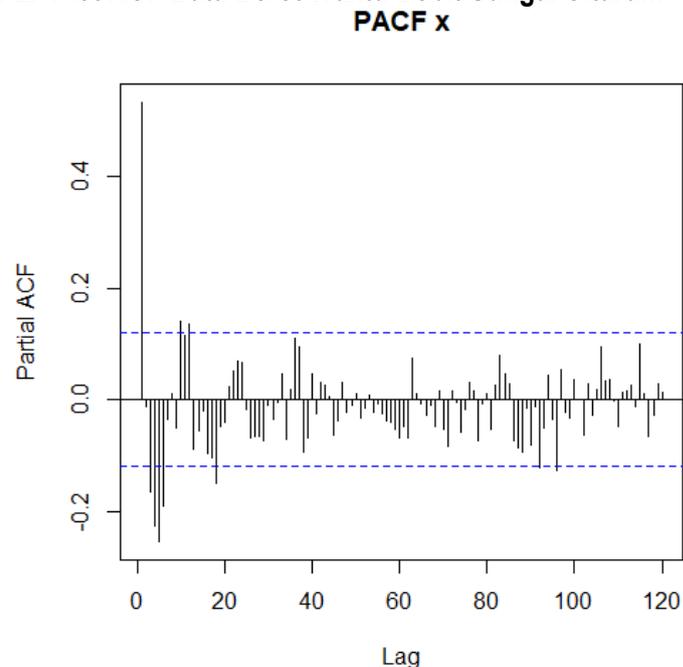
Plot PACF memperlihatkan bahwa data deret waktu debit Sungai Citarum-Nanjung sudah stasioner dalam variansi dan dalam *mean*, karena pada lag-lag awal telah *cut off*. Sedangkan plot ACF menunjukkan adanya pola sinusoidal sehingga data deret waktu dapat dikatakan memiliki pola musiman.



Gambar 1. Plot Data Deret Waktu Debit Sungai Citarum - PDA Nanjung



Gambar 2. Plot ACF Data Deret Waktu Debit Sungai Citarum - Nanjung



Gambar 3. Plot PACF Data Deret Waktu Debit Sungai Citarum - Nanjung

2. Pemodelan dan Peramalan

a. Orde dan Model Regresi Spektral

Proses peramalan (*forecasting*) dengan metode regresi spectral diawali dengan perhitungan untuk menentukan orde *spectral* dari data musiman. Data hasil perhitungan orde spectral data dengan menggunakan *Excel* dan *software "R"* disajikan pada Tabel 1. Orde ditentukan berdasarkan atas signifikansi dari koefisien regresi spektral. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa koefisien dua persamaan trigonometri pada regresi spektral signifikan, sedangkan koefisien untuk

Dikirim: 15 Februari 2019; Direvisi: 22 Maret 2019; Diterima: 22 Maret 2019

Cara sitasi: Ruhiat, D., dan Suwanda, C. 2019. Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung). *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 4 No 1, Hal 1-12, Maret 2019.

persamaan selanjutnya tidak signifikan, dengan demikian maka dikatakan bahwa persamaan regresi spektral mempunyai orde 1. Hasil perhitungan manual menggunakan *Excel* sama dengan hasil perhitungan menggunakan *software "R"*.

Tabel 1. Signifikansi Koefisien Regresi Spektral

Koefisien Regresi	Nilai	JK	A	f	Standar Residual	A/RSE	Signifikansi
a1	22,36	2600,23	50,99	20	38,73	1,32	yes
b1	45,83						
a2	-0,74	92,45	9,62	40	38,14	0,25	no
b2	-9,59						
a3	4,98	133,86	11,57	60	37,33	0,31	no
b3	-10,44						
a4	0,20	0,10	0,32	80	37,32	0,01	no
b4	-0,25						
a5	-4,48	29,41	5,42	100	37,18	0,15	no
b5	-3,05						
Maksimal Amplitudo				0,5			

b. Model Regresi Spektral

Berdasarkan hasil analisis data di atas maka diperoleh persamaan regresi spektral untuk peramalan deret waktu debit Sungai Citarum, yaitu:

$$Z_t = 22.36 \cos \omega t + 45,83 \sin \omega t + e_t \quad (3)$$

c. Data Debit Hasil Peramalan

Proses pemodelan dan peramalan dilakukan secara bertahap melalui langkah-langkah seperti telah diuraikan di atas. Proses perhitungan peramalan data debit Sungai Citarum PDA Nanjung melalui metode spektral dapat dilakukan secara manual maupun menggunakan bantuan *software "R"*, dan memberikan hasil yang sama. Data hasil peramalan disajikan pada tabel berikut.

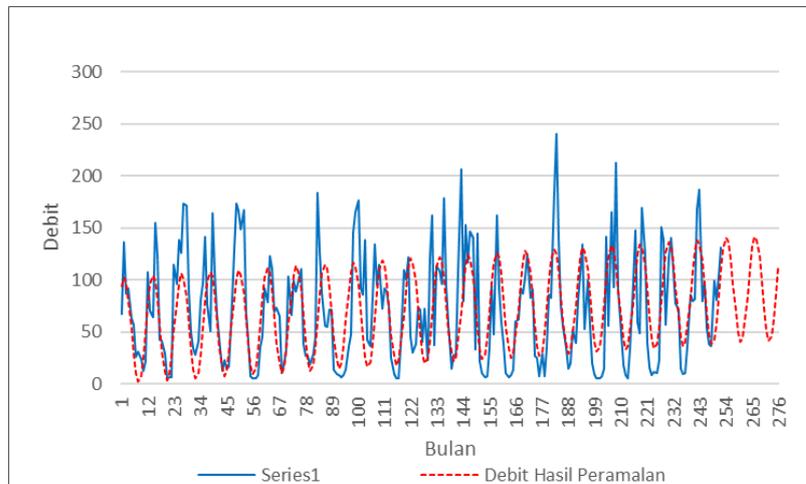
Tabel 2. Data Debit Sungai Citarum-Nanjung Hasil Peramalan

No.	Bulan Ke-	Debit Hasil Peramalan (m ³ /det)	No.	Bulan Ke-	Debit Hasil Peramalan (m ³ /det)
1	253	130,05	13	265	131,75
2	254	140,07	14	266	141,84
3	255	136,60	15	267	138,46
4	256	120,62	16	268	122,54
5	257	96,43	17	269	98,39
6	258	70,57	18	270	72,51
7	259	49,98	19	271	51,88
8	260	40,23	20	272	42,04
9	261	43,95	21	273	45,68
10	262	60,20	22	274	61,87
11	263	84,67	23	275	86,30
12	264	110,84	24	276	112,48

Dikirim: 15 Februari 2019; Direvisi: 22 Maret 2019; Diterima: 22 Maret 2019

Cara sitasi: Ruhiat, D., dan Suwanda, C. 2019. Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung). *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 4 No 1, Hal 1-12, Maret 2019.

Grafik perbandingan data deret waktu debit Sungai Citarum-Nanjung hasil peramalan dengan data historisnya disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4. Grafik Data Deret Waktu Debit Sungai Historis dan Hasil Peramalan

3. Uji Kebaikan Model

Ukuran kebaikan model dihitung berdasarkan data hasil peramalan dan data historisnya menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil perhitungan nilai MAPE dengan menggunakan persamaan (2), diketahui nilai MAPE data deret hasil peramalan untuk 24 bulan terakhir adalah sebesar 56,08 persen dan untuk data 12 bulan terakhir adalah sebesar 28,04 persen.

4. Kalibrasi Data Deret Waktu Hasil Peramalan

Data debit Sungai Citarum PDA Nanjung hasil peramalan dikalibrasikan dengan data debit sungai historisnya, yaitu dengan cara menghitung nilai *MAPE out of sample* dan membuat grafik perbandingan perilaku melalui plot data.

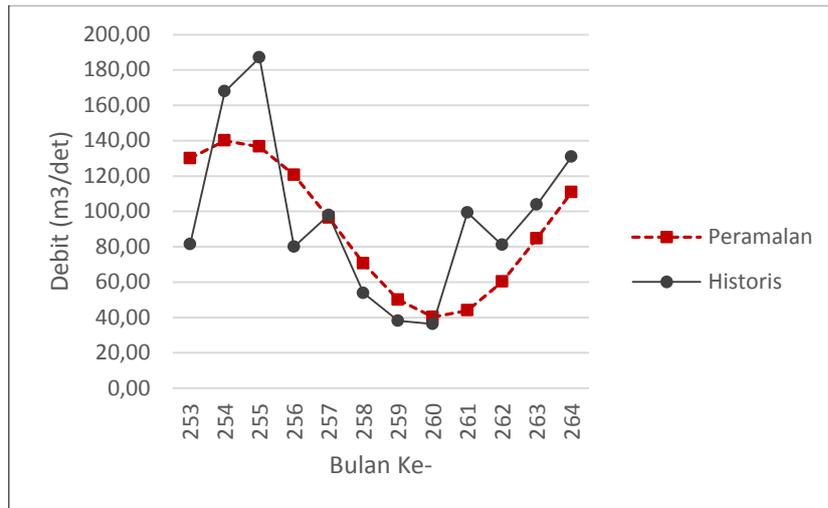
Hasil perhitungan memberikan nilai *MAPE out of sample* sebesar 52,06 persen untuk 24 bulan kedepan dan sebesar 32,95 persen untuk 12 bulan kedepan. Nilai *MAPE out of Sample*, baik untuk horison peramalan 24 bulan ke depan maupun untuk 12 bulan ke depan ternyata memiliki nilai yang jauh lebih kecil atau lebih baik dari nilai *MAPE in sample* pada metode yang digunakan sebelumnya, yaitu sebesar 71,65 persen untuk 24 bulan kedepan dan sebesar 45,24 persen untuk horison 12 bulan kedepan. Perbandingan nilai-nilai *MAPE in sample* dan *MAPE out of sampel* untuk horison 12 bulan kedepan dan 24 kedepan disajikan pada Tabel 3. Sedangkan grafik plot dari data deret waktu hasil peramalan dan data deret waktu historis disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Tabel 3. Nilai MAPE in Sample dan MAPE out of Sample

MAPE	Panjang Peramalan	
	12 Bulan	24 Bulan
<i>MAPE in sample</i>	28,04%	56,08%
<i>MAPE out of sample</i>	28,66%	52,06%

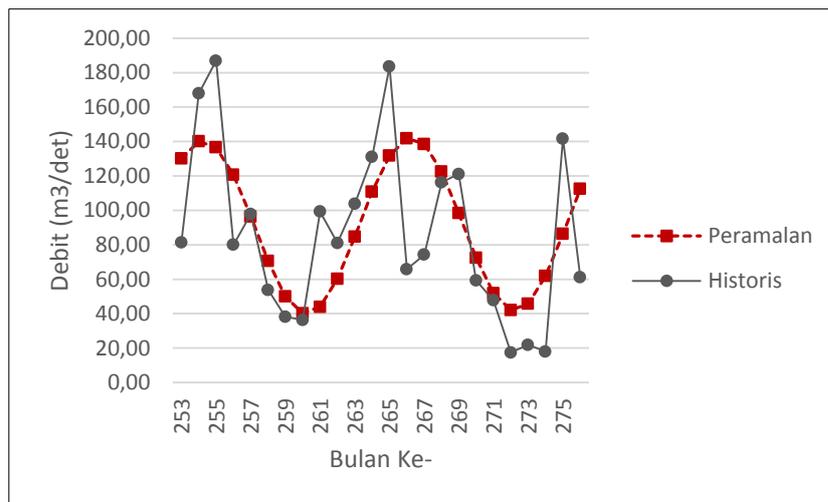
Dikirim: 15 Februari 2019; Direvisi: 22 Maret 2019; Diterima: 22 Maret 2019

Cara citasi: Ruhiat, D., dan Suwanda, C. 2019. Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung). *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 4 No 1, Hal 1-12, Maret 2019.



Gambar 5. Plot Data Deret Waktu Hasil Peramalan dan Data Deret Waktu Historis (Panjang Peramalan 12 Bulan)

Berdasarkan grafik yang tersaji pada Gambar 5 dan Gambar 6 diketahui bahwa data deret waktu debit Sungai Citarum hasil peramalan, baik untuk horison peramalan 24 bulan maupun 12 bulan, mampu menirukan perilaku dari data deret waktu historis.



Gambar 6. Plot Data Deret Waktu Hasil Peramalan dan Data Deret Waktu Historis (Panjang Peramalan 24 bulan)

Tabel 4. Perbandingan Nilai MAPE dari Model Regresi Spektral dan Model SARIMA (3,0,1)(2,0,0)¹²

Model	Mape in Sample		MAPE out of Sample	
	12 Bulan	24 Bulan	12 Bulan	24 Bulan
Regresi Spektral	28,04%	56,08%	28,66%	52,06%
SARIMA(3,0,1)(2,0,0) ¹²	38,80%	53,80%	45,24%	71,65%

Dikirim: 15 Februari 2019; Direvisi: 22 Maret 2019; Diterima: 22 Maret 2019

Cara citasi: Ruhiat, D., dan Suwanda, C. 2019. Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung). *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 4 No 1, Hal 1-12, Maret 2019.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 4, diketahui bahwa pemodelan dan peramalan deret waktu debit Sungai Citarum PDA Nanjung yang dilakukan sebelumnya melalui model SARIMA $(3,0,1)(2,0,0)^{12}$, diketahui memiliki nilai *MAPE in sample* sebesar 38,8 persen untuk panjang peramalan 12 bulan dan sebesar 53,8 persen untuk panjang peramalan 24 bulan. Sedangkan hasil peramalan melalui metode regresi spektral untuk data deret waktu yang sama, diketahui memiliki nilai *MAPE in sample* sebesar 28,04 persen untuk hasil peramalan 12 bulan kedepan, atau secara signifikan jauh lebih baik dari model SARIMA $(3,0,1)(2,0,0)^{12}$. Demikian pula halnya untuk nilai *MAPE out of sample*, hasil peramalan model regresi spektral memiliki nilai MAPE yang relatif lebih kecil (lebih baik), yaitu masing-masing 28,66 persen dan 52,06 persen untuk horison peramalan 12 bulan dan 24 bulan kedepan sedangkan SARIMA $(3,0,1)(2,0,0)^{12}$ memiliki nilai MAPE sebesar 52,06 persen untuk horison peramalan 12 bulan dan sebesar 71,65 persen untuk horison peramalan 24 bulan.

KESIMPULAN

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

1. Identifikasi data menunjukkan bahwa data deret waktu debit bulanan Sungai Citarum PDA Nanjung mengikuti pola musiman dengan periode 12.
2. Pemodelan melalui metode Regresi Spektral menghasilkan persamaan regresi spektral orde satu untuk peramalan data debit Sungai Citarum Nanjung, dengan persamaan: $Z_t = 22.36 \cos \omega t + 45,83 \sin \omega t + e_t$.
3. Ditinjau dari besar nilai MAPE, hasil peramalan data deret waktu debit Sungai Citarum PDA Nanjung melalui regresi spektral untuk panjang peramalan 12 bulan kedepan dinilai cukup baik, karena memiliki nilai *MAPE in sample* sebesar 28,04 persen dan *MAPE out of sample* sebesar 28,66 persen. Namun demikian kurang baik untuk panjang peramalan 24 bulan ke depan, karena memiliki nilai *MAPE in sample* sebesar 56,08 persen dan nilai *MAPE out of sample* sebesar 52,06 persen.
4. Ditinjau dari besar nilai MAPE, hasil peramalan deret waktu melalui metode regresi spektral lebih baik dibandingkan dengan hasil peramalan melalui metode SARIMA terbaik yang telah dilakukan sebelumnya. Model SARIMA terbaik memiliki nilai *MAPE in sample* sebesar 38,80 persen untuk peramalan 12 bulan kedepan dan 53,8 persen untuk peramalan 24 bulan ke depan. Sedangkan hasil kalibrasi memberikan nilai *MAPE out of sample* 45,24 persen untuk peramalan 12 bulan kedepan dan 71,65 persen untuk panjang peramalan 24 bulan kedepan.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil pembahasan di atas, mengenai pemodelan dan peramalan data deret waktu debit Sungai Citarum dengan menggunakan metode Regresi Spektral dan model SARIMA terbaik, penulis merasakan bahwa pemodelan dan peramalan data runtun waktu, khususnya terhadap data runtun waktu hidrologi, adalah sangat menarik. Namun dari dua kali pemodelan dan peramalan yang telah dilakukan dengan menggunakan dua metode yang berbeda tersebut, ternyata masih memberikan hasil nilai MAPE di atas 15 persen. Oleh karena itu, untuk selanjutnya penulis menyarankan agar pemodelan dan peramalan data deret waktu dikembangkan dengan menggunakan metode-metode lainnya sesuai dengan karakteristik data deret waktu historis, salah satu metode yang direkomendasikan adalah *Singular Spectrum Analysis (SSA)*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Gumgum Darmawan, S.Si., M.Si, yang telah banyak memberi masukan dan berbagi ilmu di bidang pemodelan dan peramalan deret waktu melalui pendekatan statistik, sehingga paper ini bisa tersusun dan siap untuk dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Darmawan, G., Mulyani, S., Sudartianto (2012). Pengujian pola musiman pada data deret waktu dengan menggunakan regresi spektral. *Prosiding Seminar Nasional Statistika*. ISSN online 2599-2546, ISSN Cetak 2087-2590, hal 63-72. Departemen Statistika Universitas Padjadjaran.
- 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 : 136-146 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.
- Ruhiat, D., dan Effendi, A. (2018). Pengaruh faktor musiman pada pemodelan deret waktu untuk peramalan debit sungai dengan metode Sarima. *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol. 2. No. 2: 117-128.
- 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.

Dikirim: 15 Februari 2019; Direvisi: 22 Maret 2019; Diterima: 22 Maret 2019

Cara sitasi: Ruhiat, D., dan Suwanda, C. 2019. Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung). *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 4 No 1, Hal 1-12, Maret 2019.

Dikirim: 15 Februari 2019; Direvisi: 22 Maret 2019; Diterima: 22 Maret 2019

Cara sitasi: Ruhiat, D., dan Suwanda, C. 2019. Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus: Debit Sungai Citarum-Nanjung). *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 4 No 1, Hal 1-12, Maret 2019.