

PERBANDINGAN KINERJA MODEL ARIMA DAN THOMAS-FIERING DALAM MEMPREDIKSI DEBIT SUNGAI LONING, MAGELANG

Joko Suryanto¹

¹Dosen Program Studi Teknik Pertanian STIPER Kutai Timur
Jl. Soekarno-Hatta No.1 Sangatta Kutai Timur 75387, Indonesia.
E-Mail: djakasoerya@yahoo.co.id

ABSTRAK

Perbandingan Kinerja Model ARIMA Dan Thomas-Fiering Dalam Memprediksi Debit Sungai Loning, Magelang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa data debit bulanan sungai Loning Magelang menggunakan pendekatan stokhastik. Tahap awal adalah melakukan uji konsistensi data debit menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) untuk mendeteksi homogenitas data debit. Dua pendekatan stokhastik dalam simulasi debit bulanan sungai Loning adalah model ARIMA dan Thomas-Fiering. Indeks error (RMSE dan MAPE) prediksi dua model tersebut dibandingkan untuk menentukan model yang sesuai dalam mensimulasi debit sungai Loning. Nilai RMSE dan MAPE pada periode prediksi 2014 – 2015 diperoleh sebesar 9.710 lt/dt dan 27.23 %, 11,325 lt/dt dan 32.71 %, berturut-turut untuk model ARIMA dan Thomas-Fiering. Nilai indeks error tersebut mengindikasikan bahwa model ARIMA lebih sesuai untuk simulasi debit bulanan sungai Loning dibandingkan model Thomas-Fiering.

Kata kunci : ARIMA, Debit bulanan, Model stockhastic, Thomas-Fiering, Sungai Loning.

ABSTRACT

Comparison of Performance ARIMA Model and Thomas-Fiering Model in Forecasting Run-Off of Loning River, Magelang. The objective of the research was to analyzed monthly run off data of Loning River Magelang for simulation using stochastic approaches. Initally Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS) was used to identify the nonhomogeneity during data period. The two approaches of stochastic modeling, ARIMA and Thomas-Fiering models, were used to simulate monthly run off data. The index error (RMSE and MAPE) predictions for both approaches were compared to identify the most suitable approach for reliable simulation. The RMSE and MAPE prediction run-off of Loning river for period of 2014-2015 obtained for two approaches were 9.710 lt/dt and 27.23 %, 11,325 lt/dt and 32.71 % for ARIMA model, Thomas-Fiering model, respectively. The two index error calculated for two approaches indicate that ARIMA model appear to be better than Thomas-Fiering.

Key words : ARIMA, Loning River, Monthly run-off, Stochastic model, Thomas-Fiering.

1. PENDAHULUAN

Air adalah elemen penting dalam pertanian karena digunakan oleh tanaman untuk fotosintesis, transport hara, transpirasi dan dimanfaatkan oleh tanaman untuk memproduksi biomassa yang dibutuhkan manusia. Sumber air yang digunakan oleh tanaman tersebut dapat diperoleh dari curah hujan, air permukaan, maupun air tanah.

Air permukaan dalam bentuk debit aliran sungai merupakan air irigasi

yang digunakan sebagai tambahan air hujan dalam memenuhi kebutuhan air tanaman. Pemanfaatan data debit aliran sungai dalam perencanaan sistem irigasi seringkali terkendala oleh catatan debit aliran sungai yang ada sangat pendek, sehingga informasi yang dapat diperoleh dari catatan yang pendek sangat terbatas. Salah satu usaha untuk memecahkan persoalan kurang panjangnya data hidrologi adalah dengan pembangkitan data (Wibowo, 2000).

Model hidrologi yang dapat digunakan untuk pembangkitan data sintetik maupun prediksi (*forecasting*) adalah model stokhastik (Raghunath,2006). Model hidrologi yang termasuk model stokastik dicontohkan oleh Clarke (1973) antara lain; model regresi, Thomas Fiering, Multivariate Thomas Fiering, model ARIMA. Beberapa kelebihan model ARIMA antara lain tersedianya tahapan sistematis dalam pembentukan model yaitu identifikasi, estimasi parameter dan diagnostik checking (Mishra dan Singh, 2011).

Dengan diketahuinya model debit sungai yang sesuai untuk karakteristik data debit sungai Loning diharapkan dapat membantu dalam perencanaan sistem irigasi dalam pemanfaatan air tersedia secara efektif dan efisien untuk mendukung produksi tanaman yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan model simulasi debit yang sesuai untuk debit bulanan sungai Loning dengan menggunakan pendekatan model stokhastik. Penelitian dilakukan dengan melakukan prediksi debit bulanan menggunakan model ARIMA dan Thomas-Fiering kemudian membandingkan kinerja kedua model tersebut.

MODEL ARIMA

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) adalah model deret waktu yang diperkenalkan oleh Box dan Jenkins pada tahun 1976. Model ini merupakan kombinasi antara model *autoregressive moving average*

(ARMA) dan proses pembedaan (*differencing*). Hasil proses pembedaan data deret waktu adalah model stasioner dengan bentuk umum proses ARMA. Secara umum, proses ARIMA (p,d,q) dapat dituliskan dalam bentuk (Wei, 2006):

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

dimana:

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$$\theta_0 = \mu(1 - \phi_1 - \phi_2 - \dots - \phi_p) \text{ untuk } d = 0$$

Apabila data deret waktu mengandung pola musiman, maka model ARIMA yang digunakan adalah ARIMA musiman atau (p,q,d) (P,D,Q)^s. Model ARIMA musiman (p,q,d) (P,D,Q)^s dapat dituliskan sebagai berikut (Wei, 2006) :

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^d X_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s) a_t \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

$$\phi(B) = 1 - \sum_{i=1}^p \phi_i B^i, \text{ autoregressive non musiman dengan orde } p$$

$$\Phi(B) = 1 - \sum_{i=1}^P \Phi_i B^{si}, \text{ autoregressive musiman dengan orde } P$$

$$\theta(B) = 1 - \sum_{i=1}^q \theta_i B^i, \text{ moving average non musiman dengan orde } q$$

$$\Theta(B) = 1 - \sum_{i=1}^Q \Theta_i B^{si}, \text{ moving average musiman dengan orde } Q$$

Model Thomas-Fiering

Pada dasarnya model Thomas Fiering merupakan Markovian alami dengan parameter periodik, yaitu nilai rerata, diviasi standar dan korelasi antara data berurutan. Model ini terdiri dari 12 persamaan regresi, satu persamaan untuk setiap bulannya.

Persamaan model dapat dituliskan dalam persamaan berikut (Clarke, 1973) :

$$Q_{i+1} = \bar{Q}_{j+1} + b_j(Q_i - \bar{Q}_j) + z_i s_{j+1} \sqrt{(1-r_j^2)} \dots (3)$$

dimana:

Q_{i+1} = debit pada bulan (i+1)

\bar{Q}_{j+1} = debit rerata pada bulan (j+1)

b_j = koefisien regresi untuk prediksi debit pada bulan (j+1) berdasarkan debit bulan j.

Q_i = debit selama bulan i dimulainya pembangkitan data sintetik.

\bar{Q}_j = debit rerata bulan j

z_i = variat acak deviasi normal dengan rerata 0 dan variansi 1.

s_{j+1} = standar deviasi debit pada bulan (j+1)

r_j = koefisien korelasi antara debit bulan j dengan bulan (j+1)

j = 1, 2, 3, ..., 12 (bulan Januari sampai Desember)

i = j, 12 bulan + j, 24 bulan + j, ..., N bulan + j

2. METODA PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Daerah Irigasi (DI) Loning Kabupaten Magelang Jawa Tengah. Secara geografis terletak antara 7° 33' 23" dan 7° 28' 59" LS, 110° 9' 37" dan 110° 11' 43" BT. DI Loning memanfaatkan debit sungai Loning sebagai sumber utama air irigasi yang berasal dari hasil air Daerah Aliran Sungai (DAS) Loning. Pada bulan Desember 2015.

2.2. Prosedur Penelitian dan Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder debit bulanan sungai Loning antara tahun 1990 – 2015 atau sebanyak 312 data. Data tersebut diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum, Energi dan Sumber Daya Mineral (DPU ESDM) Kabupaten Magelang.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian DI Loning

2.3. Analisa Data

Uji konsistensi data

Uji konsistensi dilakukan terhadap data debit bulanan tahun 1990-2015

menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) (Buishand, 1982) :

$$RAPS = \frac{\sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n}}}$$

Prosedur Model ARIMA

Data debit bulanan dibagi menjadi dua bagian, sebanyak 288 data antara tahun 1990 – 2013 digunakan dalam pembentukan model ARIMA, sedangkan validasi model menggunakan 24 data yaitu data tahun 2014 – 2015. Tahapan pembentukan model ARIMA mengikuti prosedur Box dan Jenkins (1976) yaitu : 1) identifikasi model, 2) estimasi parameter, dan 3) uji kesesuaian model. Tujuan tahap identifikasi model adalah menentukan transformasi dan differencing data yang belum stasioner dalam varian dan mean, serta menentukan orde model AR dan MA, baik reguler maupun musiman. Analisis stasioneritas data dalam varian menggunakan plot Box-Cox, sedangkan stasioneritas mean menggunakan analisa plot *autocorelation function* (ACF) dan *partialautocorelation function* (PACF). Identifikasi model potensial menggunakan plot ACF dan PACF data yang telah stasioner. Estimasi parameter model menggunakan metode *conditional least square* (CLS) dengan bantuan program SAS. Tahapan berikutnya adalah *diagnostic checking* untuk menilai kecukupan model ARIMA melalui uji asumsi residual model. Uji Ljung-Box untuk menguji sifat *white noise* dan metode Kolmogorov-Smirnov untuk uji residual model berdistribusi normal. Penentuan model terbaik menggunakan kriteria minimum nilai AIC, SBC pada data pembentukan model.

Prosedur model Thomas-Fiering

Tahapan dalam menentukan persamaan regresi Thomas-Fiering adalah (Clarke, 1973):

- a. Menghitung rata-rata debit bulanan

$$\bar{Q}_j = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{ji}}{n} \dots\dots (5)$$

- b. Menghitung standar deviasi

$$S_j = \sqrt{\frac{(Q_{ji} - \bar{Q}_j)^2}{n-1}} \dots\dots (6)$$

- c. Menghitung koefisien korelasi (r_j)

$$r_j = \frac{\sum_{i=1}^i (Q_{j,i} - \bar{Q}_j)(Q_{j,i+1} - \bar{Q}_{j+1})}{\sqrt{\{\sum_{i=1}^i (Q_{j,i} - \bar{Q}_j)^2 \sum_{i=1}^i (Q_{j,i+1} - \bar{Q}_{j+1})^2\}}} \dots (7)$$

- d. Menghitung slope persamaan regresi (b_j)

$$b_j = \frac{r_j S_{j+1}}{S_j} \dots\dots\dots (8)$$

- e. Menghitung variat acak distribusi normal (z_i)

$$z_i = \frac{(Q_i - \bar{Q})}{S_j} \dots\dots\dots (9)$$

- f. Menyusun persamaan regresi Thomas-Fiering

$$Q_{i+1} = \bar{Q}_{j+1} + b_j (Q_i - \bar{Q}_j) + z_i S_{j+1} \sqrt{(1-r_j^2)} \dots\dots (10)$$

Perbandingan Kinerja Model

Perbandingan kinerja model menggunakan ukuran akurasi hasil prediksi debit model ARIMA dan Thomas-Fiering. Ukuran tingkat akurasi hasil prediksi yang digunakan antara lain *root mean square error* (RMSE) dan *mean absolute percentage error* (MAPE).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \{y_{o(i)} - y_{f(i)}\}^2} \dots\dots (11)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_{o(i)} - y_{f(i)}}{y_{o(i)}} \right| \cdot 100 \dots\dots (12)$$

dimana:

y_{o(i)} = nilai debit observasi (lt/dt) untuk i = 1, 2, 3, ... n

y_{f(i)} = nilai debit prediksi model (lt/dt) untuk i = 1, 2, 3, ... n

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Uji Konsistensi Data Debit

Analisis statistik data hidrologi membutuhkan asumsi bahwa data mempunyai sifat konsisten. Maka, sebelum melakukan analisa statistik data hidrologi, inkonsistensi dan nonhomogen data harus diidentifikasi dan dihilangkan terlebih dahulu, karena sifat tersebut tidak diharapkan terus berlanjut di masa depan.

Tabel 1. memperlihatkan hasil uji konsistensi data menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) bahwa nilai $Q\sqrt{n_{hit}}$ dan $R\sqrt{n_{hit}}$ lebih kecil dibandingkan dengan nilai $Q\sqrt{n_{tab}}$ dan

$R\sqrt{n_{tab}}$ pada tingkat kepercayaan 95 %, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa data debit bulanan pada tahun 1990 – 2015 bersifat konsisten dan dapat digunakan untuk analisa berikutnya.

Tabel 1. Hasil uji konsistensi data debit metode RAPS pada $\alpha = 0,05$

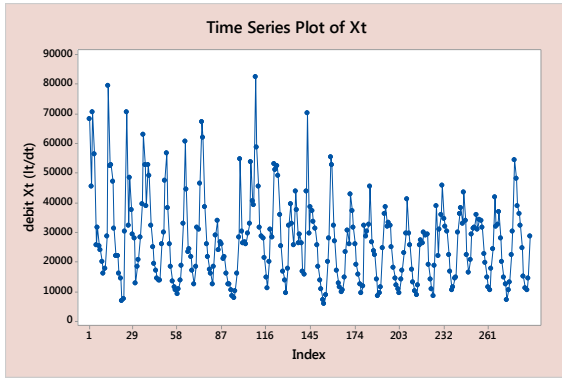
| Bulan | $Q\sqrt{n_{hit}}$ | $Q\sqrt{n_{tab}\alpha}$ | $R\sqrt{n_{hit}}$ | $R\sqrt{n_{tab}\alpha}$ | Kesimpulan |
|-----------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|------------|
| Januari | 1.25 | 1.22 | 1.25 | 1.44 | konsisten |
| Februari | 0.71 | 1.22 | 1.20 | 1.44 | konsisten |
| Maret | 1.04 | 1.22 | 1.15 | 1.44 | konsisten |
| April | 1.21 | 1.22 | 1.34 | 1.44 | konsisten |
| Mei | 1.21 | 1.22 | 1.24 | 1.44 | konsisten |
| Juni | 0.45 | 1.22 | 0.82 | 1.44 | konsisten |
| Juli | 0.44 | 1.22 | 0.85 | 1.44 | konsisten |
| Agustus | 1.14 | 1.22 | 1.14 | 1.44 | konsisten |
| September | 1.16 | 1.22 | 1.16 | 1.44 | konsisten |
| Oktober | 1.07 | 1.22 | 1.24 | 1.44 | konsisten |
| November | 1.02 | 1.22 | 1.26 | 1.44 | konsisten |
| Desember | 0.74 | 1.22 | 0.92 | 1.44 | konsisten |

Prediksi Debit bulanan Model ARIMA

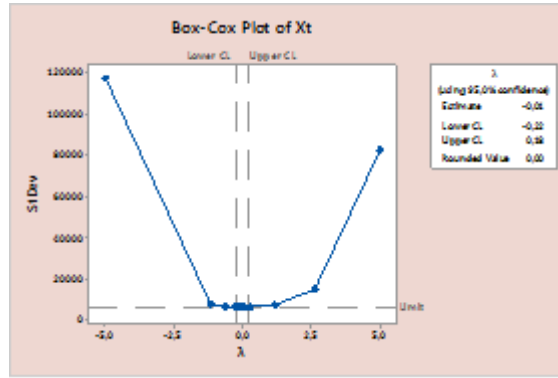
Hasil uji stasioneritas varian data debit bulanan 1990 – 2013 menggunakan plot Box-Cox yang diperlihatkan pada Gambar 2b, diperoleh kesimpulan bahwa data debit bulanan belum stasioner dalam varian dengan nilai lamda (λ) = -0.01. Untuk memperoleh data bersifat stasioneritas varian, maka dilakukan transformasi data menggunakan transformasi Box-Cox dengan bentuk transformasi berdasarkan nilai λ adalah $x_t = \ln X_t$.

Hasil uji stasioneritas dalam mean menggunakan plot *autocorrelation*

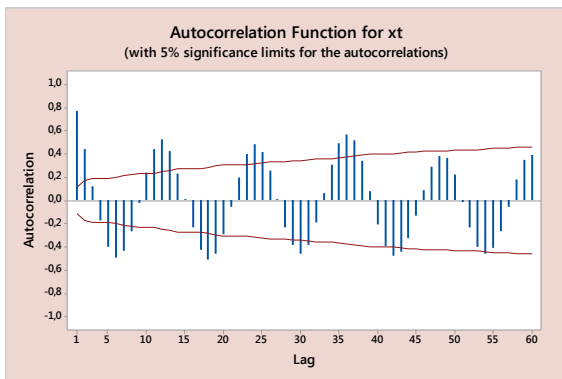
function (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF) hingga lag 60 diperlihatkan pada Gambar 3a., terlihat bahwa data belum stasioner dalam mean yang ditunjukkan adanya pola turun perlahan (*dies down very slowly*), sehingga data harus dilakukan differencing musiman (D=1, S=12) maupun reguler (d=1). Persamaan differencing musiman dan reguler menggunakan persamaan $\nabla\nabla^{12}x_t = \nabla(x_t - x_{t-12}) = x_t - x_{t-1} - x_{t-12} + x_{t-13}$.



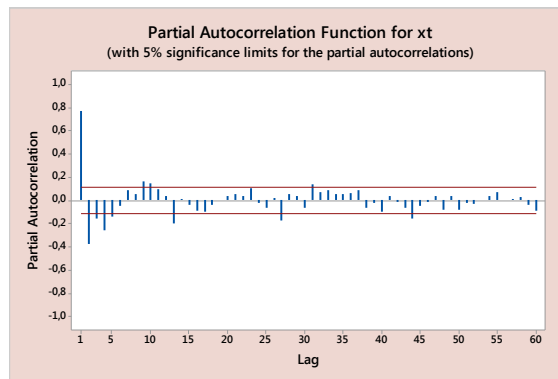
Gambar 2a. Time series plot data debit (X_t)



Gambar. 2b. Plot Box-Cox data debit (X_t)



Gambar 3a. Plot ACF x_t



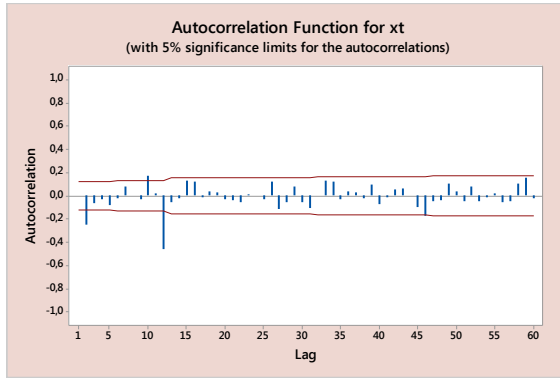
Gambar. 3b. Plot PACF x_t

Hasil plot ACF dan PACF differencing pada lag 12 dan 1, pada Gambar 4a. dan 4b. terlihat plot ACF nonmusiman *cut off* pada lag 1 dan 10, sedangkan lag musiman pada lag 12. Plot PACF pada Gambar 4b. menunjukkan bahwa lag nonmusiman signifikan pada lag 1, 5, dan 10, sedangkan pada lag musiman signifikan pada lag 12 dan 24. Berdasarkan sifat ACF/PACF teoritis lag musiman, maka model dugaan data debit $\nabla^{12}z_t$ adalah moving average pola musiman untuk 12 lag. Berdasarkan

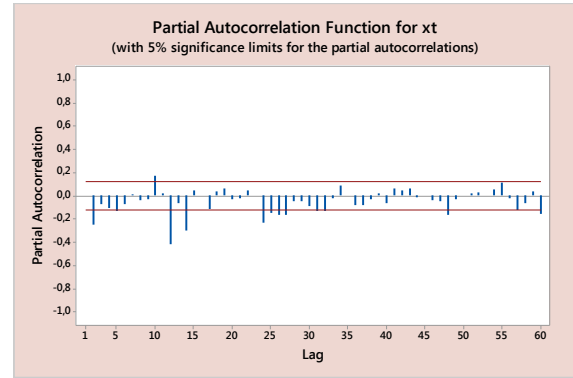
Gambar 4a. dan 4b., maka model ARIMA yang dapat digunakan untuk meramalkan debit sungai Loning adalah :

Model ARIMA $([1,3],1,[2,3]) (0,1,1)^{12}$

$$\begin{aligned}
 x_t = & (1 + \phi_1)x_{t-1} - \phi_1x_{t-2} & + \\
 & \phi_3x_{t-3} - \phi_3x_{t-4} + & \\
 & x_{t-12} - (1 + \phi_1)x_{t-13} & + \\
 & \phi_1x_{t-14} - \phi_3x_{t-15} + \phi_3x_{t-16} & + \\
 & a_t - \theta_2a_{t-2} - \theta_3a_{t-3} - \Theta_1a_{t-12} & \\
 & + \theta_2\Theta_1a_{t-14} + \theta_3\Theta_1a_{t-15} \dots\dots (13) &
 \end{aligned}$$



Gambar 4a. Plot ACF $\nabla\nabla^{12}x_t$



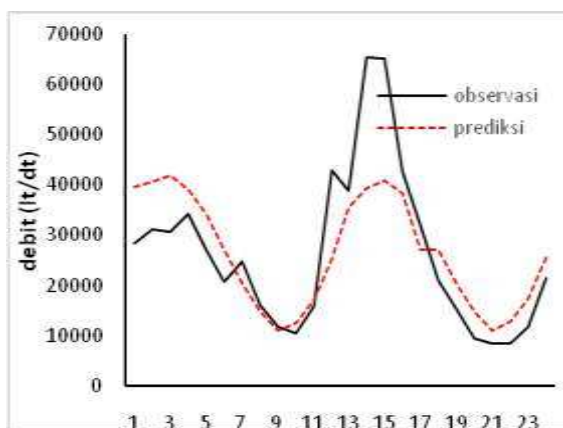
Gambar. 4b. Plot PACF $\nabla\nabla^{12}x_t$

Persamaan 13. Di atas memperlihatkan bahwa debit saat bulan sekarang (x_t) ditentukan oleh debit 4 bulan sebelumnya ($x_{t-1}, x_{t-2}, x_{t-3}, x_{t-4}$), pengaruh musiman (x_{t-12}) dan debit 4 bulan pada tahun sebelumnya ($x_{t-13}, x_{t-14}, x_{t-15}, x_{t-16}$), ditambah dengan kesalahan acak.

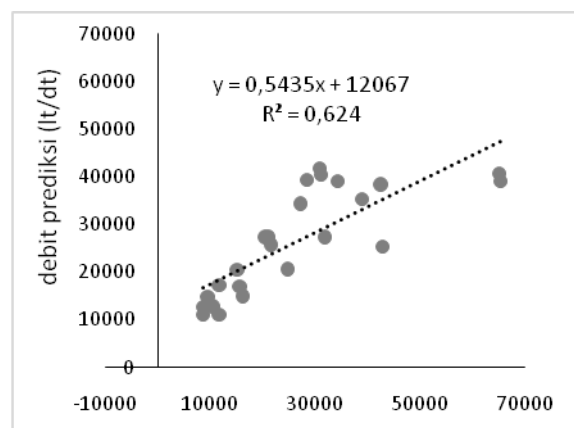
Hasil uji signifikansi parameter model dengan $\alpha = 0.05$ menunjukkan bahwa parameter berbeda nyata dengan 0 (signifikan) ditunjukkan dengan nilai $p\text{-value} < \alpha$. Hasil uji *Ljung-Box* terhadap asumsi residual bersifat *white noise* diperoleh bahwa residual model telah memenuhi asumsi *white noise* hingga lag 48 dengan nilai $p\text{-value} > \alpha$. Hasil

pengujian distribusi normal residual model diperoleh hasil bahwa residual model telah mengikuti distribusi normal dengan nilai $p\text{-value} = 0.0784$ dan lebih besar dari taraf nyata 0.05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model ARIMA $([1,3],1,[2,3]) (0,1,1)^{12}$ dapat digunakan untuk meramalkan debit bulanan sungai Loning.

Model ARIMA $([1,3],1,[2,3]) (0,1,1)^{12}$ tersebut kemudian digunakan untuk memprediksi debit bulanan periode 2014-2015. Hasil prediksi dapat dilihat pada Lampiran, sedangkan secara grafis diperlihatkan pada Gambar 5a. dan Gambar 5b. sebagai berikut :



Gambar 5a. Grafik prediksi model ARIMA dan observasi 2014-2015 dan observasi 2014-2015.



Gambar. 5b. Diagram pencar debit prediksi model ARIMA dan observasi 2014-2015.

Prediksi Debit bulanan model Thomas-Fiering

Prediksi debit bulanan menggunakan model Thomas-Fiering terdiri dari 12 persamaan regresi linier

untuk masing-masing bulan dalam satu tahun yang ditunjukkan pada Persamaan 3. Persamaan regresi model Thomas-Fiering tersebut terdiri dari 48 parameter, yaitu 12 rerata ($\bar{Q}_1, \bar{Q}_2, \bar{Q}_3 \dots \bar{Q}_j$) 12 standar deviasi ($S_1, S_2, S_3 \dots S_j$), 12 slope regresi ($b_1, b_2, b_3 \dots b_j$), dan 12 koefisien korelasi ($r_1, r_2, r_3 \dots r_j$).

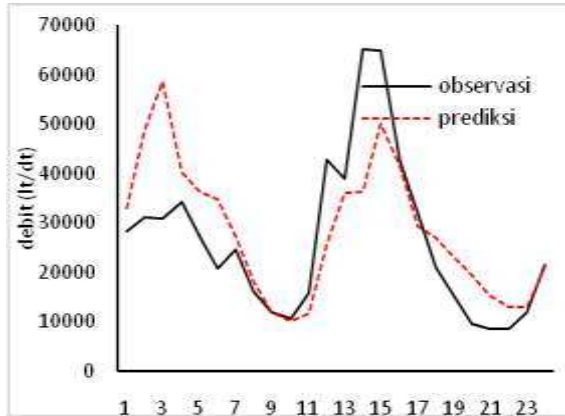
Prosedur prediksi debit bulanan model Thomas-Fiering adalah sebagai berikut, misal debit bulan Januari pada tahun ke-i, rerata debit pada bulan sebelumnya yaitu debit bulan November dan Desember tahun ke i-1 sebagai variabel bebasnya. Demikian seterusnya hingga diperoleh debit prediksi masing – masing bulan pada tahun ke – i. Nilai variat acak (z_i) diperoleh dari data debit pada tahun terakhir, untuk memprediksi debit tahun 2014-2015 maka nilai z_i diperoleh dari data debit bulanan tahun 2013 untuk memprediksi debit bulanan tahun 2014. Prediksi debit bulanan tahun 2015 menggunakan nilai z_i dari debit hasil prediksi tahun 2014.

$$\begin{aligned}
 & Q_{jan} = 4.553 + 0.666 (Q_{des}-4.407) + z_1 \\
 0.198 & \sqrt{1 - (0.376)^2} \\
 & Q_{feb} = 4.570 + 0.334 (Q_{jan} - 4.553) + z_2 \\
 0.132 & \sqrt{1 - (0.516)^2} \\
 & Q_{mar} = 4.637 + 0.563 (Q_{feb} - 4.570) + z_3 \\
 0.119 & \sqrt{1 - (0.578)^2} \\
 & Q_{apr} = 4.568 + 0.378 (Q_{mar} - 4.637) + z_4 \\
 0.092 & \sqrt{1 - (0.578)^2} \\
 & Q_{mei} = 4.463 + 0.066 (Q_{apr} - 4.568) + z_5 \\
 0.066 & \sqrt{1 - (0.110)^2}
 \end{aligned}$$

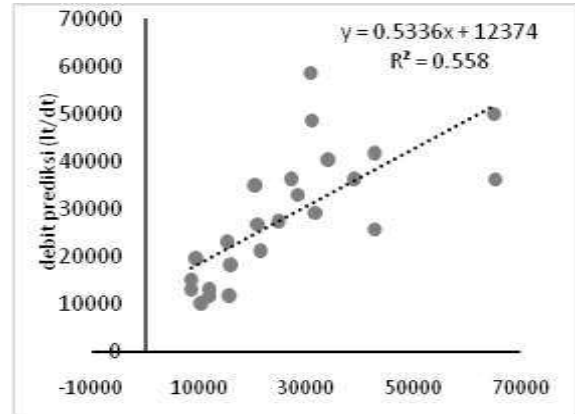
$$\begin{aligned}
 & Q_{jun} = 4.381 + 0.590 (Q_{mei} - 4.463) + z_6 \\
 0.090 & \sqrt{1 - (0.564)^2} \\
 & Q_{jul} = 4.266 + 0.678 (Q_{jun} - 4.381) + z_7 \\
 0.107 & \sqrt{1 - (0.745)^2} \\
 & Q_{ags} = 4.178 + 0.618 (Q_{jul} - 4.266) + z_8 \\
 0.103 & \sqrt{1 - (0.664)^2} \\
 & Q_{sep} = 4.083 + 1.244 (Q_{ags} - 4.178) + z_9 \\
 0.158 & \sqrt{1 - (0.908)^2} \\
 & Q_{okt} = 4.145 + 1.615 (Q_{sep} - 4.083) + z_{10} \\
 0.245 & \sqrt{1 - (0.792)^2} \\
 & Q_{nov} = 4.259 + 1.097 (Q_{okt} - 4.145) + z_{11} \\
 0.270 & \sqrt{1 - (0.850)^2} \\
 & Q_{des} = 4.407 + 0.368 (Q_{nov} - 4.259) + z_{12} \\
 0.170 & \sqrt{1 - (0.518)^2} \dots\dots\dots (14)
 \end{aligned}$$

Prediksi menggunakan model Thomas-Fiering dapat diperoleh hasil nilai negatif, yang kemudian nilai tersebut digantikan dengan nilai minimum data observasi pada bulan yang sama. Salah satu cara untuk menghindari hasil prediksi yang bernilai negatif adalah mentransformasikan data awal (X_t) ke dalam bentuk logaritma.

Hasil prediksi debit bulanan tahun 2014-2015 dapat dilihat di Lampiran, sedangkan secara grafis ditampilkan pada Gambar 6a. dan 6b. Pada Gambar 6a. dapat dilihat bahwa pola debit prediksi mampu mengikuti pola debit observasi, namun pada tahun 2014 debit prediksi lebih besar dibandingkan debit observasi, sebaliknya pada tahun 2015 debit prediksi lebih kecil dibandingkan debit observasi.



Gambar 6a. Grafik prediksi model Thomas-Fiering dan observasi 2014-2015.



Gambar. 6b. Diagram pencar debit prediksi model Thomas-Fiering dan observasi 2014-2015.

Perbandingan Kinerja Model Prediksi

Hasil prediksi debit bulanan periode 2014 - 2015 secara keseluruhan model ARIMA lebih mendekati debit observasi dibandingkan dengan prediksi model Thomas-Fiering seperti terlihat pada Gambar 5a. dan 6a. Pada periode

hujan tahun 2014, prediksi model ARIMA lebih mendekati debit observasi, sedangkan pada debit tertinggi tahun 2015 yaitu periode Februari model Thomas Fiering lebih mendekati debit observasi dibandingkan model ARIMA.

Tabel 2. Perbandingan tingkat akurasi debit prediksi ARIMA dan Thomas-Fiering.

| Parameter | Observasi | Model ARIMA | Model Thomas-Fiering |
|----------------|-----------|-------------|----------------------|
| rerata (lt/dt) | 26,415 | 26,424 | 28,348 |
| max (lt/dt) | 65,265 | 41,810 | 58,655 |
| min (lt/dt) | 8,492 | 11,070 | 9,992 |
| RMSE (lt/dt) | - | 9,710 | 11,325 |
| MAPE (%) | - | 27.23 | 32.71 |
| korelasi (r) | - | 0.79 | 0.75 |

Tabel 2. memperlihatkan bahwa nilai RMSE model ARIMA 9,710 lt/d, lebih kecil dibandingkan model Thomas-Fiering 11,325 lt/dt dan nilai MAPE ARIMA lebih kecil dibandingkan MAPE Thomas Fiering. Berdasarkan nilai kedua indeks error tersebut, maka model ARIMA lebih sesuai untuk mensimulasi debit bulanan sungai Loning. Namun, MAPE prediksi model ARIMA masih lebih tinggi untuk dikatakan kinerja model memuaskan. Model dapat dikatakan mempunyai kinerja yang memuaskan apabila nilai MAPE < 25 % (Makridakis, *dkk.*, 1995). Oleh karena

itudiperlukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh model ARIMA yang menghasilkan indeks error lebih kecil.

4. KESIMPULAN

Prediksi debit bulanan sangat penting untuk pengambilan keputusan dalam manajemen sumberdaya air. Penelitian ini difokuskan pada perbandingan akurasi hasil prediksi debit sungai Loning antara model ARIMA dengan model Thomas-Fiering dengan ukuran nilai indeks error RMSE dan MAPE. Kedua model tersebut digunakan

untuk memprediksi debit bulanan sungai Loning pada DAS Loning periode 2014 - 2015. Nilai RMSE model ARIMA lebih kecil yaitu 9.710 lt/dt dibandingkan model Thomas-Fiering 11,325 lt/dt. Nilai MAPE model ARIMA sebesar 27.23 %, lebih kecil dibandingkan model Thomas-Fiering 32.71 %. Berdasarkan nilai indeks error, maka model ARIMA lebih sesuai untuk mensimulasi debit bulanan sungai Loning dibandingkan model Thomas-Fiering.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Box, G.E.P, dan Jenkins G.M. 1970. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Edisi Pertama. Holden-Day. San Fransisco.
- [2] Buishand, T.A. 1982. *Some Methods For Testing The Homogeneity Of Rainfall Records*. Journal of Hydrology. Vol 58. pp. 11 - 27.
- [3] Clarke, R. T. 1973. *Mathematical Models in Hydrology*. Irrigation and Drainage Paper. No. 19. FAO. Rome. Italy.
- [4] Makridakis, S.,S, Wheelwright dan V. Mcgee. 1995. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jilid 1, Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- [5] Mishra A, K., dan Singh, V. P. 2011. *Drought Modelling- A Review*. Journal of Hydrology. 403. pp. 157-175.
- [6] Raghunath, P. M. 2006. *Hydrology: Principles Analysis Design*. Revised Second Edition. New Age International, Ltd. Publishers. New Dehli.
- [7] Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*. Second Edition. Addison Wesley Publishing Company. Canada.
- [8] Wibowo, Spto. 2000. *Analisis Neraca Air Untuk Perbaikan Rencana Penetapan Pola Tanam dan Jadwal Tanam*. Tesis S2. UGM. Yogyakarta.