

PERAMALAN HASIL TANGKAP IKAN LAYUR DI PELABUHAN PERIKANAN NUSANTARA (PPN) PRIGI DENGAN MODEL *MULTISCALE AUTOREGRESSIVE* (MAR)

FORECASTING OF LAYUR FISHING CATCH AT THE NUSANTARA FISHING PORT (PPN) PRIGI WITH A *MULTISCALE AUTOREGRESSIVE* (MAR) MODEL

Daduk Setyohadi^{a,*}, Handayu Putrindi^a, Muhammad Arif Rahman^a

^aFakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang 65145, Indonesia

*Koresponden Penulis: daduks@ub.ac.id

Abstrak

Ikan layur (*Trichiurus spp.*) merupakan sumberdaya ikan demersal dominan dan merupakan komoditas ekspor dengan permintaan tinggi di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Prigi. Beberapa tahun terakhir terjadi tekanan penangkapan besar-besaran dari nelayan setempat, sehingga menyebabkan semakin menurunnya produksi ikan layur per unit alat tangkap pancing sebagai alat tangkap standar untuk keperluan ekspor. Peramalan produksi ikan layur satu tahun ke depan akan dapat membantu rencana pengelolaan sumberdaya perikanan layur. Penelitian ini menggunakan transformasi wavelet untuk meramalkan produksi ikan layur, yaitu dengan membentuk model *Multiscale Autoregressive* (MAR) yang prediktornya diperoleh dari dekomposisi *Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform* (MODWT) dengan filter wavelet Haar. Model peramalan wavelet terbaik dibentuk dari model MAR orde 2 yang prediktornya diperoleh melalui dekomposisi MODWT level 1, yaitu setelah data distasionerkan secara *detrending*. Hasil peramalan produksi ikan layur di PPN Prigi untuk satu tahun ke depan (September 2018 sampai dengan Agustus 2019) akan tetap mengalami fluktuasi yang berkisar antara 4.94 sampai dengan 5.15 kilogram.

Kata kunci: Demersal, MAR, Peramalan perikanan tangkap

Abstract

The hairtail fish (*Trichiurus spp.*) is the dominant demersal fish resources and one of the export commodities in Prigi Fishing Port. In recent years, catch of hairtails per unit hooks and lines was declining due to massive fishing pressure for export purposes. The estimation of hairtails production in the next year would be beneficial to manage its resources. This study used wavelet transformation to estimate hairtails' production using *Multiscale Autoregressive* (MAR) model, which the predictors were obtained from the decomposition of *Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform* (MODWT) with wavelet Haar filter. The best wavelet estimation model was formed by MAR orde 2 model, which the predictor was obtained through the decomposition of MODWT level 1, after the data was stationarized in *detrending*. The result indicated hairtails' production in Prigi Fishing Port next year (September 2018 – August 2019) would continue to fluctuate, ranging from 4.94 to 5.15 kilograms.

Key words: Demersal, MAR, Catch estimation

PENDAHULUAN

Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi (PPN Prigi) terletak di Desa Tasikmadu Kecamatan Watulimo Kabupaten Trenggalek Propinsi Jawa Timur, dengan daerah penangkapan ikan

berada di Samudera Hindia WPP 573. Ikan layur merupakan sumberdaya ikan demersal dominan dan merupakan komoditas ekspor dengan permintaan tinggi di Pelabuhan Perikanan Nasional (PPN) Prigi. Beberapa tahun terakhir terjadi tekanan penangkapan

Article history:

Diterima / Received 22 October 2019

Disetujui / Accepted 29 June 2022

Diterbitkan / Published 19 August 2022

©2022 at <http://jfmr.ub.ac.id>

besar-besaran dari nelayan setempat, sehingga menyebabkan semakin menurunnya produksi ikan layur per unit alat tangkap pancing sebagai alat tangkap standar untuk keperluan ekspor. Kebijakan pengendalian perikanan tangkap diperlukan karena sebagian besar perikanan pantai di wilayah nusantara diduga sudah mengalami indikasi tangkap lebih (*overfishing*), sehingga memerlukan pendekatan kehati-hatian (*precautionary approach*) kepada nelayan karena kebijakan pengendalian perikanan tangkap secara langsung dapat membatasi kegiatan usaha nelayan [1]. Oleh karena itu, peramalan produksi ikan layur yang didaratkan di PPN Prigi untuk beberapa periode ke depan dapat membantu rencana pengelolaannya dalam rangka menjaga kelestarian sumberdaya perikanan layur dan menghasilkan manfaat ekonomi yang tinggi bagi usaha penangkapannya.

Tujuan penelitian ini adalah meramalkan data produksi ikan layur di PPN Prigi untuk satu tahun ke depan (12 bulan), serta mengetahui model peramalan terbaik dengan menggunakan transformasi wavelet. Transformasi wavelet merupakan alat yang dapat digunakan untuk menyajikan data ke dalam komponen-komponen waktu dengan level tertentu [2] Transformasi wavelet menjadi salah satu metode yang dapat dilakukan pada data deret waktu stasioner maupun non stasioner, seperti data produksi ikan layur di PPN Prigi. Data deret waktu non stasioner didekomposisi dengan metode *Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform* (MODWT) sehingga diperoleh koefisien-koefisien wavelet dan skala, yang selanjutnya dibentuk model MAR. Orde MAR dipilih berdasarkan orde dari *autoregressive* (AR) melalui proses ARIMA. Pada penelitian ini MAR dimodelkan dengan 3 orde.

METODE PENELITIAN

Data deret waktu yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bulanan produksi ikan layur di PPN Prigi (Mei 2010 – Agustus 2018). Data bulanan ini merupakan data deret waktu yang tidak stasioner terhadap ragam maupun rata-rata. Tahap pembentukan model MAR adalah sebagai berikut :

1. Proses stasioner data deret waktu. Terdapat dua metode untuk menstasionerkan data deret waktu, yaitu *differencing* (proses pembedaan) dan *detrending* (pemisahan trend).
2. Penentuan level sesuai filter (keluarga) wavelet yang digunakan. Penelitian ini menggunakan filter wavelet yang paling sederhana, yaitu wavelet Haar (lebar filter (L)=2). Level yang digunakan, yaitu

$$j < \log_2 \left(\frac{N}{L-1} + 1 \right), \quad (1)$$

[3]

3. Dekomposisi data dengan metode *Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform* (MODWT) pada berbagai level. Algoritma perhitungan koefisien skala (v) dan koefisien wavelet (w) MODWT pada level ke- j dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma piramida untuk MODWT yang dikembangkan oleh Mallat [4]. Pada level pertama, kedua dan seterusnya didapatkan:

$$\begin{aligned} w_1 &= \mathbf{B}_1 \mathbf{x} & \text{dan} & & v_1 &= \mathbf{A}_1 \mathbf{x} \\ w_2 &= \mathbf{B}_2 v_1 & \text{dan} & & v_2 &= \mathbf{A}_2 v_1 \\ w_3 &= \mathbf{B}_3 v_2 & \text{dan} & & v_3 &= \mathbf{A}_3 v_2 \\ & \vdots & & & \vdots & \\ w_j &= \mathbf{B}_j v_{j-1} & \text{dan} & & v_j &= \mathbf{A}_j v_{j-1}. \end{aligned}$$

Rekonstruksi X pada masing-masing level adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Level 1 : } & \mathbf{x} = \mathbf{B}_1^T \mathbf{w}_1 & \text{dan} & & \mathbf{x} = \mathbf{A}_1^T \mathbf{v}_1 \\ \text{Level 2 : } & \mathbf{x} = \mathbf{B}_2^T \mathbf{A}_1^T \mathbf{w}_2 & \text{dan} & & \mathbf{x} = \mathbf{A}_2^T \mathbf{A}_1^T \mathbf{v}_2 \\ \text{Level 3 : } & \mathbf{x} = \mathbf{B}_3^T \mathbf{A}_2^T \mathbf{A}_1^T \mathbf{w}_3 & \text{dan} & & \mathbf{x} = \mathbf{A}_3^T \mathbf{A}_2^T \mathbf{A}_1^T \mathbf{v}_3 \\ & \vdots & & & \vdots \\ \text{Level ke-}j & : \mathbf{x} = \mathbf{B}_j^T \mathbf{A}_{j-1}^T \dots \mathbf{A}_2^T \mathbf{A}_1^T \mathbf{w}_j \\ & \text{dan} & & & \mathbf{x} = \mathbf{A}_j^T \dots \mathbf{A}_3^T \mathbf{A}_2^T \mathbf{A}_1^T \mathbf{v}_j. \end{aligned}$$

4. Pemilihan koefisien wavelet dan skala dari hasil dekomposisi MODWT. Ide dasarnya menggunakan koefisien-koefisien $w_{j,t-2^j(k-1)}$ dengan $k = 1, \dots, A_j$; $j = 1, \dots, J$, serta $v_{j,t-2^j(k-1)}$ dengan

$k = 1, \dots, A_{j+1}$ sebagai prediktor model MAR. Prediksi AR yang dimodifikasi oleh [2] menjadi MAR didalam penggunaan dekomposisi berdasarkan MODWT, yaitu

$$\tilde{Z}_{t+1} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{A_j} \hat{a}_{j,k} w_{j,t-2^j(k-1)} + \sum_{k=1}^{A_j} \hat{a}_{j+1,k} v_{j,t-2^j(k-1)} \quad (2)$$

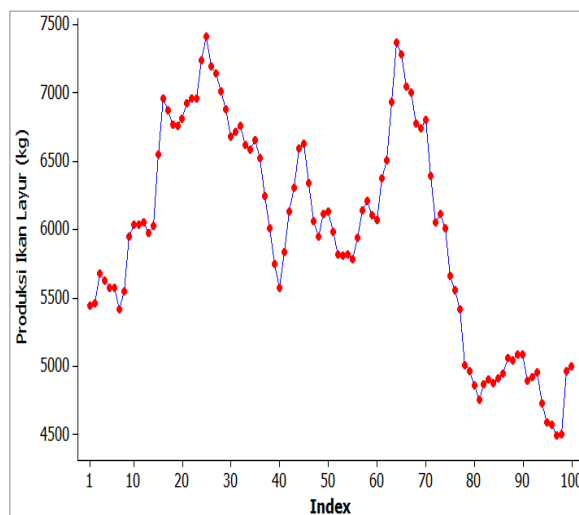
5. Uji Signifikansi Parameter Individual (Uji t) pada pemodelan MAR. Uji statistik t menunjukkan satu prediktor berpengaruh atau tidak terhadap variabel respon.
6. Pemeriksaan asumsi normalitas menggunakan uji Anderson-Darling, dan pemeriksaan *white-noise* (secara visual pada plot sampel ACF) pada residual model MAR.
7. Pemilihan model MAR terbaik, yaitu model yang mempunyai nilai R^2 terbesar (mendekati satu) di setiap orde.

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (\hat{Z}_t - \bar{Z})^2}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} \quad (3)$$
8. Pembentukan model peramalan wavelet, yaitu:

- a. Data yang distasionerkan secara *differencing* (misal dilakukan diferensi pertama), yaitu $\nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1}$. Untuk keperluan peramalan: $Z_{t+1} = Z_t + \nabla Z_{t+1}$, dengan $\nabla Z_{t+1} = \tilde{Z}_{t+1}$ dimana \tilde{Z}_{t+1} adalah model MAR maka $Z_{t+1} = Z_t + \tilde{Z}_{t+1}$. (4)
- b. Data yang distasionerkan secara *detrending* (dipisahkan *trend*-nya dalam bentuk $\sum_{j=0}^k \alpha_j t^j$), yaitu $Z_t = \sum_{j=0}^k \alpha_j t^j + e_t$. Untuk keperluan peramalan: $Z_{t+1} = \sum_{j=0}^k \alpha_j t^j + e_{t+1}$, dengan $e_{t+1} = \tilde{Z}_{t+1}$ dimana \tilde{Z}_{t+1} adalah model MAR maka $Z_{t+1} = \sum_{j=0}^k \alpha_j t^j + \tilde{Z}_{t+1}$. (5)

HASIL DAN DISKUSI

Plot data produksi ikan layur di PPN Prigi ditunjukkan sebagai berikut ini :



Gambar 1. Plot data produksi ikan layur di PPN Prigi

Setelah data distasionerkan terhadap ragam dan rata-rata (secara *differencing* dan *detrending*), dilakukan dekomposisi MODWT. Level (j) yang digunakan adalah level 1, 2, 3 dan 4. Pemodelan MAR dilakukan pada semua level dan orde.

Pemeriksaan asumsi normalitas dan *white-noise* pada residual untuk setiap model MAR tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan residual model-model MAR.

Leve l	Cara Stasioner	Model MAR	Pemeriksaan Residual	
			Normalitas	White-noise
I	Detrending	MAR(1)	ya	tidak
		MAR(2)	ya	ya
		MAR(3)	ya	tidak
	Differencing	MAR(1)	ya	tidak
		MAR(2)	ya	ya
		MAR(3)	ya	ya
II	Detrending	MAR(1)	ya	tidak
		MAR(2)	ya	tidak
		MAR(3)	-	-
	Differencing	MAR(1)	ya	tidak
		MAR(2)	ya	ya
		MAR(3)	-	-
III	Detrending	MAR(1)	ya	tidak
		MAR(2)	ya	tidak
		MAR(3)	ya	ya

IV	Differencing	MAR(1)	ya	tidak
		MAR(2)	ya	tidak
		MAR(3)	-	-
	Detrending	MAR(1)	ya	tidak
		MAR(2)	ya	tidak
		MAR(3)	ya	tidak
	Differencing	MAR(1)	ya	tidak
		MAR(2)	ya	ya
		MAR(3)	ya	ya

Perbandingan nilai R² ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai R² pada model-model MAR.

Model	Nilai R ²
Detrend+MAR(2)-I	0.94
Diff+MAR(2)-I	0.29
Diff+MAR(3)-I	0.35
Diff+MAR(2)-II	0.29
Detrend+MAR(3)-III	0.93
Diff+MAR(2)-IV	0.29
Diff+MAR(3)-IV	0.37

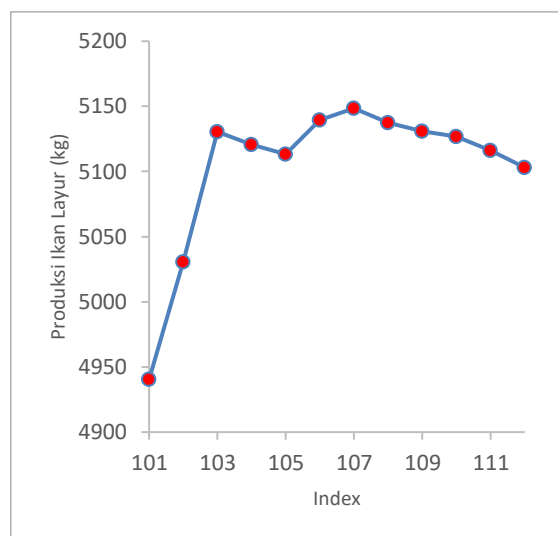
Tabel 2 menunjukkan bahwa model Detrend+MAR(2)-I merupakan model MAR yang terbaik. Persamaan model Detrend+MAR(2)-I dapat ditulis:

$$\tilde{Z}_{t+1} = 2,24w_{1,t} + 0,85w_{1,t-2} + 0,64v_{1,t} + 0,28v_{1,t-2}$$

Sehingga persamaan model peramalan wavelet adalah:

$$Z_{t+1} = 0,01 + 1,8 \times 10^{-5}x(t+1) + 2,24w_{1,t} + 0,85w_{1,t-2} + 0,64v_{1,t} + 0,28v_{1,t-2}$$

Hasil peramalan satu tahun ke depan produksi ikan layur di PPN Prigi digambarkan dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 2. Plot hasil peramalan produksi ikan layur di PPN Prigi

KESIMPULAN

Model peramalan terbaik untuk produksi ikan layur di PPN Prigi dibentuk dari model MAR orde 2 yang prediktornya diperoleh melalui dekomposisi MODWT level 1, yaitu setelah data distasionerkan secara *detrending*. Hasil peramalan produksi satu tahun ke depan (September 2018 sampai dengan Agustus 2019) akan tetap mengalami fluktuasi yang berkisar antara 4.94 sampai dengan 5.15 kilogram.

REFERENSI

- [1] Setyohadi, D., Martinus & A.M. Hariati. 2005. *Biologi Dinamika Ikan Eksploitasi Sumberdaya Ikan Layur di Perairan Selatan Jawa Timur serta Alternatif Pengelolaannya*. Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Hayati, Lemlit Universitas Brawijaya, Vol. 17, No. 1, pp. 6-13.
- [2] Renaud, O., J.L. Stark & F. Murtagh. 2002. *Wavelet Based Forecasting of Short and Long Memory Time Series*. Geneve: Departement d'econometrie.
- [3] Percival, D.B. & A.T. Walden. 2000. *Wavelet Methods for Time Series Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [4] Popoola, A. 2007. *Fuzzy-Wavelet Method for Time Series Analysis*. England: Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy from the University of Surrey.