

IMPLEMENTASI METODE FUZZY TIME SERIES SINGH PADA PERAMALAN BANGGAI CARDINALFISH DI BALAI PERIKANAN BUDIDAYA LAUT AMBON

Indah Manfaati Nur¹, Atiek Pietoyo², Erdy Asmaul Basir³

¹Universitas Muhammadiyah Semarang, ²Politeknik Kelautan dan Perikanan
Pangandaran, ³Balai Perikanan Budidaya Laut Ambon

indahnmur@unimus.ac.id

Abstrak. *Fuzzy time series* merupakan sebuah metode yang menggunakan data historis untuk meramalkan suatu masalah berdasarkan konsep logika fuzzy, dimana data tersebut dibentuk dalam nilai-nilai linguistik, dengan kata lain data-data terdahulu dalam deret waktu *fuzzy* adalah data linguistik, sedangkan data terkini sebagai hasilnya berupa angka-angka riil. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fuzzy Time Series Singh*. Tujuan penelitian untuk meramalkan hasil produksi Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) yang merupakan komoditas ikan hias yang banyak diminati. Kebutuhan pasar yang tinggi dan prediksi produksi mampu menyuplai pasar, menjadi informasi penting sehingga potensi dan peluang dapat dimanfaatkan. Ketepatan peramalan yang dihasilkan dihitung dengan menggunakan nilai RMSE (*Root Mean Squared Error*). Hasil peramalan dari produksi Banggai Cardinalfish menggunakan metode fuzzy Singh adalah sebesar 683.36 pada bulan Januari 2017 dengan nilai RMSE yang dihasilkan sebesar 368,676.

Kata Kunci: *Banggai Cardinalfish, Fuzzy Time Series Singh, RMSE*

1. Pendahuluan

Konsep logika *fuzzy* (logika samar) pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh dari University of California, Barkeley pada tahun 1965, yang merupakan alternatif dari logika tegas (*crisp logic*). Dalam teori logika *fuzzy*, sistem *fuzzy* tidak dimaksudkan untuk mengacu pada sistem yang tidak jelas atau kabur. Sebaliknya, yang dimaksud dengan sistem *fuzzy* adalah sebuah sistem yang dibangun dengan definisi, cara kerja, dan deskripsi yang jelas berdasar pada teori logika *fuzzy*.

1.1. Deret Waktu *Fuzzy*

Deret waktu *fuzzy* adalah sebuah konsep baru yang diusulkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 berdasarkan teori himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) dan konsep variabel linguistik. Deret waktu *fuzzy* merupakan konsep yang dapat digunakan untuk meramalkan masalah di mana data historis tersebut dibentuk dalam nilai-nilai linguistik, dengan kata lain data-data terdahulu dalam deret waktu *fuzzy* adalah data linguistik, sedangkan data terkini sebagai hasilnya berupa angka-angka riil.

Jika U adalah himpunan semesta, $U = [u_1, u_2, \dots, u_p]$, maka suatu himpunan *fuzzy* A_i dari U dengan fungsi keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A = f_A(u_1)/u_1 + \dots + f_A(u_n)/u_n \quad (1.1)$$

dimana f_A adalah fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* A dan $f_A(u_i)$ adalah derajat keanggotaan dari u_i ke A , dimana $f_A(u_i) \in [0,1]$ dan $1 \leq i \leq n$. Nilai derajat keanggotaan $f_A(u_i)$ didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu_{A_i}(u_i) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = j \\ 0.5 & \text{jika } i = j-1 \text{ atau } i = j+1 \\ 0 & \text{lainya} \end{cases} \quad (1.2)$$

1.2. Deret Waktu *FuzzySingh*

Beberapa definisi dan teori tentang *fuzzy time series* dari metode yang diajukan Singh adalah sebagai berikut[6]:

Definisi 1: Sebuah *fuzzy set* adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan rangkaian kesatuan (*continuum*) dari derajat keanggotaan (*grade of membership*). Misalkan U adalah himpunan semesta dengan $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ dengan u_i adalah nilai anggota dari U , kemudian variabel linguistik A_i terhadap U dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (1.3)$$

μ_{A_i} adalah *membership function* dari *fuzzy set* A_i , sedemikian hingga $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$. Jika u_i adalah keanggotaan dari A_i maka $\mu_{A_i}(u_i)$ adalah derajat keanggotaan u_i terhadap A_i .

Definisi 2: Misalkan $Y(t) (t = \dots, 0, 1, 2, 3, \dots)$ adalah subset dari R yang merupakan himpunan semesta dari *fuzzy set* $f_i(t) (t = 1, 2, 3, \dots)$ dirumuskan dan $F(t)$ adalah kumpulan dari f_i , maka $F(t)$ dirumuskan sebagai *fuzzy time series* pada $Y(t)$.

Definisi 3: Andaikan $F(t)$ adalah disebabkan hanya oleh $F(t-1)$ dan $F(t)$, maka ada hubungan *fuzzy* antara $F(t)$ dan $F(t-1)$ dan dapat dinyatakan dalam persamaan *fuzzy relation* yang dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$F(t) = F(t-1) \circ R(t, t-1) \quad (1.4)$$

Tanda “ \circ ” adalah operator komposisi max-min. Relasi \circ pada R disebut sebagai model orde pertama dari $F(t)$. Jika *fuzzy relation* $R(t, t-1)$ dari $F(t)$ adalah tidak tergantung waktu t , dapat dikatakan untuk perbedaan waktu t_1 dan t_2 , $R(t_1, t_2-1) = R(t_2, t_2-1)$, maka $F(t)$ disebut *time-invariant fuzzy time series*.

Definisi 4: Jika $F(t)$ disebabkan oleh lebih kecil dari beberapa *fuzzy sets* $F(t - n), F(t - n + 1), \dots, F(t - 1)$, maka *fuzzy relationship*-nya diwakili oleh:

$$A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{in} \rightarrow A_{ij} \quad (1.5)$$

Dengan $F(t - n) = A_{i1}, F(t - n + 1) = A_{i2}, \dots, F(t - 1) = A_{in}$, hubungan ini disebut *n*-order *fuzzy time series* model.

Definisi 5: Misalkan $F(t)$ disebabkan oleh sebuah $F(t - 1), F(t - 2), \dots$, dan $F(t - m)$ ($m > 0$) secara simultan dan hubungannya adalah *time variant*. $F(t)$ dikatakan *time-variant fuzzy time series* dan hubungan ini dapat dinyatakan sebagai persamaan *fuzzy relation* yang dirumuskan dengan persamaan berikut :

$$F(t) = F(t - 1) \circ R^w(t, t - 1) \quad (1.6)$$

Dengan $w > 1$ adalah parameter waktu yang mempengaruhi peramalan $f(t)$. Berbagai metode-metode komputasi sulit telah tersedia untuk komputasi berhubungan terhadap $R^w(t, t - 1)$.

Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) salah satu komoditas perikanan ikan hias yang banyak diminati masyarakat saat ini. Permintaan pasar baik dari dalam maupun luar negeri ikan hias tersebut, cenderung meningkat, menjadikannya potensi dan peluang untuk bisa dimanfaatkan. Saat ini pasokan utama kebutuhan pasar, sebagian besar didapat dari hasil penangkapan di alam (Ndobe, 2013), menjadikan usaha budidaya menjadikannya sangat mendesak untuk menggeser pasokan dari alam.

Kebutuhan pasar yang tinggi dan dapat memprediksi kemampuan produksi benih dalam menyuplai kebutuhan pasar, menjadi informasi yang sangat penting. Salah satu hal yang diperlukan dalam perencanaan produksi benih Banggai Cardinalfish adalah bagaimana membuat prediksi kemampuan produksi benih ikan banggai yang dibudidayakan. Hasil prediksi kemampuan produksi benih yang dihasilkan, selanjutnya dapat dijadikan dasar dalam menentukan kebijakan yang akan diambil untuk menjawab tantangan dan peluang pasar.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan adalah Data Produksi Benih Banggai Cardinalfish di Balai Perikanan Budidaya Laut Ambon pada tahun 2013-2016.

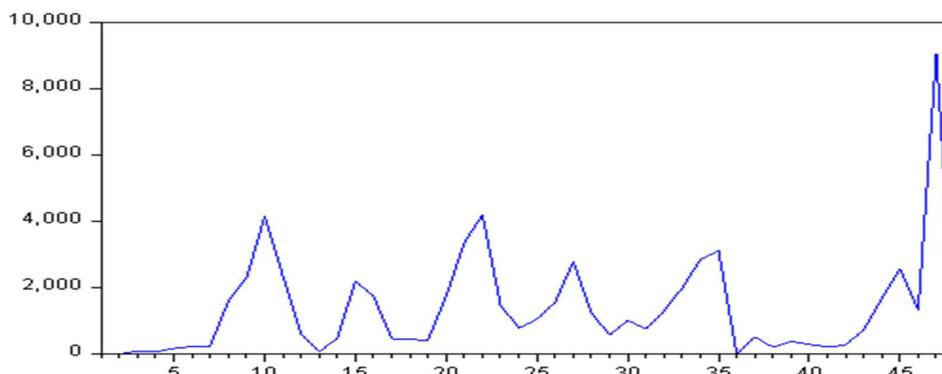
Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan statistik deskriptif
- b. Membuat peramalan deret waktu *fuzzy Singh* dengan langkah sebagai berikut:
 - 1) Definisikan himpunan semesta U dan bagi menjadi beberapa interval u_1, u_2, \dots, u_n dengan panjang yang sama.
 - 2) Definisikan himpunan *fuzzy* A_i pada data historis yang diamati.
 - 3) Fuzzifikasi data historis.
 - 4) Membentuk *fuzzy logical relationship* (FLR) berdasarkan data historis kemudian tetapkan *fuzzy logical relationship group* (FLRG).
 - 5) Melakukan defuzzifikasi data *fuzzy*. Selanjutnya, persentase hasil peramalan tersebut digunakan untuk menentukan data runtun waktu hasil peramalan.
 - 6) Menghitung nilai error menggunakan RMSE.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian deret waktu *fuzzy singh* hal ini untuk mengetahui secara visual data dalam bentuk plot. Pada data produksi Banggai tahun 2013 hingga tahun 2016 memiliki hasil produksi terendah sebesar 0 sedangkan produksi tertinggi sebesar 9067 dan memiliki rata-rata produksi sebesar 1357,33 dengan standar deviasi 1593,99. Berikut plot data untuk produksi Banggai.



Gambar 1. Plot Deret Waktu Produksi Banggai Cardinalfish Di Balai Perikanan Budidaya Laut Ambon Tahun 2013-2016

Gambar 1 merupakan plot deret waktu pada data produksi Banggai tahun 2013 hingga tahun 2016. Plot data merupakan tahap awal pada pemodelan deret waktu, karena dari plot data ini dapat diketahui trend data dan rata-rata Bergeraknya suatu data deret waktu. Pada plot data produksi Banggai menunjukkan bahwa hasil produksi Banggai cenderung mempunyai trend naik dan sangat fluktuatif. Bahkan sebelum pada bulan November 2016 produksi Banggai cukup tinggi dan sebulan kemudian mengalami penurunan.

3.2 *FuzzyTime Series Singh*

Metode deret waktu *fuzzy Singh* mempunyai langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menentukan semesta pembicaraan U dan membaginya menjadi beberapa interval yang sama.

Setelah menentukan data historis produksi binggai maka diperoleh nilai maksimum $D_{\max} = 9067$ dan minimum $D_{\min} = 0$. Berdasarkan persamaan $U = [D_{\min} - D_1, D_{\max} + D_2]$ dengan D_1 dan D_2 merupakan nilai positif sembarang, diambil $D_1 = 0$ dan $D_2 = 500$ untuk mempermudah penentuan nilai interval, sehingga diperoleh nilai semesta pembicaraan dalam interval $U = [0, 9567]$.

Selanjutnya semesta pembicaraan U dibagi menjadi beberapa range yang sama berdasarkan interval berbasis rata-rata. Produksi binggai

caturwulan di Indonesia mempunyai panjang interval efektif sebesar 1366, dengan semesta pembicaraan U yaitu antara 0 sampai 9567 dan diperoleh jumlah interval sebanyak 7. Kemudian semesta pembicaraan U dibagi menjadi 7 yaitu:

Tabel 3.1. Semesta Pembicaraan u_i

Semestas Pembicaraan	Interval
u_1	0 - 1366
u_2	1366 – 2732
u_3	2732 – 4098
u_4	4098–5464
u_5	5464–6830
u_6	6830–8196
u_7	8196 - 9567

b. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* A_i

Berdasarkan langkah 1, terbentuk sebanyak 7 persamaan himpunan *fuzzy*. Berikut adalah bentuk persamaan dan matriks (Tabel 3.2) dari pembentukan himpunan *fuzzy* :

$$\begin{aligned}
 A_1 &= 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_7 \\
 A_2 &= 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_7 \\
 &: \\
 A_6 &= 0/u_1 + 0/u_2 + \dots + 0,5/u_5 + 1/u_6 + 0,5/u_7 \\
 A_7 &= 0/u_1 + 0/u_2 + \dots + 0/u_5 + 0,5/u_6 + 1/u_7
 \end{aligned}$$

Tabel 3.2. Matriks Himpunan Fuzzy

a_{ij}	1	2	3	4	5	6	7
1	1	0.5	0	0	0	0	0
2	0.5	1	0.5	0	0	0	0
3	0	0.5	1	0.5	0	0	0
4	0	0	0.5	1	0.5	0	0
5	0	0	0	0.5	1	0.5	0
6	0	0	0	0	0.5	1	0.5
7	0	0	0	0	0	0.5	1

c. Fuzzifikasi data historis

Tahap fuzzifikasi berdasarkan interval efektif yang diperoleh dapat ditentukan nilai linguistik sesuai dengan banyaknya interval yang terbentuk. Hasil fuzzifikasi produksi Binggai sebagai berikut:

Tabel 3.3 Fuzzifikasi

NO	WAKTU	PRODUKSI	Fuzzifikasi
1	JANUARI 2013	0	A_1
2	FEBRUARI 2013	0	A_1
3	MARET 2013	79	A_1
4	APRIL 2013	55	A_1
⋮	⋮	⋮	⋮
46	OKTOBER 2016	1331	A_1
47	NOVEMBER 2016	9067	A_7
48	DESEMBER 2016	540	A_1

Berdasarkan Tabel 3.3 dapat diketahui pada bulan Januari 2013 dengan produksi binggai sebesar 0 termasuk himpunan fuzzy A_1 karena produksi binggainya berada pada range 0 sampai 1336,7, begitu juga seterusnya sampai pada data ke 48 pada bulan Desember 2016.

d. Membentuk FLR dan FLRG

Fuzzy logical relationship (FLR) merupakan hubungan yang terbentuk dari himpunan fuzzy A_t pada data ke t menuju data $t + 1$. FLR pada data produksi binggai di Indonesia sebagai berikut :

Tabel 3.4 FLR

WAKTU	FLR
JANUARI 2013 => FEBRUARI 2013	$A_1 \Rightarrow A_1$
FEBRUARI 2013 => MARET 2013	$A_1 \Rightarrow A_1$
MARET 2013 => APRIL 2013	$A_1 \Rightarrow A_1$
APRIL 2013 => MEI 2013	$A_1 \Rightarrow A_1$
⋮	⋮
OKTOBER 2016 => NOVEMBER 2016	$A_1 \Rightarrow A_7$
NOVEMBER 2016 => DESEMBER 2016	$A_7 \Rightarrow A_1$

Berdasarkan Tabel 3.4 dapat diketahui nilai FLR yang pertama yaitu dari A_1 menuju A_1 karena pada data pertama dan kedua memiliki nilai fuzzifikasi tersebut. Begitu juga seterusnya sampai pada FLR yang terakhir dari A_7 menuju A_1 .

Fuzzy logical relationship group (FLRG) merupakan grup yang terbentuk dengan cara mengelompokkan himpunan-himpunan *fuzzy* yang memiliki hubungan sama. Didapatkan FLRG sebagai berikut:

Tabel 3.5 FLRG

Grup	FLRG
1	$A_1 \Rightarrow A_1, A_2, A_7$
2	$A_2 \Rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4$
3	$A_3 \Rightarrow A_1, A_3, A_4$
4	$A_4 \Rightarrow A_2$
5	$A_5 \Rightarrow NA$
6	$A_6 \Rightarrow NA$
7	$A_7 \Rightarrow A_1$

FLRG pada A_1 mempunyai tiga relasi *fuzzy* yaitu A_1 , A_2 dan A_7 karena dari data produksi binggai yang ada mempunyai tiga relasi yang menunjukkan hubungan dari A_1 . Lain halnya dengan A_4 yang memiliki lebih satu relasi *fuzzy* karena terdapat satu himpunan *fuzzy* yang memiliki relasi dengan A_4 yaitu A_2 , lain halnya pada A_5 merupakan himpunan kosong karena dari data yang ada tidak terdapat satupun yang memiliki himpunan *fuzzy* A_5 sehingga tidak ada relasinya.

e. Defuzzifikasi

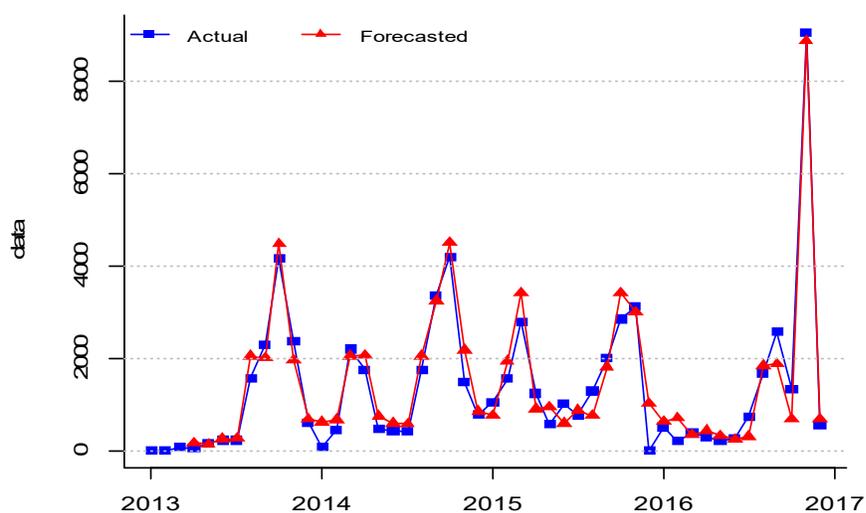
Defuzzifikasi adalah metode penegasan yang digunakan untuk menghasilkan nilai variabel yang berbeda. Berdasarkan hasil defuzzifikasi maka nilai peramalan produksi Binggai sebagai berikut:

Tabel 3.6 Hasil Peramalan

NO	WAKTU	Fuzzifikasi	Defuzzifikasi	Peramalan
1	JANUARI 2013	A_1	*	-
2	FEBRUARI 2013	A_1	A_1	-
3	MARET 2013	A_1	A_1	-
4	APRIL 2013	A_1	A_1	169,85
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

47	NOVEMBER 2016	A ₇	A ₁	8883,64
48	DESEMBER 2016	A ₁	A ₇	683,36
49	JANUARI 2017	-	-	683,36

Nilai peramalan untuk bulan Januari 2017 sebesar 683,36, nilai ini sama pada bulan Desember 2016. Plot hasil peramalan dan data aktual produksi binggai dapat dilihat pada Gambar 3.3, secara visual hasil peramalannya tidak jauh berbeda karena hasil ramalannya dapat mengikuti pola data aktualnya.



Gambar 3.3. Plot Deret Waktu Data Aktual dan Peramalan Produksi Binggai di Indonesia

f. Menghitung ketepatan model

Nilai RMSE digunakan untuk mengetahui seberapa besar rata-rata kesalahan ramalan tersebut. Model tersebut dikatakan memiliki kinerja yang bagus apabila memiliki nilai RMSE yang kecil. Hasil perhitungan RMSE untuk peramalan produksi Binggai sebesar 368,676.

4. Kesimpulan

Analisis deskriptif pada data produksi Binggai Cardinalfish tahun 2013 hingga tahun 2016 menunjukkan hasil produksi terendah sebesar 0 sedangkan produksi tertinggi sebesar 9067 dan memiliki rata-rata produksi sebesar

1357,33 dengan standar deviasi 1593,99. Hasil peramalan produksi Binggai untuk satu periode kedepan menggunakan metode Fuzzy Singh menghasilkan nilai peramalan untuk bulan Januari 2017 sebesar 683,36, dengan Nilai RMSE (*Root Mean Squared Error*) sebesar 368,676.

Daftar Pustaka

- Aryanti, Dr. Rahmat Gendowo, Aris Sugiharto. (2012). *Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Song-Chissom Dan Metode Fuzzy Time Series Singh Untuk Prediksi Kebutuhan Bandwidth Pada Jaringan Komputer*. oai:generic.eprints.org:35980/core379
- Chen, S. M. (1996). Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Deret waktu. *International Journal of Fuzzy Sets and Systems*. Vol. 81: 311-319.
- Cox, E. (1994). *The Fuzzy Systems Handbook: A Practitioner's Guide To Building*. Ap Professional
- Samliok Ndobe, Abigail Moore, Al Ismi M. Salanggon, Muslihudin, dkk., (2013) Pengelolaan Banggai Cardinalfish (Pterapogon Kauderni) Melalui Konsep Ecosystem-Based Approach (Bangaai Cardinalfish (Pterapogon Kauderni) Management an Ecosystem-Based Approach. *Marine Fisheries Journal*.
- Samliok Ndobe, Irawaty Widiastuti, Abigail Moore., (2013). *Sex Ratio dan Pemangsaan Rekrut pada Ikan Hias Banggai Cardinalfish (Pterapogon kauderni)*. Konferensi Akuakultur Indonesia,
- Setiadji, H., *Himpunan & Logika Samar Serta Aplikasinya*, L. S. (2009). Graha Ilmu.
- Wang, L. X. (1997). Modeling and Control of Hirarchical System with Fuzzy System. *Automatica*, 33(6), 1041-1053.