

FORECASTING GROSS REGIONAL DOMESTIC PRODUCT (GRDP) ON CONSTANT PRICE BASED ON BUSINESS FIELD USING WEIGHTED FUZZY TIME SERIES

Mariskha Nurmalia Reziana Arifah¹, Virgania Sari, M.Si.² 

¹Department of Statistics, Institut Teknologi Statistika dan Bisnis Muhammadiyah Semarang

²Department of Aktuarial Sains, Institut Teknologi Statistika dan Bisnis Muhammadiyah Semarang

 virgania@itesa.ac.id

Abstract

One of the important indicators to determine the economics condition of an area in a certain period is the Gross Regional Domestic Product (GRDP) data, both on the basis of current prices and on the basis of constant prices. The GRDP of Lampung Province is in fourth place in Sumatra which is rich in natural resources and always increases every year, which will affect the economy in the region. Lee's Weighted Fuzzy Time Series (WFTS) method is the development of the Fuzzy Time Series (FTS) method by adding weighting to each relationship pattern that is formed. Based on the results of the analysis, it is obtained that forecasting for ADHK GRDP data according to the Lampung Province Business Field in the first quarter of 2011 to the first quarter of 2022 by applying the constant (c) $1 \leq c \leq 2$, the best weighting constant is $c=1,1$, MAPE Training 1,45% and MAPE Testing of 4.51% which means the model has a very good performance. From these results, the forecasting results for the second quarter and third quarter of 2022 are 64,114,284.88 (in millions of Rupiah) and 66,055,951.44 (in millions of rupiah).

Keywords: Forecasting, GRDP, Lampung, Lee Algorithm, Weighted Fuzzy Time Series,

PERAMALAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO (PDRB) ATAS DASAR HARGA KONSTAN MENURUT LAPANGAN USAHA MENGGUNAKAN WEIGHTED FUZZY TIME SERIES

Abstrak

Salah satu indikator penting untuk mengetahui kondisi suatu daerah dalam suatu periode tertentu adalah data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), baik atas dasar harga berlaku (ADHB) maupun atas dasar harga konstan (ADHK). PDRB Provinsi Lampung berada di urutan keempat se-Sumatera yang kaya akan sumber daya alam nya dan selalu mengalami peningkatan di setiap tahunnya, yang akan mempengaruhi perekonomian di wilayahnya. Metode Weighted Fuzzy Time Series (WFTS) Lee merupakan pengembangan dari metode Fuzzy Time Series (FTS) dengan penambahan pembobotan pada tiap pola relasi yang terbentuk. Berdasarkan hasil analisis diperoleh peramalan untuk data PDRB ADHK menurut Lapangan Usaha Provinsi Lampung triwulan-I 2011 sampai dengan triwulan-I 2022 dengan menerapkan konstanta (c) $1 \leq c \leq 2$ diperoleh konstanta pembobot terbaik yaitu $c = 1,1$, MAPE Training 1,45% dan Mape Testing sebesar 4,51% yang berarti model memiliki kinerja sangat bagus. Dari hasil tersebut, diperoleh hasil peramalan untuk triwulan-II dan triwulan-III tahun 2022 yaitu sebesar 64.114.284,88 (dalam jutaan Rupiah) dan 66.055.951,44 (dalam jutaan rupiah).

Kata kunci: Algoritma Lee, Lampung, PDRB, Peramalan, Weighted Fuzzy Time Series

1. Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi yang dimiliki suatu daerah dapat menunjukkan kondisi perekonomian pada daerah tersebut. Semakin tinggi pertumbuhan ekonomi semakin kuat pula kondisi perekonomiannya. Dengan begitu, unit-unit perekonomian yang ada hubungannya dengan pendapatan nasional akan ikut meningkat karena pengaruh dari pertumbuhan ekonomi [1]. Perancangan pertumbuhan ekonomi, dilakukan dengan berbagai macam indikator untuk mengetahui kondisi ekonomi di suatu daerah tertentu, salah satunya adalah Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang merupakan nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit ekonomi. PDRB ditingkatkan oleh perubahan pendapatan perkapita yang merata diseluruh daerah, dilihat dari keberhasilan pelaksanaan pertumbuhan ekonomi. Untuk mengetahui tingkat dan pertumbuhan pendapatan masyarakat, perlu statistik Pendapatan Nasional/ Regional secara berkala [2]. Dikutip dari Berita Resmi Statistik yang dipublikasikan oleh BPS Pusat menyatakan bahwa perekonomian Indonesia berdasarkan besaran Produk Domestik Bruto atas dasar harga berlaku triwulan I-2022 mencapai Rp4.513,0 triliun dan atas dasar harga konstan 2010 mencapai Rp2.818,6 triliun. PDRB Provinsi Lampung berada di urutan keempat se-Sumatera dan ke-11 se-Indonesia, yang diketahui mengalami peningkatan di setiap tahunnya. PDRB yang terus meningkat akan mempengaruhi perekonomian di wilayahnya. Provinsi Lampung memiliki kaya akan sumber daya alamnya, unggul pada hasil pertanian yang menghasilkan tanaman pangan padi, jagung, ubi kayu, dan hasil industri pengolahan makanan antara lain gula, Crude Palm Oil, makanan ternak, hasil olahan nanas, dan tapioka [3].

Dalam mengantisipasi kejadian masa yang akan datang maka perancangan peramalan yang akurat. Tujuan utama proses peramalan adalah meminimalisir ketidakpastian dan membuat perkiraan dari data lampau yang kemudian dibentuk model peramalan untuk masa yang akan datang [4]. Adapula penelitian sebelumnya [5], melakukan peramalan menggunakan data PDRB Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan metode kombinasi *Fuzzy Time Series Chen* dengan *Particle Swarm Optimization*, dengan nilai error 3,4%. *Fuzzy Time Series* merupakan salah satu metode *soft computing* yang digunakan dalam analisis data runtun waktu. Metode Fuzzy menggunakan kecerdasan buatan yang terus berkembang. Fuzzy logic atau dalam bahasa Indonesia logika Fuzzy adalah metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang memiliki jawaban yang samar atau tidak pasti. Pada dasarnya Fuzzy logic merupakan logika bernilai banyak/ *multivalued logic* yang mampu mengartikan nilai diantara keadaan yang umum seperti benar atau salah, ya atau tidak, putih atau hitam dan lain-lain. Penalaran Logika Fuzzy menyediakan cara untuk memahami kinerja sistem dengan cara menggambarkan kesimpulan yang pasti dari data yang samar dan tidak pasti.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan kajian mengenai metode *Weighted Fuzzy Time Series* untuk penerapan pada data Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Konstan menurut Lapangan Usaha Provinsi Lampung pada periode Triwulan-I tahun 2011 sampai dengan Triwulan-I tahun 2022..

2. Metode

2.1. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis data Sekunder, yaitu data yang diperoleh penulis secara tidak langsung melalui media perantara. Data yang digunakan adalah Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Atas Dasar Harga Konstan (ADHK) menurut Lapangan Usaha pada periode Triwulan-I tahun 2011 sampai dengan Triwulan-I tahun 2022, yang didapatkan melalui website resmi BPS Provinsi Lampung menggunakan metode *Weighted Fuzzy Time Series* (WFTS) Algoritma Lee.

2.2. Weighted Fuzzy Time Series (WFTS)

Weighted Fuzzy Time Series merupakan salah satu perkembangan dari teori himpunan Fuzzy yang digunakan untuk peramalan runtun waktu. Metode ini memperoleh hasil yang baik dalam meramalkan data yang linier maupun non-linier tetapi harus stasioner atau data musiman tanpa adanya trend, agar memperoleh hasil prediksi yang lebih akurat dalam data musiman atau memiliki trend, perlu dilakukan kombinasi antara data differensi sebagai data yang akan diolah dengan metode *Weighted Fuzzy Time Series* [6]. Langkah-langkah WFTS Algoritma Lee sebagai berikut.

1. Menentukan Himpunan Semesta (U)

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$$

Dimana:

D_{min} = nilai minimum pada data

D_{max} = nilai maksimum pada data

D_1, D_2 = bilangan positif yang sesuai

2. Membuat Interval, menggunakan rumus Sturges

$$n = 1 + 3,322 \log(N)$$

Dengan n merupakan banyak interval, N merupakan banyak data historis. Selanjutnya adalah menentukan panjang interval (l) dengan persamaan [7]:

$$l = \frac{(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)}{n}$$

3. Mendefinisikan Himpunan Fuzzy dari himpunan semesta berdasarkan interval yang dibuat, sehingga himpunan fuzzy didefinisikan sebagai berikut.

$$A_1 = \mu_1(u_1)/u_1 + \mu_1(u_2)/u_2 + \dots + \mu_1(u_i)/u_i$$

$$A_2 = \mu_2(u_1)/u_1 + \mu_2(u_2)/u_2 + \dots + \mu_2(u_i)/u_i$$

⋮

$$A_j = \mu_j(u_1)/u_1 + \mu_j(u_2)/u_2 + \dots + \mu_j(u_i)/u_i$$

Dengan u_i yang mana $i = 1, 2, \dots, n$ adalah elemen dari himpunan semesta dan bilangan yang diberi simbol "/" sebagai penanda bagian dari derajat keanggotaan. $\mu_1(u_i)$ menandakan derajat keanggotaan dari u_i dalam himpunan fuzzy A_i . Penentuan derajat untuk masing-masing $\mu_1(u_i)$ terhadap A_i dengan $i = 1, 2, \dots, n$ yang dimana nilainya ialah 0; 0,5; atau 1 [8].

4. Membentuk Fuzzy Logic Relationship (FLR), yang dinotasikan sebagai $A_i \rightarrow A_j$ yang artinya jika data ke- t adalah A_j , maka $t - 1$ adalah A_i atau disebut juga A_i merupakan *Left Hand Side* (LHS) atau kejadian saat ini dan A_j merupakan *Right Hand Side* (RHS) atau kejadian selajutnya.
5. Menentukan Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG), mengelompokkan relasi-relasi logika Fuzzy yang didapatkan dari FLR menjadi beberapa kelompok untuk semua hasil FLR berdasarkan LHS yang sama. Misalnya: $A_i \rightarrow A_j$, $A_i \rightarrow A_k$, $A_i \rightarrow A_l$, $A_i \rightarrow A_n$ dapat dikelompokkan sebagai $A_i \rightarrow A_j, A_k, A_l, A_m$.

6. Melakukan Defuzzifikasi, peramalan $Y(t)$ adalah $A_{j_1}, A_{j_2}, \dots, A_{j_k}$. Matriks yang didefuzzifikasi sama dengan matriks nilai titik tengah dari $A_{j_1}, A_{j_2}, \dots, A_{j_k}$:

$$M(t) = [m_{j_1}, m_{j_2}, \dots, m_{j_k}]$$

dengan $M(t)$ merupakan nilai defuzzifikasi peramalan dari $F(t)$

7. Menentukan Bobot, $Y(t)$ adalah $A_{j_1}, A_{j_2}, \dots, A_{j_k}$. Bobot yang sesuai untuk $A_{j_1}, A_{j_2}, \dots, A_{j_k}$, dikatakan w_1, w_2, \dots, w_k adalah :

$$w_i = \frac{w_i}{\sum_{h=1}^k w_h}$$

Dimana, $w_1 = 1$ dan $w_i = c^{i-1}$ untuk $c \geq 1$ dan $2 \leq i \leq k$. Diubah ke bentuk matriks bobot dari rumus sebelumnya menjadi:

$$W(t) = \left[\frac{1}{\sum_{h=1}^k w_h}, \frac{c}{\sum_{h=1}^k w_h}, \frac{c^2}{\sum_{h=1}^k w_h}, \dots, \frac{c^{k-1}}{\sum_{h=1}^k w_h} \right]$$

Dimana, w_h adalah berat yang sesuai untuk A_j . Perhitungan nilai pembobot untuk setiap kontanta pembobot (c) yang berbeda yaitu dipilih $1 \leq c \leq 2$ [9].

8. Menghitung Nilai Peramalan

$$\hat{Y}(t) = M(t) \times W(t)^T$$

Jika data yang digunakan adalah data *Differencing* maka perlu dikembalikan ke data asli setelah dilakukan perhitungan nilai peramalan, menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\hat{X}_t = \hat{Y}_t + Y_{t-1}$$

Dimana:

\hat{X}_t = nilai peramalan akhir data asli

\hat{Y}_t = nilai peramalan akhir data *Differencing*

Y_{t-1} = nilai data asli sebelumnya

9. Menghitung keakuratan metode peramalan, kesalahan peramalan (*error*) merupakan ukuran seberapa baik kinerja suatu model peramalan yang digunakan dengan membandingkan nilai hasil peramalan dari model tersebut dengan data aktual. Terdapat beberapa metode untuk menguji ukuran kesalahan peramalan, Salah satunya adalah MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Pada umumnya nilai MAPE yang kecil menunjukkan makin akuratnya hasil peramalan, apabila nilai MAPE berada dibawah 10% berarti model memiliki kinerja sangat bagus, apabila diantara 10% dan 20% memiliki kinerja bagus, apabila diantara 20% dan 50% kinerjanya cukup bagus dan apabila di atas 50% memiliki kinerja buruk [10]. Rumus MAPE adalah sebagai berikut :

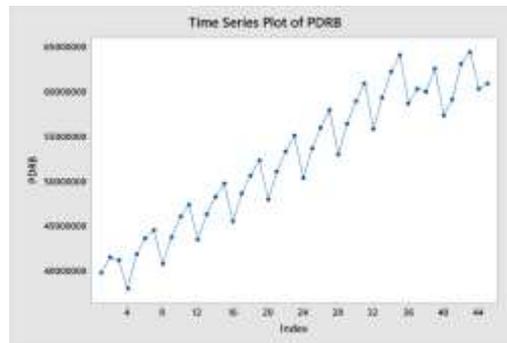
$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |PE_t|}{n}$$

$$PE_t = \left(\frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right) \times 100 \%$$

3. Hasil dan Pembahasan

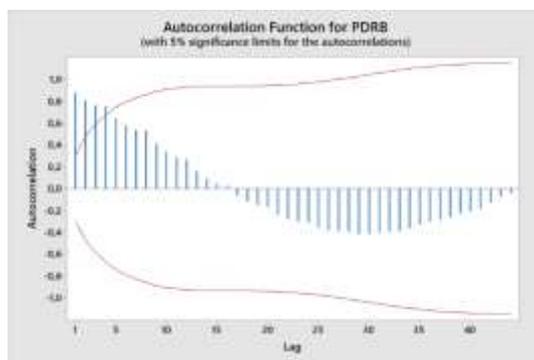
3.1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif statistik dilakukan untuk melihat pola data yang terbentuk dari data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) ADHK menurut Lapangan Usaha Provinsi Lampung mulai dari Triwulan-I tahun 2011 sampai dengan Triwulan-I tahun 2022. Berikut adalah plot data yang terbentuk.

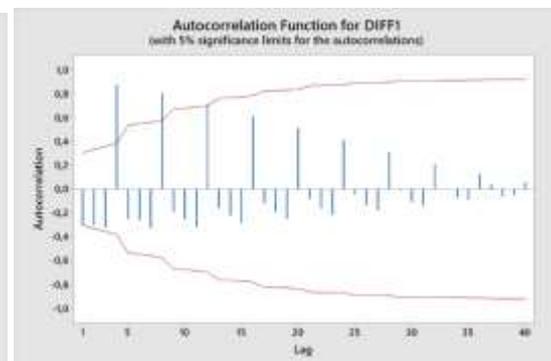


Gambar 1. Plot Data PDRB Lampung

Berdasarkan Gambar 1. dapat diketahui bahwa data memiliki pola trend tetapi memiliki pola musiman juga dikarenakan adanya periode triwulan-III nilai data mengalami kenaikan dan selanjutnya pada triwulan-IV pada tahun yang sama nilai data mengalami penurunan. Gambar 1. terdapat indikasi adanya pola trend dan musiman sehingga menandakan tidak stasionernya data, selain secara visual dilakukan melihat plot Autocorelation Function (ACF). Proses pengecekan data menggunakan Minitab 19.



Gambar 2. Plot ACF



Gambar 3. Plot ACF Differencing

Gambar 2. adalah hasil pengecekan Autocorelation Function (ACF) pada data PDRB ADHK menurut Lapangan Usaha yang ternyata korelogramnya masih menurun secara lambat yang berarti data tidak stasioner, maka harus dilakukan Differencing. Selanjutnya dilakukan pengecekan ulang ACF setelah proses Differencing. Gambar 3. menunjukkan bahwa korelogram menurun dengan cepat mengikuti peningkatan lag, Artinya data sudah stasioner dengan satu diferensiasi. Selanjutnya, dengan menggunakan data yang dihasilkan setelah diferensiasi yang telah stasioner dapat diramalkan dengan menggunakan Weighted Fuzzy Time Series (WFTS).

3.2. Peramalan menggunakan Weighted Fuzzy Time Series (WFTS)

Data Stasioner PDRB ADHK menurut Lapangan Usaha Provinsi Lampung mulai dari Triwulan-I 2011 sampai dengan Triwulan-I 2022, dengan data pada triwulan-I tahun 2011 sampai Triwulan-IV tahun 2021 sebagai data pelatihan (data *training*) sebanyak 35 data, sedangkan data pada triwulan-I tahun 2020 sampai Triwulan-I tahun 2022 sebagai data pengujian (data *testing*) sebanyak 9 data untuk evaluasi ketepatan hasil peramalan data *testing*. Berikut adalah langkah-langkah dan proses analisis.

1. Menentukan Himpunan Semesta

Data *training* stasioner PDRB ADHK pada bulan triwulan-I tahun 2011 sampai Triwulan-IV tahun 2019 memiliki 35 data dengan data minimum (D_{min}) sebesar -

5.398.739,87 dan data maksimum (D_{max}) sebesar 3.839.350,63 dengan nilai $D_1 = 101.260,13$ dan $D_2 = 160.649,37$. Pengambilan nilai D_1 dan D_2 untuk membulatkan Himpunan Semesta. Sehingga terbentuk himpunan semesta (U) = [-5500000 ; 4000000]

2. Membentuk interval

Membagi semesta pembicara U menjadi beberapa interval yang sama panjang, dengan menggunakan rumus Sturges, diperoleh interval sebanyak 6, dengan lebar interval 1.583.333,333 tiap interval.

Tabel 1. Tabel Interval

No	Interval terbentuk	Nilai Tengah
1	$u_1 = -5.500.000;-3.916.666,67$	$m1 = -4.708.333,33$
2	$u_2 = -3.916.666,67;-2.333.333,33$	$m2 = -3.125.000$
3	$u_3 = -2.333.333,33;-750.000,01$	$m3 = -1.541.666,67$
4	$u_4 = -750.000,01;833.333,33$	$m4 = 41.666,66$
5	$u_5 = 833.333,33;2.416.666,67$	$m5 = 1.625.000$
6	$u_6 = 2.416.666,67;4.000.000$	$m6 = 3.208.333,33$

3. Mendefinisikan himpunan fuzzy

Himpunan *Fuzzy* (*Fuzzy set*) ditentukan sebanyak interval yang telah ditentukan sebelumnya yaitu sebanyak 6 kelas interval. Nilai keanggotaan himpunan *Fuzzy* (*Fuzzy set*) berada diantara 0, 0,5, 1. Definisi dari setiap himpunan *Fuzzy* (*Fuzzy set*) terbentuk variabel linguistik.

$$A_1 = 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6$$

$$A_2 = 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6$$

$$A_3 = 0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6$$

$$A_4 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5 + 0/u_6$$

$$A_5 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0,5/u_4 + 1/u_5 + 0,5/u_6$$

$$A_6 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0,5/u_5 + 1/u_6$$

Tahap selanjutnya adalah melakukan fuzzifikasi berdasarkan interval efektif yang diperoleh dapat ditentukan nilai linguistik sesuai dengan banyaknya interval yang terbentuk.

Tabel 2. Fuzzifikasi

No	Tahun	Periode	Data Diff	Fuzzifikasi
1	2011	Triwulan II	1.737.709,63	A_5
2	2011	Triwulan III	-357.415,27	A_4
3	2011	Triwulan IV	-3.157.344,98	A_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
35	2019	Triwulan IV	-5.398.739,87	A_1

4. Menentukan Fuzzy Logic Relationship (FLR)

Jika $F(t-1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$, hubungan logika *Fuzzy* atau FLR dapat ditulis $A_i \rightarrow A_j$, dengan A_i dinamakan sisi kiri atau *Left Hand Side* (LHS) dan A_j dinamakan sisi kanan atau *Right Hand Side* (RHS).

Tabel 3. FLR

No	Tahun	Periode	FLR
1	2011	Triwulan I	*
2	2011	Triwulan II	$NA \rightarrow A_5$

3	2011	Triwulan II	$A_5 \rightarrow A_4$
:	:	:	:
35	2019	Triwulan IV	$A_5 \rightarrow A_1$

- Membentuk Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG) dan Defuzzifikasi
 Pembentukan kelompok hubungan logika *Fuzzy* atau *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) berdasarkan FLR yang sudah dibentuk sebelumnya dengan cara mengelompokkan FLR yang memiliki LHS yang sama. Proses defuzzifikasi yaitu proses yang bertujuan untuk mengubah nilai peramalan yang masih berbentuk linguistik menjadi nilai numerik kembali.

Tabel 4. FLRG

GROUP	FLRG	$\hat{F}(t)$
GROUP 1	$A_1 \rightarrow A_6, A_6, A_6, A_6, A_6$	3.208.333,33
GROUP 2	$A_2 \rightarrow A_6, A_6, A_6$	3.208.333,33
GROUP 3	$A_3 \rightarrow \emptyset$	-1.541.666,67
GROUP 4	$A_4 \rightarrow A_2$	-3.125.000
GROUP 5	$A_5 \rightarrow A_4, A_5, A_2, A_5, A_2, A_5, A_1, A_5, A_1 A_5, A_1 A_5, A_1$ A_1, A_1	-1.647.222
GROUP 6	$A_6 \rightarrow A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_6, A_6$	1.941.667

- Pembentukan Matriks Defuzzifikasi
 Matriks defuzzifikasi ($M(t)$) didasarkan pada hasil peramalan awal dan defuzzifikasi yang telah diperoleh sebelumnya. Matriks defuzzifikasi merupakan matriks yang berisikan nilai tengah dari hasil peramalan awal.

Tabel 5. Matriks Defuzzifikasi

Grup	Nilai Peramalan ($F(t)$)	$M(t)$
1	A_6, A_6, A_6, A_6, A_6	[3208333,33 , 3.208.333,33 , 3.208.333,33 , 3.208.333,33 , 3.208.333,33]
2	A_6, A_6, A_6	[3208333,33 , 3.208.333,33 , 3.208.333,33]
:	:	:
6	$A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_5,$ A_5, A_6, A_6	[1.625.000 , 1.625.000 , 1.625.000 , 1.625.000 , 1.625.000 , 1.625.000 , 1.625.000 , 1.625.000, 3.208.333,33 , 3.208.333,33]

- Perhitungan nilai pembobot
 Perhitungan nilai pembobot dilakukan dengan berdasarkan FLRG yang terbentuk. Jika FLRG berasal dari FLR $A_i \rightarrow \emptyset$ atau $A_i \rightarrow A_j$ maka diberi pembobot ($W(t)$) sebesar 1. Namun, jika FLRG yang terbentuk adalah $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jp}$ maka pembobot untuk masing-masing next state adalah w_1, w_2, \dots, w_k . Perhitungan nilai pembobot untuk setiap kontanta pembobot (c) yang berbeda yaitu $1 \leq c \leq 2$.

Tabel 6. Nilai Pembobot

Grup	$c = 1$	...	$c = 2$
1	$\frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}$	...	$\frac{1}{31}, \frac{2}{31}, \frac{4}{31}, \frac{8}{31}, \frac{16}{31}$
2	$\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}$	...	$\frac{1}{7}, \frac{2}{7}, \frac{4}{7}$
:	:	:	:

$$6 \quad \begin{matrix} \frac{1}{10} & \frac{1}{10} & \frac{1}{10} & \frac{1}{10} & \frac{1}{10} \\ \frac{1}{10} & \frac{1}{10} & \frac{1}{10} & \frac{1}{10} & \frac{1}{10} \end{matrix} \quad \dots \quad \begin{matrix} \frac{1}{1023} & \frac{1}{1023} & \frac{1}{1023} & \frac{1}{1023} & \frac{1}{1023} \\ \frac{1}{1023} & \frac{1}{1023} & \frac{1}{1023} & \frac{1}{1023} & \frac{1}{1023} \end{matrix}$$

8. Peramalan Akhir

Setelah mendapatkan nilai pembobot berdasarkan nilai konstanta pembobot (c) yang berbeda-beda, dan juga matriks defuzzifikasi ($M(t)$). maka selanjutnya dapat dilakukan peramalan akhir yang merupakan proses akhir dari WFTS Lee.

Tabel 7. Nilai Peramalan data stasioner

Grup	$\hat{Y}(t)$		
	$c = 1$	...	$c = 2$
1	-929.444,4444	...	-1.647.222,222
2	1.941.666,667	...	1.941.666,667
⋮	⋮	⋮	⋮
6	-929.444,4444	...	1.047.075,595

Setelah diperoleh nilai peramalan, data hasil dari data stasioner dikembalikan ke data asli untuk mendapatkan hasil peramalan.

Tabel 8. Nilai Peramalan data PDRB ADHK menurut lapangan kerja

	Data	Data	Fuzzyfikasi	$c = 1$	$c = 1,1$	...	$c = 2$
2011	Triwulan I	39.774.137	*	*	*	...	*
2011	Triwulan II	41.511.847	A5	38.145.804	39.774.876,8	...	41.297.860
2011	Triwulan III	41.154.431	A4	38.436.847	44.720.180	...	38.436.847
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2019	Triwulan IV	58.689.905	A1	65.973.645	62.441.422,4	...	65.663.645

9. Menguji ketepatan model

Dilakukan uji ketepatan menggunakan perhitungan akurasi MAPE pada data PDRB ADHK menurut Lapangan Usaha. Perhitungan nilai MAPE dihitung pada setiap konstanta $1 \leq c \leq 2$, kemudian didapatkan nilai MAPE terkecil pada $c = 1,1$, dengan nilai 1,45% pada data training dan 4,5% pada data testing.

10. Data hasil peramalan

Pada peramalan triwulan-II tahun 2022 (sebagai RHS) maka sebagai LHS yaitu Triwulan-I tahun 2022 yang terletak pada fuzzifikasi A_4 yang kemudian membentuk FLRG $A_4 \rightarrow A_2$ dan termasuk ke dalam defuzzifikasi grup FLRG ke-4. Nilai peramalan untuk grup ke-4 sebagaimana pada Tabel (4.8) yang merupakan bagian dari lampiran H dengan nilai konstanta pembobot $c = 1,1$ yaitu sebesar 3.208.333,333.

Tabel 9. Hasil Peramalan

Periode	Data	FLRG	Nilai Peramalan
2022	Triwulan I	$A_4 \rightarrow A_2$	3.208.333,333

2022	Triwulan II	64.114.284,88	$A_2 \rightarrow (3)A_6$	1.941.666,667
2022	Triwulan III	66.055.951,44		

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui nilai peramalan data PDRB ADHK Triwulan-II tahun 2022 dengan nilai peramalannya 64.114.284,88 (dalam jutaan rupiah) dan Triwulan-III tahun 2022 dengani nilai peramalannya 66.055.951,44 (dalam jutaan rupiah).

4. Kesimpulan

Dari model yang dibentuk, menghasilkan peramalan dua periode kedepan tepatnya pada periode triwulan-II tahun 2022 dengan nilai peramalannya 64.114.284,88 (dalam jutaan Rupiah) dan Triwulan-III 2022 dengan nilai peramalannya 66.055.951,44 (dalam jutaan Rupiah). Tingkat keakuratan ramalan yang diperoleh dengan menggunakan metode Weighted Fuzzy Time Series mendapatkan nilai akurasi terkecil dengan nilai konstanta $c=1,1$, nilai MAPE pada data training dan testing berturut-turut adalah 1,45% dan 4,51% yang berarti model memiliki kinerja sangat bagus.

Referensi

- [1] Hardi, D. T., Safitri, D., & Rusgiyono, A. (2019). Peramalan Produk Domestik Bruto (PDB) Sektor Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan Menggunakan Singular Spectrum Analysis (SSA). 8(2010).
- [2] Wellyanti, B. (2019). Peramalan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Bali Triwulanan (Q-to-Q) Tahun Dasar 2010 dengan Model Arima. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, 12(1), 63–72. <https://doi.org/10.24843/jekt.2019.v12.i01.p07>
- [3] BPS-Statistik Indonesia. (2022). Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi Di Indonesia Menurut Lapangan Usaha 2017-2020. <https://www.bps.go.id/publication/>.
- [4] Hariani, T. (2017). Peramalan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *Skripsi UIN Alauddin Makassar*, 1–87.
- [5] Usmia, N., & Noeryanti, N. (2021). Peramalan Data Produk Domestik Regional Bruto Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Kombinasi Fuzzy Time Series Chen Dengan Particle Swarm Optimization. *Jurnal Statistika Industri Dan Komputasi*, 6(2), 123–131. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/STATISTIKA/article/view/3648>
- [6] Widiyani, W., Setyawan, Y., & Jatipaningrum, M. T. (2022). Perbandingan Metode Fuzzy Time Series-Chen dan Weighted Fuzzy Integrated Time Series Untuk Memprediksi Data Indeks Harga Saham Gabungan. *Jurnal Statistika Industri Dan Komputasi*, 7(1), 81–87.
- [7] Amalutfia, S. Y., & Hafiyusholeh, M. (2020). Analisis Peramalan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar dan Yuan Menggunakan FTS-Markov Chain. *Vygotsky*, 2(2), 102. <https://doi.org/10.30736/vj.v2i2.258>
- [8] M. Wahdeni P., Purnamasari, I., & Prangga, S. (2021). Peramalan Data Ekspor Nonmigas Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Metode Weighted Fuzzy Time

Series Lee. *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori Dan Aplikasi Statistika*, 14(1), 1–10.
<https://doi.org/10.36456/jstat.vol14.no1.a3747>

[9] Suhartono, Lee, M. H., & Javedani, H. (2012). A Weighted Fuzzy Integrated Time Series for Forecasting Tourist Arrivals. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25453-6_19

[10] Rahmawan, S. A., Safitri, D., & Widiari, T. (2019). Peramalan Menggunakan Metode Weighted Fuzzy Integrated Time Series (Studi Kasus: Harga Beras di Indonesia Bulan Januari 2011 s/d Desember 2017). *Jurnal Gaussian*, 8(4), 518–529.
<https://doi.org/10.14710/j.gauss.v8i4.26752>