

# Average Based Length Fuzzy Time Series Data Seasonal untuk Prediksi Volume Impor Migas Indonesia

Adika Setia Brata <sup>1\*</sup>, Alfian Anhar <sup>2</sup>, Windy Lestari <sup>3</sup>, Melda Juliza <sup>4</sup>, Suci Rahmawati <sup>5</sup>, M Tantry Abeng Evan Nugroho <sup>6</sup>

<sup>1\*,2,3,4,6</sup> Program Studi Statistik, Institut Sains dan Teknologi Nahdlatul Ulama Bali Denpasar, Kota Denpasar, Provinsi Bali, Indonesia.

<sup>5</sup> Program Studi Sistem Informasi, Institut Sains dan Teknologi Nahdlatul Ulama Bali Denpasar, Kota Denpasar, Provinsi Bali, Indonesia.

\* Correspondence Email: [adikasetia@istnuba.ac.id](mailto:adikasetia@istnuba.ac.id)

Received: 3 February 2021  
Revised: 3 March 2021  
Accepted: 6 May 2021  
Published: 30 August 2021.



**Citation:** Brata, A. S., Anhar, A., Lestari, W., Juliza, M., Rahmawati, S., & Nugroho, M. T. A. E. (2021). Average Based Length Fuzzy Time Series Data Seasonal untuk Prediksi Volume Impor Migas Indonesia. *Jurnal Ekonomi Manajemen Dan Sekretari*, 6(1), 15-21. <https://doi.org/10.35870/jemensri.v6i1.1764>.



**Copyright:** © 2021 by the authors. Licensee Jurnal Ekonomi Manajemen dan Sekretari, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** This study aims to predict the value of Indonesian oil and gas imports using the Fuzzy Time Series method of determining average-based intervals (Average Based Length). The data used in this research is annual periodic data from 2013-2021 which was downloaded from the bps.go.id website. The research results show that the volume value of oil and gas imports in Indonesia in January 2023 will reach 4125,802 thousand tons. This research can be concluded that the accuracy of the estimation is very good, producing a MAPE value of 8.04%. The MAPE value is defined as having very good estimation results if the MAPE value is <10%.

**Keywords:** FTS (Fuzzy Time Series); Data-Based Intervals; Value of Oil Gas Imports; MAPE.

**Abstrak:** Studi ini bertujuan untuk memprediksi nilai impor migas indonesia dengan metode Fuzzy Time Series penentuan interval berbasis rata-rata (Average Based Length). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data periodik tahunan dari 2013-2021 yang diunduh dari situs bps.go.id. Hasil penelitian menunjukkan angka nilai volume impor migas di Indonesia Januari tahun 2023 mencapai 4125,802 satuan ribu ton. Penelitian ini dapat disimpulkan dalam akurasi penduggan sangat baik, dengan menghasilkan nilai MAPE sebesar 8,04 %. Nilai MAPE diartikan mempunyai hasil pendugaan sangat baik jika nilai MAPE < 10%.

**Kata Kunci:** FTS (Fuzzy Time Series); Interval Berbasis Data; Nilai Impor Migas, MAPE.

## 1. Pendahuluan

Impor adalah proses transportasi barang atau komoditas dari suatu negara ke negara lain secara legal, umumnya dalam proses perdagangan. Proses impor umumnya adalah tindakan memasukan barang atau komoditas dari negara lain ke dalam negeri. Salah satu faktor untuk meningkatkan pendapatan negara yaitu kegiatan ekspor-impor melalui perdagangan internasional. Dalam perdagangan internasional kegiatan perdagangannya dilakukan dengan menjual output barang dan jasa dari dalam negeri ke negara lain dan membeli barang dan jasa di suatu negara untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri (Nopirin, 1997). Motivasi dari perdagangan internasional adalah keuntungan yang timbul akibat adanya perdagangan internasional. Keuntungan tersebut disebabkan adanya kebutuhan dari negara lain karena terbatasnya sumber daya alam yang dimiliki sehingga belum mampu memenuhi kebutuhan. Dengan kondisi ini maka perlu adanya negara lain untuk memenuhi keterbatasan kebutuhan karena pada dasarnya suatu negara tidak dapat memenuhi kebutuhan tanpa bantuan negara lain.

FTS (*Fuzzy Time Series*) merupakan suatu topik kajian dalam Metode *Time Series*. Objek kajiannya logika fuzzy yang merupakan bahan utama dalam pembangunan sebuah teknik soft computing terbukti mempunyai kinerja yang baik yang dapat menyelesaikan masalah terkait optimasi termasuk peramalan data *Time Series* (Wijaya, Dewi, & Rahayudi, 2018). Salah satu metode peramalan yang banyak mendapat perhatian dan pengembangan adalah FTS. Song dan Chissom pertamakali mengembangkan FTS Tahun 1993. FTS adalah metode peramalan data menggunakan prinsip-prinsip fuzzy dan himpunan fuzzy sebagai dasarnya (Song & Chissom, 1996). Masalah FTS cukup banyak dikaji diliteratur, karena banyak aplikasinya dalam bidang matematika maupun bidang statistika. Masalah *Time Series* menggunakan FTS menjadi masalah yang menarik untuk dilakukan. Tahun 2020 Nola dkk mengkaji tentang Penerapan FTS Stevenson Porter pada Peramalan Pergerakan Nilai Forex dan Hasil dari prediksi FTS diperoleh nilai MSE (*Mean Square Error*) sebesar 0,00142 sekaligus menunjukkan output naik dan turunnya prediksi nilai dari close forex yang disertai dengan persentase akan naik dan turunnya (Ritha, Matulatan, & Hidayat, 2020).

Modifikasi konsep FTS tahun 2021 septi dkk melakukan penelitian Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Jawa Tengah dengan Metode FTS Berbasis Algoritma Novel dan memperoleh kesimpulan Metode FTS berbasis Algoritma Novel memiliki hasil peramalan yang akurat pada kasus Nilai Ekspor di Provinsi Jawa Tengah. Karena menghasilkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) 11,653% sehingga dapat dikatakan baik untuk meramalkan nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah (Yasid & Satoto, 2014). Beberapa kajian belum terdapat banyak membahas tentang FTS untuk pola data Seasonal, oleh karena itu dari uraian tersebut, tujuan dari penulis adalah mengkaji dan menunjukkan FTS dapat dimodifikasi untuk pola data Seasonal.

## 2. Metode

Perkiraan mengenai akan terjadinya suatu kejadian atau peristiwa diwaktu yang akan datang merupakan prediksi atau sering disebut peramalan (Afdianti Nurkhasanah, 2015). prediksi ini sangat berguna dan sering digunakan pemanfaatannya dalam berbagai aspek kehidupan, terlebih dalam rangka membuat perencanaan untuk menghadapi berbagai keadaan yang terjadi pada waktu yang akan datang. Peramalan dibedakan menjadi 3 berdasarkan jangka waktunya, yaitu peramalan waktu jangka pendek, peramalan waktu jangka Menengah, dan peramalan waktu jangka panjang. FTS termasuk kategori peramalan jangka waktu pendek, karena hanya dapat meramalkan sebanyak 1 periode kedepan (Muhammad Wahdeni et al, 2021). Pola data berkala (*Time Series*) terdiri dari empat jenis atau empat komponen salah satunya gerakan *seasonal* jangka panjang. Gerakan *seasonal* masa panjang adalah suatu gerakan jika data pengamatan mengalami penurunan atau kenaikan selama periode tertentu jangka panjang dan berulang dalam metode *Time Series* sering disebut pola data *seasonal* (Qi & Zhang, 2008). FTS adalah metode yang diperkenalkan dan dikembangkan oleh Song dan Chissom juga merupakan suatu konsep yang digunakan untuk memprediksi masalah dengan membentuk data aktual dalam nilai-nilai linguistik. Metode FTS banyak mengalami pengembangan, metode *average based length Fuzzy Time Series* atau berbasis rata-rata dalam penelitian ini memiliki beberapa langkah seperti gambar berikut:



Gambar 1. Langkah Langkah Metode Penelitian

**Langkah 1** Mencari dan mengumpulkan data-data historis. Data volume impor migas indonesia tersebut dapat diunduh pada situs resmi Badan Pusat Statistik, <https://bps.go.id>.

**Langkah 2** penentuan interval berbasis rata-rata. Studi yang dilakukan Xihao dan Yimin (2008) dalam Solikhin dan Yudatama (2019) menunjukkan bahwa panjang interval sangat berpengaruh terhadap kinerja model peramalan. Berikut adalah algoritma pendekatan interval berbasis rata-rata (*Averaged Based Length*) yang dikembangkan oleh Xihao dan Yimin (dalam Solikhin dan Yudatama, 2019):

- 1) Hitung rata-rata selisih absolut data

$$mean = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} |X_{t-1} - X_t|}{N-1} \quad (1)$$

- 2) Ambil setengah rata-rata sebagai Panjang interval yang akan ditinjau ( $K$ )

$$K = \frac{mean}{2} \quad (2)$$

- 3) Dari nilai yang diperoleh dari langkah kedua, akan ditentukan panjang basis intervalnya dengan petunjuk pada Tabel berikut:

Tabel 1. Jangkauan dan basis interval

Jangkauan	Basis
0,10 - 1	0,1
1,10 - 10	1
11- 100	10
101 -1.000	100
1001 - 10.000	1.000

- 4) Lakukan pembulatan pada nilai yang diperoleh dari perhitungan langkah kedua ( $K$ ) sesuai dengan basis yang bersesuaian. Angka inilah yang digunakan sebagai panjang interval ( $P$ )

**Langkah 3** Pembentukan model peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* (FTS):

- 1) Pembentukan Himpunan Semesta Pembicaraan atau *Universe Discourse* ( $U$ )

$$U = [X_{min} - Z_1, X_{max} + Z_2] \quad (3)$$

Dengan  $X_{min}$  dan  $X_{max}$  secara berurut adalah nilai terendah dan tertinggi dari data aktual, sedangkan  $Z_1$  dan  $Z_2$  adalah sembarang nilai yang tidak besar.

- 2) Mendefinisikan Himpunan *Fuzzy*  $A_i$  Banyaknya himpunan *fuzzy* yang akan dibentuk ditentukan oleh formula:

$$n = \frac{X_{max} + Z_2 - X_{min} - Z_1}{K} \quad (4)$$

Menentukan ujung bawah ( $L$ ) himpunan fuzzy pertama  $A_1$  diperoleh dengan rumus:

$$L_1 = X_{min} - Z_1 \quad (5)$$

Sedangkan untuk kelas kedua, ujung bawah himpunan *fuzzy* kedua  $A_2$  diperoleh dengan menambahkan ujung bawah kelas pertama ditambahkan panjang interval ( $P$ ) yang diperoleh pada tahap kedua. Begitu seterusnya hingga terbentuk  $n$  himpunan *fuzzy*. Ujung atas kelas pertama adalah bilangan di sebelah kanan kelas kedua dan seterusnya. Nilai Tengah atau median tiap kelas ditentukan dengan menjumlahkan ujung atas dan ujung bawahnya kemudian dibagi 2.

- 3) *Fuzzifikasi* dan Menentukan *Fuzzy Logical Relationships* (FLRs)

*Fuzzifikasi* merupakan proses mengubah masukan dari bentuk tegas (*Crisp*) menjadi *Fuzzy* (Variable Linguistik). Selanjutnya Proses (FLRs) dilakukan dengan merealisasikan  $A_i \rightarrow A_{i+1}$ . Dengan  $A_i$  disebut sebagai *Current state* sedangkan  $A_{i+1}$  adalah *next state*.

- 4) Membentuk *Fuzzy Logical Relationships Group* (FLRGs)

FLRGs adalah pengelompokan *Fuzzifikasi* yang memiliki satu *current state* yang sama menjadi satu kelompok.

- 5) *Defuzzifikasi*

Kebalikan dari *Fuzzifikasi*, *Defuzzifikasi* merupakan proses mengubah *fuzzy output* menjadi *Crips value* . yang membedakan FTS Lee dengan FTS lainnya ada pada proses *Defuzzifikasi*. Aturan yang digunakan pada proses *defuzzifikasi* FTS Lee yaitu:

- Jika *fuzzy set* adalah  $A_i$  dan FLRGs  $A_i$  kosong ( $A_i \rightarrow$ ), maka prediksinya adalah  $m_i$
- Jika *fuzzy set* adalah  $A_i$  dan FLRGs  $A_i$  adalah ( $A_i \rightarrow A_j$ ) maka prediksinya adalah  $m_j$

- c. Jika *fuzzy set* adalah  $A_i$  dan FLRGs  $A_i$  memiliki banyak *fuzzy output*  $A_{j1}, A_{j2}, A_{j3}, \dots, A_{jn}$  ( $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, A_{j3}, \dots, A_{jn}$ ) maka prediksinya adalah rata-rata nilai tengah semua outputnya

#### Langkah 4 Prediksi dan pengukuran akurasi

Prediksi dilakukan dengan mengubah *fuzzy input* sebagai *current state* menjadi *next stage* hasil *defuzzifikasi*. Selanjutnya hasil prediksi tersebut akan dievaluasi performanya menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Dalam peramalan terdapat banyak metode yang dapat digunakan, namun tidak semua metode dapat sesuai dengan kasus yang ada. Secara umum ada jenis perhitungan untuk melihat seberapa besar tingkat kesalahan dalam peramalan, yaitu MAPE Merupakan perhitungan yang digunakan untuk menghitung persentase rata-rata kesalahan mutlak.

$$MAPE = \sum \left( \frac{|\text{aktual} - \text{forecast}|}{\text{aktual}} \right) \times \frac{100}{n} \quad (5)$$

Semakin rendah nilai MAPE dari hasil prediksi, kemampuan dari model prediksi yang digunakan dapat dikatakan baik. Langkah-langkah penelitian yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Membuat analisis deskripsi dari data historis
- 2) Pada data historis yang diamati didefinisikan himpunan *fuzzy*.
- 3) Menentukan interval, *fuzzifikasi* data historis, dan pembentukan FLRG.
- 4) Melakukan Prediksi Probabilitas Matriks Transisi dan *defuzzifikasi* data *fuzzy*.
- 5) Menghitung nilai *error* hasil prediksi menggunakan MAPE.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Statistika Deskriptif

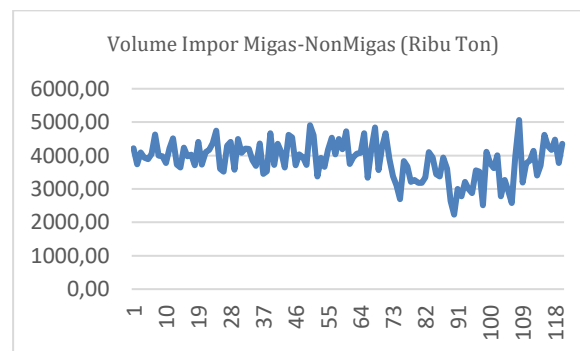
Nilai volume impor migas Indonesia Satuan Ribuan Ton Tahun 2013 hingga 2021 secara umum menunjukkan bahwa nilai tertinggi sebesar 5063,74 ribu ton pada bulan Desember 2021 sedangkan nilai volume impor migas di Indonesia terendah sebesar 2231,46 ribu ton pada bulan Juni 2020 dengan rata-rata nilai volume impor migas Indonesia sebesar 3854,94 ribu ton. Nilai volume impor migas Indonesia Satuan Ribuan Ton Tahun 2013 hingga 2021 dapat diperhatikan pada Tabel statistik deskriptif berikut:

Tabel 2. Statistic Deskriptif

N	Min	Max	Mean
120	2231,46	5063,74	3854,94

#### 3.2 Bentuk Pola Data *Seasonal*

Berikut merupakan grafik dari data Nilai volume impor migas Indonesia Satuan Ribuan Ton Tahun 2013 hingga 2021



Gambar 2. Grafik plot data

Berdasarkan Gambar grafik plot, kondisi nilai volume impor migas membentuk pola *seasonal* yang terjadi akibat data terjadi naik dan turun sesuai dengan pola musiman.

#### 3.3 Menentukan Interval Berbasis Rata-rata

Penghitungan interval berbasis rata-rata diawali dengan menghitung selisih absolut data sesuai dengan Persamaan (1). Hasil penghitungan ditunjukkan pada Tabel 3 baris kedua. Data menunjukkan fluktuasi dengan perubahan terbesar mencapai 1874,22 dan terendah pada angka 0,19. Rata-rata perubahan datanya sebesar 497,34 nilai ini disebut sebagai *mean*. Selanjutnya dengan menggunakan Persamaan (2), membagi nilai mean dengan 2, diperoleh nilai  $K = 248,67$ . Mengacu pada Tabel 1 jangkauan dan basis interval, karena  $K = 248,67$ , maka basis interval yang digunakan adalah 100. Sehingga panjang kelas intervalnya ( $P$ ) adalah 100, pembulatan berbasis 100 dari nilai  $K$ .

Tabel 3. pembentukan interval berbasis rata-rata

Tahun	Bulan	Data Aktual $X_t$	Selisih Absolut data $ X_{t-1} - X_t $
2013	Januari	4219,16	476,46
2013	Februari	3742,70	346,64
2013	Maret	4089,34	147,54
⋮	⋮	⋮	⋮
2021	Oktober	4474,30	696,00
2021	November	3778,30	577,30
2021	Desember	4355,60	-
		$\sum_{t=1}^{N-1}  X_{t-1} - X_t $	59183,56
Mean		$\frac{\sum_{t=1}^{N-1}  X_{t-1} - X_t }{N-1}$	497,34
K		$\frac{N-1}{2}$	248,67
P		Pembulatan jangkauan 101 -1.000	100

### 3.4 Membentuk Model Prediksi FTS Lee

Menggunakan persamaan 3 untuk membentuk himpunan semesta. Diasumsikan  $Z_1$  adalah 1% dari  $Z_{min}$  dan  $Z_2$  adalah 1% dari  $Z_{max}$ . Maka diperoleh  $Z_1$  adalah 22,32 dan  $Z_2$  adalah 50,64. Sehingga didapatkan semesta  $U$  :

$$U = [X_{min} - Z_1 ; X_{max} + Z_2]$$

$$U = [2231,46 - 22,32 ; 5063,74 + 50,64]$$

$$U = [2209,14 ; 5114,38]$$

Banyaknya himpunan *fuzzy* yang akan dibentuk berdasarkan persamaan (4) yaitu:

$$n = \frac{X_{max} + Z_2 - X_{min} - Z_1}{K}$$

$$n = \frac{5063,74 + 50,64 - 2231,46 - 22,32}{100}$$

$$n = \frac{5114,38 - 2209,14}{100}$$

$$n = \frac{2905,24}{100} = 29,05 \approx 30$$

Himpunan semesta  $U$  kemudian dibagi menjadi 30 kelas dengan panjang interval yang sama yaitu 100, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Himpunan Fuzzy

Fuzzy Output	Interval		Nilai Tengah ( $m_t$ )
	Ujung Bawah $L_t$	Ujung Atas $T_t$	
$A_1$	2209,14	2309,13	2259,135
$A_2$	2309,14	2409,13	2359,135
$A_3$	2409,14	2509,13	2459,135
⋮	⋮	⋮	⋮
$A_{28}$	4909,14	5009,13	4959,135
$A_{29}$	5009,14	5109,13	5059,135
$A_{30}$	5109,14	5209,13	5159,135

Fuzzifikasi dilakukan dengan mengubah nilai *crisp* ( $X_t$ ) menjadi Fuzzy Output ( $A_i$ ) dengan ketentuan seperti tabel 4. Selanjutnya, FLRs dibentuk dengan merelasikan Fuzzy Output dengan fuzzy output setelahnya. FLRs yang terbentuk ada 119, karena datanya berjumlah 120.

Tabel 5. Fuzzifikasi

Waktu	$X_t$	Fuzzy fikasi	FLRs
Januari 2013	4219,16	$A_{21}$	$A_{21} \rightarrow A_{16}$
Feb 2013	3742,70	$A_{16}$	$A_{16} \rightarrow A_{19}$
Maret 2013	4089,34	$A_{19}$	$A_{19} \rightarrow A_{18}$
⋮	⋮	⋮	⋮
Okt 2021	4474,30	$A_{23}$	$A_{23} \rightarrow A_{16}$
Nov 2021	3778,30	$A_{16}$	$A_{16} \rightarrow A_{22}$
Des 2021	4355,60	$A_{22}$	-

Berikut aturan FLRGs yang dibentuk dengan mengelompokkan semua FLR yang memiliki *current state* yang sama. Tiap FLRGs akan dibuatkan aturan *defuzzifikasi* sesuai dengan FTS Lee.

Tabel 6. FLRGs dan *Defuzzifikasi*

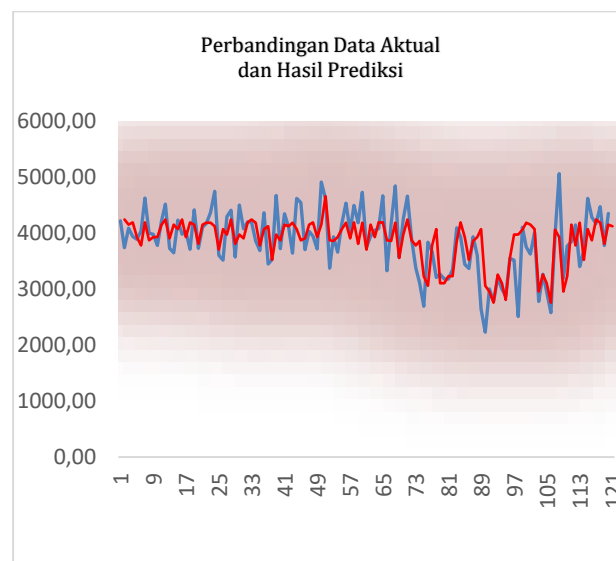
<i>Curent State</i>	FLRGs	Aturan <i>Defuzzifikasi</i>	<i>Next State</i>
$A_1$	$A_1 \rightarrow A_8$	$\frac{m_8}{1}$	2959,135
$A_4$	$A_4 \rightarrow A_{20}, A_{18}$	$\frac{m_{20} + m_{18}}{2}$	4059,135
$A_5$	$A_5 \rightarrow A_{17}, A_1$	$\frac{m_{17} + m_1}{2}$	3059,135
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$A_{29}$	$A_{29} \rightarrow A_6, A_{10}$	$\frac{(m_6 + m_{10})}{2}$	2959,135

### 3.5 Menentukan Hasil Prediksi

Prediksi dilakukan dengan mengubah kembali *current state* yang telah *difuzzifikasi* ke *next state* yang telah *didefuzzifikasi*. Hasil prediksi nilai volume impor migas di Indonesia ditunjukkan pada Tabel 6 berikut Sedangkan perbandingan pergerakan data aktual dan prediksi dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 7. Hasil Prediksi dan MAPE

Tahun	Bulan	Nilai Aktual	Prediksi	MAPE
2013	Jan	4219,16	-	-
2013	Feb	3742,70	4244,84	13,4%
2013	Mar	4089,34	4150,80	1,5%
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
2021	Nov	3778,30	3809,135	0,8 %
2021	Des	4355,60	4150,802	4,7 %
2023	Jan	-	4125,802	-
Rata-rata				8,04%



Gambar 3. Grafik Plot Data Aktual dan Hasil Peramalan

Berdasarkan penelitian ini, menunjukkan bahwa peramalan dengan *Average Based Fuzzy Time Series* Lee telah dapat mengikuti pola pergerakan data dengan baik. Untuk mengetahui metode peramalan yang paling tepat adalah dengan cara menghitung nilai MAPE. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin kecil kesalahan hasil pendugaan, sebaliknya semakin besar nilai MAPE maka semakin besar kesalahan hasil pendugaan. Hasil suatu metode pendugaan mempunyai kemampuan peramalan sangat baik jika nilai MAPE < 10% dan mempunyai kemampuan pendugaan baik jika nilai MAPE diantara 10% dan 20%. Pengujian tingkat akurasi dilakukan dengan melihat kriteria pengukuran MAPE. Metode MAPE tersebut dapat mengetahui apakah metode yang digunakan memiliki tingkat akurasi tinggi untuk dapat digunakan memprediksi suatu nilai.

Tabel 8. Hasil Akurasi MAPE

METODE	MAPE
Average Based <i>Fuzzy Time Series</i>	8,04 %

Tabel 8. menunjukkan bahwa tingkat akurasi prediksi data nilai volume impor migas di indonesia pada periode Januari 2013 hingga Desember 2021 dengan menggunakan *Average Based Fuzzy Time Series* untuk pola data *seasonal* diperoleh nilai MAPE sebesar 8,04 % Maka dapat dikatakan bahwa hasil peramalan baik dan tepat.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian prediksi data nilai volume impor migas di indonesia pada periode Januari 2013 hingga desember 2021 dengan menggunakan metode *Average Based Fuzzy Time Series* untuk pola data *seasonal* menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Hasil prediksi data nilai volume impor migas di indonesia pada bulan Januari 2023 dengan menggunakan *Average Based Fuzzy Time Series* yaitu sebesar 4125,802
- 2) Metode *Average Based Fuzzy Time Series* mempunyai hasil prediksi yang akurat pada kasus nilai volume impor migas di Indonesia, karena memiliki nilai MAPE sebesar 8,04 % sehingga dapat dikatakan baik untuk memprediksi nilai volume impor migas di indonesia.

#### 5. Referensi

- Nopirin. (1997). *Ekonomi Internasional* (3rd ed.). BPFE: Yogyakarta.
- Nurkhasanah, L. A., Suparti, S., & Sudarno, S. (2015). Perbandingan Metode Runtun Waktu Fuzzy-Chen Dan Fuzzy-Markov Chain Untuk Meramalkan Data Inflasi Di Indonesia. *Jurnal Gaussian*, 4(4), 917-926.
- Pramana, M. W., 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.
- Qi, M., & Zhang, G. P. (2008). Trend time-series modeling and forecasting with neural networks. *IEEE Transactions on neural networks*, 19(5), 808-816.
- Ritha, N., Matulatan, T., & Hidayat, R. (2020, August). Penerapan Fuzzy Time Series Stevenson Porter pada Peramalan Pergerakan Nilai Forex. In *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)* (Vol. 4, No. 3, pp. 179-184).
- Solikhin, S., & Yudatama, U. (2019). Fuzzy Time Series dan Algoritme Average Based Length untuk Prediksi Pekerja Migran Indonesia. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(4), 369-376.
- Song, Q., & Chissom, B. S. (1994). Forecasting enrollments with fuzzy time series—Part II. *Fuzzy sets and systems*, 62(1), 1-8.
- Wijaya, A. B., Dewi, C., & Rahayudi, B. (2018). Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode High Order Fuzzy Time Series Multi Factors. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(3), 930-939.
- Yasid, A., & Satoto, B. D. (2014). Analisis Cluster Otomatis Menggunakan Algoritma Novel Modified Differential Evolution. *Prosiding Semnastek*, 1(1).