

RESEARCH ARTICLE

# Implementation of the Fuzzy Time Series Singh Method for Forecasting Non-Oil and Gas Export Values in Indonesia

(Implementasi Metode *Fuzzy Time Series* Singh Untuk Peramalan Nilai Ekspor Non Migas di Indonesia)

Maharani Safira B. Borahima<sup>1</sup>, Hartayuni Sain<sup>1</sup>, Iman Setiawan<sup>1</sup>, Firda Fadri<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Tadulako, Jl. Soekarna Hatta, Palu 94118, Sulawesi Tengah, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, Indonesia

## ABSTRACT

Export activities drive a country's economic growth by increasing revenue and strengthening trade relations between countries. In Indonesia, non-oil and gas products are the primary contributors of export performance. In 2022, non-oil and gas exports values reached 275.96 million USD, marking an increase of 25.80% compared to the previous year's export value. This growth in export value was influenced by various external factors, leading to substantial changes. The government requires further analysis to forecast future trends in non-oil and gas export values due to the uncertain and fluctuating patterns. The Singh Fuzzy Time Series method, an advancement of FST, utilizes fuzzy sets to forecast volatile economic data, yielding more accurate predictions. This research used the Singh FST method and achieved a low MAPE value of 1.31%, indicating a high level of accuracy. Forecasts for Indonesia's non-oil and gas export value over the next three months are projected to reach USD 22,263.02 million in January 2023, followed by USD 22,217.21 million in February 2023, and USD 22,243.68 million in March 2023. These export value forecasts can aid the government in policy-making related to exports and sustain the stability of the country's economic growth rate.

Kegiatan ekspor mendorong pertumbuhan ekonomi suatu negara, karena menjadi salah satu sumber pendapatan dan sebagai upaya memperkuat hubungan perdagangan antar negara. Di Indonesia, produk non migas merupakan penopang kinerja utama ekspor. Pada tahun 2022, nilai ekspor non migas mencapai 275,96 juta USD dan mengalami peningkatan signifikan sebesar 25,80% dibandingkan dengan nilai ekspor tahun sebelumnya. Peningkatan nilai ekspor ini dipengaruhi banyak faktor eksternal yang menyebabkan perubahan nilai ekspor secara signifikan. Pemerintah memerlukan analisa lanjutan untuk meramalkan tren nilai ekspor non migas di masa depan karena pola perubahan nilai yang sering kali tidak pasti dan fluktuatif. Metode *Fuzzy Time Series* Singh mengembangkan FST menggunakan himpunan *fuzzy* untuk meramalkan data ekonomi yang fluktuatif sehingga diperoleh hasil peramalan yang lebih presisi. Hasil penelitian dengan metode FST Singh mempunyai nilai MAPE yang kecil yaitu 1,31%. Hal ini menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Nilai ekspor non migas Indonesia selama tiga bulan ke depan diramalkan mencapai 22.263,02 juta USD pada Januari 2023, diikuti oleh 22.217,21 juta USD pada Februari 2023, dan 22.243,68 juta USD pada Maret 2023. Hasil peramalan nilai ekspor non migas dapat digunakan oleh pemerintah dalam pengambilan kebijakan terkait ekspor dan upaya untuk menjaga kestabilan laju pertumbuhan ekonomi negara.

**Keywords:** Non-oil and gas export, Fuzzy Time Series Singh, Forecasting.

\*Corresponding author:

Firda Fadri

E-mail: firdafadri@unej.ac.id

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang yang aktif berpartisipasi dalam kegiatan perdagangan internasional dan menjadi salah satu pemasok ekspor terbesar di dunia, khususnya di kawasan Asia [1]. Kegiatan ekspor dilakukan oleh banyak negara di dunia karena berdampak positif terhadap perekonomian negara [2]. Selain migas, komoditas yang paling banyak diekspor oleh Indonesia adalah

non migas. Tiga sektor utama komoditas ekspor non migas antara lain pertanian, industri, dan pertambangan [3]. Berdasarkan data BPS, rata-rata data nilai ekspor non migas di Indonesia tahun 2022 tercatat sebesar 275,96 juta USD atau naik 25,80% dibandingkan tahun sebelumnya yang tercatat sebesar 219,27 juta USD. Naiknya nilai ekspor non migas berdampak positif pada pendapatan negara [4].

Perubahan nilai ekspor suatu negara dipengaruhi oleh banyak faktor eksternal, antara lain perubahan

kebijakan perdagangan, volatilitas nilai tukar, atau kondisi ekonomi global [5], [6], [7]. Meskipun nilai ekspor nonmigas mengalami peningkatan signifikan pada tahun 2022, pola perubahan nilai ekspor tersebut tidak selalu stabil. Misalnya, pada tahun 2021, nilai ekspor non migas Indonesia mengalami beberapa kali fluktuasi bulanan yang cukup tajam. Pada bulan Maret 2021, ekspor non migas mencapai USD 18,48 juta, namun turun menjadi USD 16,83 juta pada bulan Mei 2021, sebelum kembali naik ke USD 19,61 juta pada bulan Agustus 2021. Hal ini menunjukkan adanya pola perubahan yang tidak menentu dan dipengaruhi oleh dinamika global dan regional. Untuk menangkap perubahan pola nilai ekspor tidak bisa dilakukan dengan metode *time series* konvensional karena harus memenuhi asumsi kestasioneran [8]. Sedangkan pola nonlinier terlihat ketika tren atau perubahan dalam data tidak mengikuti garis lurus dan memiliki fluktuasi yang tidak konsisten atau bergelombang. Ini bisa ditunjukkan melalui pola tren yang berubah-ubah, variasi musiman yang kompleks, atau adanya lonjakan drastis yang tidak beraturan [9]. Untuk mendapatkan hasil peramalan data *time series* yang optimal maka diperlukan metode yang tepat dalam menganalisis pola perubahan nilai ekspor non migas untuk periode yang akan datang. Metode *Fuzzy Time Series* (FTS) dapat digunakan untuk meramalkan data *time series* tanpa adanya persyaratan asumsi seperti pada metode konvensional [10].

Salah satu metode FTS adalah FTS Singh yang mana Singh mengembangkan metode peramalan berdasarkan himpunan *fuzzy* yang dapat secara efisien mengatasi kasus-kasus ketika ada fluktuasi besar dalam data *time series* [11]. Metode ini memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah dalam menemukan prosedur defuzzifikasi yang sesuai. Defuzzifikasi adalah proses dalam metode *fuzzy* untuk mengubah hasil yang berupa nilai *fuzzy* (himpunan *fuzzy*) menjadi nilai yang jelas atau spesifik (nilai *crisp*). Dalam peramalan dengan metode FTS Singh, defuzzifikasi merupakan langkah penting setelah pemrosesan aturan *fuzzy* untuk menghasilkan nilai *output* yang dapat diinterpretasikan sebagai prediksi yang lebih presisi untuk data ekonomi yang fluktuatif dan untuk mengakomodasi kemungkinan ambiguitas data dengan cara yang lebih baik [12]. FTS Singh memanfaatkan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) sebagai proses peramalannya [13], [14]

Penelitian tentang aplikasi FTS Singh oleh Hasibuan dkk [15] dengan menerapkan metode FTS Singh mengenai harga minyak mentah dunia. Hasil peramalan menunjukkan tingkat akurasi yang bagus yaitu dengan nilai MAPE sebesar 0,30%. Perbandingan beberapa metode FTS yaitu FTS Chen, Lee, dan Singh dilakukan oleh Sari dan Nurmawati [14] yang diaplikasikan untuk meramalkan produksi tomat di Nusa Tenggara Barat menunjukkan bahwa model Singh merupakan model terbaik dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibanding kedua model lainnya. Monica dan Suhaedi [16] menggunakan metode FTS Chen, Cheng dan Singh untuk memprediksi jumlah penumpang kereta api Jabodetabek dan hasil analisa menunjukkan FTS Singh memiliki nilai MAPE terendah yaitu sebesar 2,82. Rachim dkk. [17] membandingkan metode FTS Chen dan Singh untuk meramalkan nilai impor di Jawa Tengah. Hasil penelitian menunjukkan nilai MAPE untuk FTS Singh lebih kecil dari FTS Chen. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode FTS Singh dalam meramalkan nilai ekspor non migas di Indonesia.

## METODE PENELITIAN

### Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bulanan nilai ekspor non migas di Indonesia, dimulai dari Januari 2000 hingga Desember 2022.

### Metode Analisis

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* (FTS) Singh. Berikut adalah tahapan yang akan dilakukan untuk menganalisis data nilai ekspor non migas.

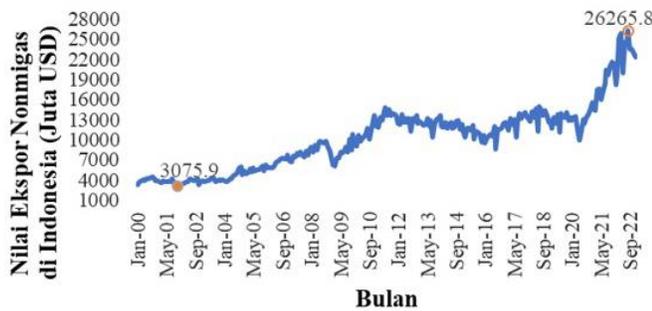
1. Pengumpulan data
2. Eksplorasi data untuk melihat data nilai ekspor non migas melalui pola data secara visual dalam bentuk plot
3. Menetapkan himpunan semesta ( $U$ )
4. Menentukan interval pada himpunan semesta ( $U$ ) dengan menggunakan metode berbasis rata-rata
5. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* dan fuzzifikasi
6. Menetapkan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)

7. Menetapkan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) untuk mengelompokkan hasil dari FLR
8. Defuzzifikasi dan evaluasi hasil prediksi dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)
9. Melakukan peramalan
10. Interpretasi dan membuat kesimpulan
11. Selesai.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Eksplorasi Data

Eksplorasi data dilakukan untuk melihat pola data nilai ekspor non migas di Indonesia. Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa secara garis besar menunjukkan bahwa pola nilai ekspor non migas di Indonesia pada periode Januari 2000 hingga Desember 2022 cenderung mengalami *trend* naik dan menunjukkan adanya fluktuasi dari waktu ke waktu.



Gambar 1. Nilai ekspor nonmigas di Indonesia

### Analisa Data

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam peramalan nilai ekspor non migas di Indonesia dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) Singh.

### Menetapkan Himpunan Semesta (*U*)

Data *time series* nilai ekspor non migas pada periode Januari 2000 hingga Desember 2022 menunjukkan bahwa nilai ekspor non migas terendah ( $D_{min}$ ) sebesar 3075,9 dan nilai ekspor non migas tertinggi ( $D_{max}$ ) sebesar 26265,8. Dalam penelitian ini menggunakan nilai  $D_1 = 15,9$  dan nilai  $D_2 = 14,2$  maka himpunan semesta sebagai berikut:

$$U = [D_{min} - D_1 ; D_{max} + D_2] = [3075,9 - 15,9 ; 26265,8 + 14,2] = [3060 ; 26280] \dots\dots (1)$$

### Menentukan interval pada himpunan semesta (*U*)

Himpunan semesta (*U*) akan dipartisi menjadi beberapa sub interval dengan panjang interval nilai yang sama. Berikut ini tahapan-tahapan dalam menentukan interval pada himpunan semesta (*U*) berdasarkan metode berbasis rata-rata.

#### 1. Menentukan lebar interval

Sebelum menentukan lebar interval, terlebih dahulu menghitung rata-rata nilai selisih absolut. Untuk mendapatkan rata-rata nilai selisih absolut dilakukan perhitungan dengan menjumlahkan nilai selisih absolut antara data aktual. Berdasarkan Tabel 1 didapatkan jumlah selisih absolut data nilai ekspor non migas di Indonesia sebesar 212977,1. Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai rata-rata selisih absolut dari masing-masing data.

Tabel 1. Selisih absolut data nilai ekspor nonmigas di Indonesia

No	Periode	Nilai ekspor nonmigas	$ F_t - F_{t-1} $
1	Jan 2000	3249,4	0
2	Feb 2000	3693,4	444
3	Mar 2000	3847,5	154,1
⋮	⋮	⋮	⋮
275	Nov 2022	22957,2	482,8
276	Des 2022	22324,9	632,3
Jumlah			212977,1

$$\bar{x} = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} |F_t - F_{t-1}|}{n-1} = \frac{212977,1}{275} = 774,46 \dots\dots(2)$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh rata-rata nilai selisih absolut dari masing-masing data yaitu 774,46. Hasil tersebut kemudian digunakan untuk menentukan lebar interval. Berikut ini perhitungan lebar interval:

$$L = \frac{\bar{x}}{2} = \frac{774,46}{2} \approx 387 \dots\dots\dots (3)$$

#### 2. Menentukan banyaknya interval

$$k = \frac{(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)}{L} = \frac{(26265,8 + 14,2) - (3075,9 - 15,9)}{387} = 60 \dots\dots\dots (4)$$

#### 3. Interval himpunan semesta (*U*)

Berdasarkan banyaknya interval dan lebar interval yang diperoleh pada tahap sebelumnya, maka himpunan semesta (*U*) akan dipartisi sebanyak 60

kelas interval. Interval himpunan semesta ( $U$ ) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Interval himpunan semesta

$u_j$	Interval
$u_1$	[3060 ; 3447]
$u_2$	(3447 ; 3834]
$u_3$	(3834 ; 4221]
$\vdots$	$\vdots$
$u_{60}$	(25893 ; 26280]

4. Mencari nilai tengah interval himpunan semesta ( $U$ )

Hasil perhitungan nilai tengah ( $m_j$ ) dari masing-masing interval himpunan semesta ( $U$ ) dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai tengah interval himpunan semesta ( $U$ )

$m_j$	Nilai Tengah
$m_1$	3253,5
$m_2$	3640,5
$m_3$	4027,5
$\vdots$	$\vdots$
$m_{60}$	26086,5

**Mendefinisikan himpunan fuzzy pada himpunan semesta ( $U$ ) dan fuzzifikasi**

Himpunan fuzzy  $A_i$  ditentukan berdasarkan pada himpunan semesta ( $U$ ) yang telah dipartisi menjadi beberapa sub interval. Diasumsikan bahwa himpunan semesta ( $U$ ) yang telah dipartisi terdapat 60 interval  $u_j$  yang terbentuk yaitu  $u_1, u_2, \dots, u_{60}$ . Berikut ini pendefinisian himpunan fuzzy  $A_i$  terhadap  $U$ .

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{60}} \\
 A_2 &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{60}} \\
 A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{60}} \\
 &\vdots \\
 A_{60} &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{1}{u_{60}} \dots\dots\dots(5)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pendefinisian himpunan fuzzy pada himpunan semesta ( $U$ ), didapatkan 60 hasil fuzzifikasi pada Tabel 4. Selanjutnya, proses fuzzifikasi untuk data nilai ekspor non migas dari periode Januari 2000 sampai dengan Desember 2022 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil fuzzifikasi

Fuzzifikasi	Nilai linguistik
$A_1$	Level 1
$A_2$	Level 2
$A_3$	Level 3
$\vdots$	$\vdots$
$A_{60}$	Level 60

Keterangan: Penamaan level nilai linguistik didasarkan pada urutan nilai interval  $u_j$

Tabel 5. Fuzzifikasi data nilai ekspor nonmigas di Indonesia

Periode	Nilai ekspor nonmigas	Fuzzifikasi	Level
Jan 2000	3249,4	$A_1$	Level 1
Feb 2000	3693,4	$A_2$	Level 2
Mar 2000	3847,5	$A_3$	Level 3
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
Des 2022	22324,9	$A_{50}$	Level 50

**Menetapkan Fuzzy Logical Relationship (FLR)**

*Fuzzy Logical Relationship* (FLR) adalah proses menghubungkan setiap data dengan data berikutnya berdasarkan fuzzifikasi yang terbentuk pada tahap sebelumnya. FLR direpresentasikan sebagai  $F_{t-1} \rightarrow F_t$ . Hasil FLR data nilai ekspor non migas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. FLR data nilai ekspor nonmigas di Indonesia

Periode	FLR	Level
Jan 2000	-	-
Feb 2000	$A_1 \rightarrow A_2$	Level 1 $\rightarrow$ Level 2
Mar 2000	$A_2 \rightarrow A_3$	Level 2 $\rightarrow$ Level 3
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
Des 2022	$A_{52} \rightarrow A_{50}$	Level 52 $\rightarrow$ Level 50

**Menetapkan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)**

*Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) merupakan pengelompokan dari hasil FLR yang telah didapatkan. FLRG dilakukan dengan mengelompokkan fuzzifikasi yang memiliki keadaan saat ini (*current state*) yang sama menjadi satu grup pada keadaan selanjutnya (*next state*). Banyaknya kemunculan FLR yang sama tidak diperhatikan. Hasil FLRG data nilai ekspor non migas dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. FLRG data nilai ekspor nonmigas di Indonesia

Grup	FLRG
1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$
3	$A_3 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4$
⋮	⋮
60	$A_{60} \rightarrow A_{53}$

**Defuzzifikasi dan Evaluasi Hasil Prediksi**

Defuzzifikasi bertujuan untuk mengkonversikan setiap hasil yang diekspresikan dalam bentuk himpunan fuzzy kedalam suatu bilangan riil yang akan dijadikan sebagai nilai hasil peramalan. Defuzzifikasi yang dihasilkan memperoleh nilai yang berbeda di setiap waktunya. Berdasarkan nilai defuzzifikasi tersebut dapat diperoleh hasil prediksi nilai ekspor non migas dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil prediksi data nilai ekspor nonmigas di Indonesia

No	Periode	Nilai ekspor nonmigas	FLR	Prediksi
1	Jan 2000	3249,4	-	NA
2	Feb 2000	3693,4	$A_1 \rightarrow A_2$	NA
3	Mar 2000	3847,5	$A_2 \rightarrow A_3$	NA
4	Apr 2000	4024,4	$A_3 \rightarrow A_3$	3994,628
5	Mei 2000	3853,4	$A_3 \rightarrow A_3$	4024,638
6	Jun 2000	4160,4	$A_3 \rightarrow A_3$	3866,792
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
275	Nov 2022	22957,2	$A_{53} \rightarrow A_{52}$	22990,7
276	Des 2022	22324,9	$A_{52} \rightarrow A_{50}$	22169,65

Berdasarkan Tabel 8 terlihat bahwa hasil prediksi untuk periode Januari 2000, Februari 2000 dan Maret 2000 adalah “NA” atau *Not Available* yang artinya tidak terdapat nilai prediksi pada periode tersebut. Hal ini dikarenakan bahwa algoritma peramalan metode FTS Singh menggunakan 3 data awal dari data aktual dalam langkah-langkahnya maka hasil prediksi pada periode tersebut tidak dapat ditentukan. Langkah selanjutnya adalah mengevaluasi keakuratan hasil prediksi dengan menghitung nilai MAPE pada FTS Singh. Perhitungan nilai MAPE dari hasil prediksi FTS Singh disajikan dalam Tabel 9. Nilai MAPE sebesar 1,31% tersebut menandakan bahwa hasil prediksi dikategorikan sangat baik karena nilainya dibawah 10%.

Tabel 9. Perhitungan nilai MAPE hasil prediksi

No	Periode	$F_t$	$\hat{F}_t$	$\frac{ F_t - \hat{F}_t }{F_t}$
1	Januari 2000	3249,4	-	-
2	Februari 2000	3693,4	-	-
3	Maret 2000	3847,5	-	-
4	April 2000	4024,4	3994,628	0,007
5	Mei 2000	3853,4	4024,638	0,044
6	Juni 2000	4160,4	3866,792	0,071
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
275	November 2022	22957,2	22990,7	0,001
276	Desember 2022	22324,9	22169,65	0,007
$\sum_{t=4}^{276} \frac{ F_t - \hat{F}_t }{F_t}$				3,601
$MAPE = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ F_t - \hat{F}_t }{F_t} \times 100\% \right)$				1,31%

**Melakukan Peramalan**

Hasil peramalan nilai ekspor non migas di Indonesia untuk tiga periode berikutnya yaitu bulan Januari 2023, Februari 2023 dan Maret 2023 disajikan dalam Tabel 10. Hasil peramalan nilai ekspor non migas menunjukkan bahwa pada bulan Januari 2023 sebesar 22263,02, pada bulan Februari 2023 sebesar 22217,21, dan pada bulan Maret 2023 sebesar 22243,68. Nilai ekspor non migas tertinggi berada pada bulan Januari 2023.

Tabel 10. Hasil peramalan nilai ekspor nonmigas di Indonesia

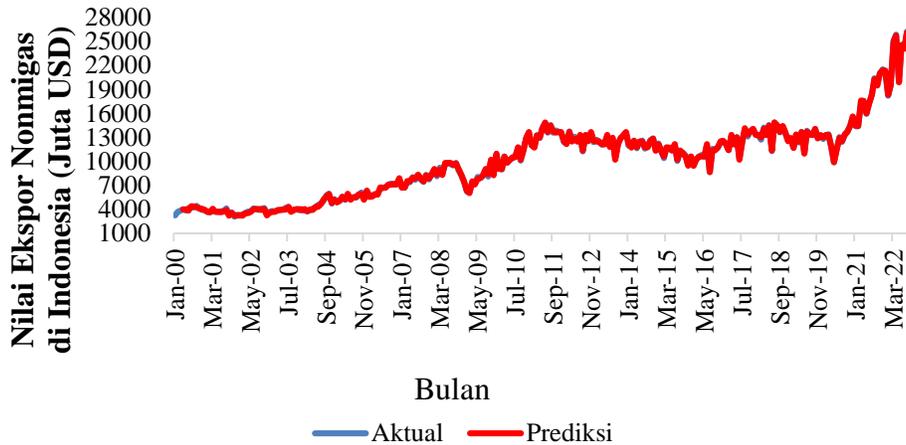
No.	Periode	Peramalan
1	Januari 2023	22263,02
2	Februari 2023	22217,21
3	Maret 2023	22243,68

**Interpretasi Hasil Peramalan**

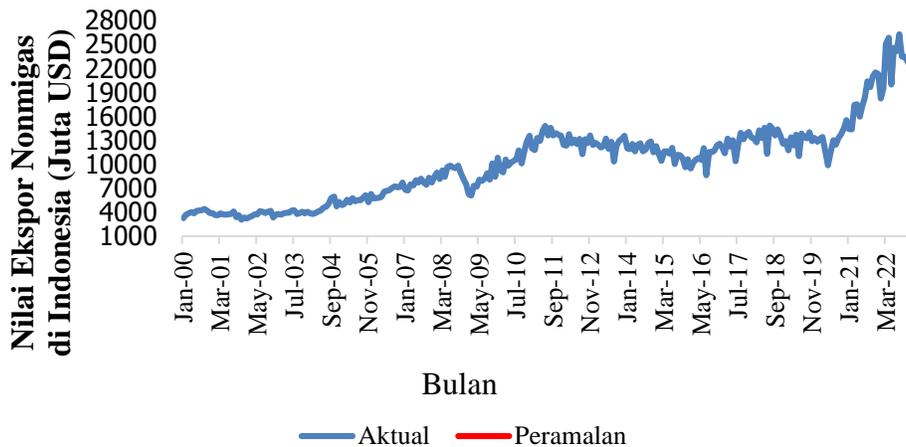
Plot *time series* data aktual dan data hasil prediksi nilai ekspor non migas yang disajikan pada Gambar 2. Plot *time series* hasil prediksi FTS Singh cenderung mendekati plot *time series* data aktual pada data nilai ekspor nonmigas. Hal ini mengindikasikan bahwa metode FTS Singh sangat efektif dalam meramalkan nilai ekspor non migas di Indonesia. Untuk plot *time series* data aktual dan data hasil peramalan nilai ekspor non migas disajikan dalam Gambar 3. Hasil peramalan untuk tiga periode ke depan yang telah diperoleh menunjukkan nilai ekspor non migas di Indonesia mengalami penurunan dibandingkan dengan periode

sebelumnya yaitu pada periode Desember 2022. Penurunan nilai ekspor dapat berdampak pada laju pertumbuhan ekonomi negara. Perlambatan pertumbuhan ekonomi ini dapat menimbulkan berbagai masalah seperti terjadi pengurangan lapangan kerja karena sektor-sektor yang bergantung

pada ekspor non migas seperti manufaktur, pertanian, dan industri lainnya akan mengurangi produksi atau bahkan menutup operasinya jika ekspor menurun. Hal ini akan menyebabkan peningkatan angka pengangguran.



Gambar 2. Perbandingan hasil prediksi dengan data aktual



Gambar 3. Hasil Peramalan Nilai Ekspor Nonmigas di Indonesia

## KESIMPULAN

Hasil peramalan nilai ekspor non migas di Indonesia untuk tiga periode yaitu Januari 2023 hingga Maret 2023 menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Singh diperoleh nilai yaitu sebesar 22263,02 juta USD pada bulan Januari 2023, 22217,21 juta USD pada bulan Februari 2023 dan 22243,68 juta USD pada bulan Maret 2023 dengan tingkat keakuratan hasil peramalan menggunakan nilai MAPE sebesar 1,31%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. H. P. Harahap and B. A. Segoro, "Analisis daya saing komoditas karet alam indonesia ke pasar global," *J. Transborder*, vol. 1, no. 2, pp. 130-143, 2018.
- [2] A. C. Mensah and E. Okyere, "Causality analysis on export and economic growth nexus in Ghana," *Open J. Stat.*, vol. 10, no. 05, pp. 872-888, 2020, doi: 10.4236/ojs.2020.105051.
- [3] E. Lestari, T. Widiarini, and R. Rahmawati, "Peramalan ekspor non-migas dengan variasi kalender

- islam menggunakan X-13-ARIMA-SEATS,” *J. Gaussian*, vol. 7, no. 3, pp. 236–247, 2018.
- [4] Tyas Hania Puspitaning, “Analisis ekspor Indonesia tahun 1990-2019,” *TRANSEKONOMIKA Akuntansi, Bisnis dan Keuang.*, vol. 2, no. 2, pp. 37-52, 2022, [Online]. Available: <https://transpublika.co.id/ojs/index.php/Transekonomika>.
- [5] Ngatikoh and Faqih, “Kebijakan ekspor impor: strategi meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia,” *LABATILAJ. Ilmu Ekon. Islam*, vol. 4, no. 1, pp. 68-93, 2020.
- [6] K. Martikasari, “Analisis faktor yang mempengaruhi ekspor nonmigas di Indonesia,” *J. Pendidik. Ekon. dan Akunt.*, vol. 15, no. 2, pp. 47-56, 2022, doi: 10.24071/jpea.v15i2.4623.
- [7] M. A. F. Saman and R. A. Juminta, “Analisis dampak nilai tukar dan volatilitasnya terhadap ekspor Indonesia,” *JIEP J. Ilmu Ekon. dan Pembang.*, vol. 6, no. 1, pp. 500-513, 2023.
- [8] N. Naifar, S. J. H. Shahzad, and S. Hammoudeh, “Dynamic nonlinear impacts of oil price returns and financial uncertainties on credit risks of oil-exporting countries,” *Energy Econ.*, vol. 88, 2020, doi: 10.1016/j.eneco.2020.104747.
- [9] M. R. F. Suwanda, “Pemodelan metode *fuzzy time series stevenson-porter* pada nilai peramalan ekspor non-migas di Indonesia,” *Bandung Conf. Ser. Stat.*, no. Vol. 3 No. 2 (2023): Bandung Conference Series: Statistics, pp. 828-836, 2023.
- [10] D. Arvie, “Peramalan import migas dan non-migas menggunakan metode *fuzzy time series* model cheng,” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 9, no. 4, pp. 3519-3528, 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i4.2885.
- [11] B. Oancea, R. Pospíšil, M. N. Jula, and C. I. Imbrișcă, “Experiments with fuzzy methods for forecasting time series as alternatives to classical methods,” *Mathematics*, vol. 9, no. 19, pp. 1-17, 2021, doi: 10.3390/math9192517.
- [12] E. Feriyanto and N. Prima, “Monthly rainfall forecasting using high order singh’ s fuzzy time series based on interval ratio methods: Case study Semarang City , Indonesia,” vol. 26, no. 8, pp. 71-88, 2024.
- [13] F. Li and F. Yu, “Multi-factor one-order cross-association fuzzy logical relationships based forecasting models of time series,” *Inf. Sci. (Njy)*, vol. 508, pp. 309-328, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.08.058>.
- [14] D. A. Sari and W. P. Nurmayanti, “Perbandingan metode *fuzzy time series* model chen, lee, dan singh pada produksi tomat di Nusa Tenggara Barat,” *Pros. Semin. Nas. Mat. dan Stat.*, vol. 3, no. 01, pp. 231-253, 2023.
- [15] S. Hasibuan, Y. Asdi, and A. Nazra, “Peramalan harga minyak mentah dunia menggunakan metode *fuzzy time series* logika singh,” *J. Mat. UNAND*, vol. 13, no. 1, p. 66, 2024, doi: 10.25077/jmua.13.1.66-74.2024.
- [16] D. Monica and D. Suhaedi, “Analisis model *fuzzy time series* chen, cheng dan singh pada data trend,” *KLIK*, vol. 5, no. 1, pp. 81-92, 2024.
- [17] F. Rachim, T. Tarno, and S. Sugito, “Perbandingan *fuzzy time series* dengan metode chen dan metode s. r. singh (Studi kasus: Nilai impor di Jawa Tengah periode Januari 2014 - Desember 2019),” *J. Gaussian*, vol. 9, no. 3, pp. 306-315, 2020, doi: 10.14710/j.gauss.v9i3.28912.