

Analisis Nilai Inflasi Bulanan Indonesia Menggunakan Regresi Nonparametrik Estimator Kernel

Azzah Nazhifa Wina Ramadhani¹, Adelia Sukma Dwiyanto², Nuzulia Anida³, Muhammad Hafidzuddin Nahar⁴, Dita Amelia^{5*}

^{1,2,3,4,5}Departemen Matematika, Universitas Airlangga, Surabaya Indonesia

*Corresponding author: dita.amelia@fst.unair.ac.id

Diajukan: 2 Juli 2024, Diperbaiki: 4 September 2024, Diterima: 4 September 2024

Abstrak

Tingginya tingkat inflasi sedang melanda masyarakat Indonesia. Inflasi terjadi karena adanya kenaikan harga yang ditunjukkan oleh naiknya sebagian besar indeks kelompok pengeluaran. Hal ini dapat mengakibatkan tingkat kemiskinan di Indonesia semakin tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode terbaik yang dapat digunakan untuk mengestimasi nilai inflasi bulanan Indonesia berdasarkan pendekatan regresi nonparametrik dengan estimator kernel serta menganalisis hasil prediksi nilai inflasi bulanan Indonesia selama empat bulan ke depan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari Bank Indonesia, dengan variabel yang digunakan adalah nilai inflasi Indonesia selama rentang periode Januari 2019 hingga Juli 2024. Data dianalisis menggunakan statistika deskriptif dan statistika analitik berupa regresi nonparametrik dengan estimator kernel serta prediksi menggunakan estimator kernel dan metode ARIMA non musiman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa regresi kernel *triweight* adalah fungsi kernel terbaik dengan nilai *bandwidth* optimum adalah 1,124, nilai R^2 sebesar 99,990, MSE sebesar 0,00016, dan MAPE sebesar 0,348%. Hasil prediksi data selama tiga belas bulan ke depan menunjukkan bahwa estimator kernel lebih baik digunakan daripada metode ARIMA non musiman dengan nilai MAPE sebesar 10,92%, sehingga metode regresi nonparametrik dengan fungsi kernel *triweight* baik atau akurat dalam memprediksi data serta dapat digunakan untuk menganalisis dan memprediksi data nilai inflasi bulanan Indonesia.

Kata Kunci: ARIMA Non-musiman, Inflasi, Nonparametrik, Estimator Kernel

Abstract

High levels of inflation are plaguing Indonesian society. Inflation occurs due to price increases as indicated by the increase in most expenditure group indices. This can lead to a higher poverty rate in Indonesia. This study aims to identify the best method that can be used to estimate Indonesia's monthly inflation value based on a nonparametric regression approach with a kernel estimator and analyze the results of predicting Indonesia's monthly inflation value for the next four months. The data used in this study is secondary data sourced from Bank Indonesia, with the variable used is the value of Indonesian inflation during the period January 2019 to July 2024. The collected data were analyzed using descriptive statistics and analytical statistics in the form of nonparametric regression with kernel estimators and predictions using kernel estimator and non-seasonal ARIMA methods. The results showed that triweight kernel regression was the best kernel function model with a minimum bandwidth value of 1.214, R^2 value of 99.990, MSE of 0.00016, and MAPE of 0.348%. The results of data prediction for the next thirteen months provide that triweight kernel estimator was better than non seasonal ARIMA method, with a MAPE value of 10.92%, so that the nonparametric regression method with the triweight kernel function is good or accurate in predicting data, which also can be used to analyze and predict Indonesia's monthly inflation data.

Keywords: Non-seasonal ARIMA, Inflation, Nonparametric, Kernel Estimator

1 Pendahuluan

Akhir-akhir ini dunia sedang dirundung oleh tingginya tingkat inflasi. Inflasi dengan nilai yang tinggi dan tidak stabil merupakan cerminan dari ketidakstabilan perekonomian suatu negara, yang mengakibatkan kenaikan harga barang dan jasa secara terus menerus, sehingga tingkat kemiskinan di Indonesia semakin tinggi. Tingkat inflasi yang tinggi tersebut menyebabkan masyarakat tidak dapat memenuhi kebutuhan sehari-harinya yang berdampak pada kemiskinan. Tingkat inflasi di Indonesia mengalami fluktuasi tiap tahunnya [1]. Pada Juli 2024 nilai inflasi tahunan Indonesia adalah sebesar 2,13 persen serta terjadi penurunan Indeks Harga Konsumen (IHK) dari 115,24 pada Juli 2023 menjadi 106,09 pada Juli 2024 [2]. Nilai inflasi tahunan tersebut menjadi yang tertinggi selama beberapa tahun terakhir. Inflasi tahunan tersebut dapat terjadi karena kenaikan harga yang salah satunya ditandai dengan naiknya sebagian besar indeks kelompok pengeluaran. Beberapa faktor lain yang turut mempengaruhi nilai inflasi adalah jumlah uang beredar dan nilai tukar [3].

Nilai inflasi yang rendah dan stabil merupakan sebuah syarat bagi pertumbuhan ekonomi suatu negara, yang juga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, pengendalian inflasi perlu dilakukan dengan pertimbangan bahwa inflasi yang tinggi dan tidak stabil memberikan dampak negatif kepada sosial ekonomi masyarakat, seperti menyebabkan turunnya standar hidup masyarakat akibat pendapatan yang terus turun, menyebabkan ketidakpastian bagi pelaku ekonomi dalam mengambil kebijakan, serta sistem keuangan menjadi tidak stabil akibat harga yang tidak stabil juga. Sehingga perlu dilakukan suatu prediksi terhadap nilai inflasi yang akurat di masa yang akan datang agar perekonomian masyarakat tetap berjalan dengan baik. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode regresi nonparametrik, karena pada metode tersebut berbagai asumsi sebagaimana yang ada pada model parametrik dapat diabaikan.

Penggunaan metode regresi nonparametrik dapat digunakan pada beberapa jenis data, salah satunya pada data runtun waktu atau *time series*. Hal tersebut dikarenakan data runtun waktu sering bersifat fluktuatif serta galatnya diasumsikan saling berkorelasi, sehingga perlu dilakukan analisis tersendiri [4]. Sedangkan dengan menggunakan metode regresi nonparametrik, asumsi tersebut dapat diabaikan. Salah satu jenis metode regresi nonparametrik yang dapat digunakan untuk memodelkan data runtun waktu adalah dengan estimator kernel [5]. Estimator kernel memiliki tujuh macam fungsi yaitu *Triangle*, *Gauss*, *Epanechnikov*, *Uniform*, *Cosinus*, *Triweight*, dan *Quartic* atau *Biweight* [6].

Penelitian terdahulu terkait analisis data nilai inflasi di Indonesia menggunakan estimator fungsi kernel telah dilakukan oleh Suparti, Safitri, Sari, dan Devi yang mengkaji data inflasi di

Indonesia periode 2006 hingga 2011 menggunakan metode nonparametric [7]. Besar *bandwidth* (h) minimum yang diperoleh dalam penelitian tersebut diperoleh dengan menggunakan metode *Cross validation* (CV). Namun demikian, pada penelitian tersebut tidak dijelaskan berapa besar MAPE yang dari hasil prediksi. Selain itu, penelitian lain terkait prediksi nilai inflasi di Indonesia juga telah dilakukan oleh Sudiby, Iswardani, Septyanto, dan Wicaksono menggunakan metode *moving average*, *single exponential smoothing* dan *double exponential smoothing* [8]. Penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa metode *single exponential smoothing* merupakan metode terbaik yang dapat memprediksi data nilai inflasi Indonesia tahun 2015 hingga 2020. Rifai (2019) juga telah melakukan penelitian terkait penggunaan metode regresi nonparametrik fungsi kernel [9]. Penelitian tersebut memberikan hasil bahwa fungsi kernel *biweight* merupakan fungsi kernel terbaik yang dapat memodelkan data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) periode Januari hingga Desember 2015. Namun demikian, pada penelitian tersebut hanya menggunakan metode *Cross Validation* (CV) untuk menentukan nilai *bandwidth* (h) optimum.

Maka dari itu, peneliti tertarik untuk melakukan suatu penelitian mengenai analisis nilai inflasi bulanan Indonesia periode Januari 2019 hingga Juli 2024 menggunakan metode regresi nonparametrik estimator kernel dengan beberapa kebaruan, seperti adanya perbandingan sejumlah data *testing* dan *training*, yang dilengkapi dengan pemilihan nilai *bandwidth* sebagai parameter penghalus yang paling optimum menggunakan metode CV dan GCV, dan disertai perbandingan nilai MAPE hasil prediksi dengan metode ARIMA non-musiman untuk menentukan metode prediksi terbaik. Sehingga diharapkan dapat dihasilkan suatu prediksi nilai inflasi bulanan Indonesia yang lebih tepat dan akurat daripada penelitian-penelitian sebelumnya.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data nilai inflasi bulanan Indonesia yang bersumber dari situs bi.go.id, yakni situs milik Bank Indonesia yang menyajikan informasi mengenai bank dan keuangan negara Indonesia, termasuk nilai inflasi Indonesia pada waktu tertentu [10]. Data yang digunakan adalah sebanyak 67 amatan, yakni nilai inflasi bulanan Indonesia selama periode Januari 2019 hingga Juli 2024. Variabel penelitian yang digunakan adalah satuan waktu sebagai variabel prediktor (x), dan nilai inflasi bulanan Indonesia sebagai variabel respon (y).

Terdapat dua metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini, yakni metode nonparametrik estimator kernel dan metode ARIMA non-musiman sebagai pembanding hasil prediksi. Bentuk umum fungsi kernel diberikan dalam persamaan berikut.

$$K_h(x) = \frac{1}{h} K\left(\frac{x}{h}\right) \quad -\infty < x < \infty, h > 0 \quad (1)$$

Dengan h merupakan *bandwidth* atau parameter penghalus yang digunakan dalam estimator kernel. Adapun fungsi kepadatan kernel $\hat{f}_h(x)$ adalah sebagai berikut.

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_h(x - x_i) \tag{2}$$

Sehingga diperoleh estimator fungsi regresi berdasarkan estimator kernel sebagai berikut.

$$\hat{g}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K_h(x-x_i)y_i}{\sum_{i=1}^n K_h(x-x_i)} \tag{3}$$

Adapun fungsi kernel yang umum digunakan untuk estimasi diberikan dalam Tabel 1 berikut [6].

Tabel 1. Persamaan Fungsi Kernel

Fungsi Kernel	$K(x)$
<i>Uniform</i>	$\frac{1}{2}, x \leq 1$
<i>Triangle</i>	$(1 - x), x \leq 1$
<i>Epanechnikov</i>	$\frac{3}{4}(1 - x^2), x \leq 1$
<i>Quartic/Biweight</i>	$\frac{15}{16}(1 - x^2)^2, x \leq 1$
<i>Triweight</i>	$\frac{35}{32}(1 - x^2)^3, x \leq 1$
<i>Gaussian</i>	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(x^2)}, -\infty < x < \infty$
<i>Cosinus</i>	$\frac{\pi}{4} \cos\left(\frac{\pi}{2} x\right), x \leq 1$

Estimator kernel memiliki satu parameter penghalus yang berfungsi untuk mengontrol kemulusan kurva atau fungsi regresi, yang disebut sebagai *bandwidth* (h)[11]. Metode validasi silang (*Cross Validation* atau CV) dan metode validasi silang tergeneralisir (*Generalized Cross Validation*) dapat digunakan untuk memilih nilai *bandwidth* yang optimal [12]. Persamaan untuk metode CV dan GCV diberikan dalam persamaan berikut [13], [14].

$$CV(h) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{g}_{h,-i}(x_i)]^2 \tag{4}$$

$$GCV(h) = \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - \hat{g}(x_i)]^2}{\{n^{-1}tr[I - A(h)]\}^2} \tag{5}$$

Dengan y_i adalah nilai variabel respons pada observasi ke- i , $\hat{g}(x_i)$ adalah nilai estimasi fungsi regresi pada titik x_i , $\hat{g}_{h,-i}(x_i)$ adalah nilai estimasi fungsi regresi pada titik x_i dengan mengeluarkan observasi ke- i , I adalah matriks identitas berukuran $n \times n$, dan $A(h)$ adalah matriks berukuran $n \times n$ untuk setiap h .

Hasil prediksi menggunakan estimator kernel kemudian dibandingkan dengan metode ARIMA non-musiman dengan persamaan sebagai berikut [15].

$$\phi_p(1 - B)^d Z_t = \theta_q(B) a_t \tag{6}$$

Penentuan metode terbaik dalam memprediksi data dilakukan dengan membandingkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil. Persamaan MAPE diberikan sebagai berikut.

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100\% \quad (7)$$

Dengan y_i merupakan data sebenarnya dan \hat{y}_i adalah data hasil prediksi. Interpretasi nilai MAPE diberikan dalam Tabel 2 berikut [16].

Tabel 2. Interpretasi Nilai MAPE

Nilai MAPE	Interpretasi
MAPE < 10%	Prediksi Sangat Baik
10% ≤ MAPE < 20%	Prediksi Baik
20 % ≤ MAPE ≤ 50%	Prediksi Cukup Baik / Layak
MAPE > 50%	Prediksi Buruk

Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan *software* statistika dengan tahapan analisis sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data penelitian.
2. Menganalisis karakteristik variabel penelitian secara deskriptif.
3. Membuat plot data. Jika plot tidak menunjukkan adanya pola tertentu, maka metode nonparametrik dapat digunakan sebagai metode analisis.
4. Mengestimasi data dengan melakukan teknik pemulusan (*smoothing*) menggunakan estimator kernel.
5. Menganalisis nilai *bandwidth* yang paling optimal dari metode CV dan GCV serta fungsi kernel terbaik, seperti *Gaussian*, *Cosinus*, *Epanechnikov*, *Triangle*, *Triweight*, dan *Biweight* atau Kuartik berdasarkan nilai *bandwidth* paling minimum.
6. Menentukan perbandingan data *in-sample* dan *out-sample* terbaik berdasarkan nilai *bandwidth* yang paling optimal, nilai MSE dan MAPE terkecil, serta nilai R^2 terbesar.
7. Menganalisis metode regresi yang lebih baik digunakan dalam menganalisis data.
8. Membandingkan hasil prediksi menggunakan estimator kernel dan metode ARIMA non-musiman berdasarkan nilai MAPE terkecil.
9. Membuat kesimpulan.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini, yakni data nilai inflasi bulanan di Indonesia selama periode Januari 2019 hingga Juli 2024 dapat diberikan dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data Nilai Inflasi Bulanan Indonesia Periode Januari 2019-Juli 2024

Data ke-	Periode	Nilai Inflasi
1	Januari 2019	2,82
2	Februari 2019	2,57
3	Maret 2019	2,48
4	April 2019	2,83
5	Mei 2019	3,32
⋮	⋮	⋮
67	Juli 2024	2,13

Deskripsi karakteristik dari data nilai inflasi bulanan Indonesia tersebut dapat disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Statistika Deskriptif Data Inflasi Bulanan Indonesia Periode Januari 2019-Juli 2024

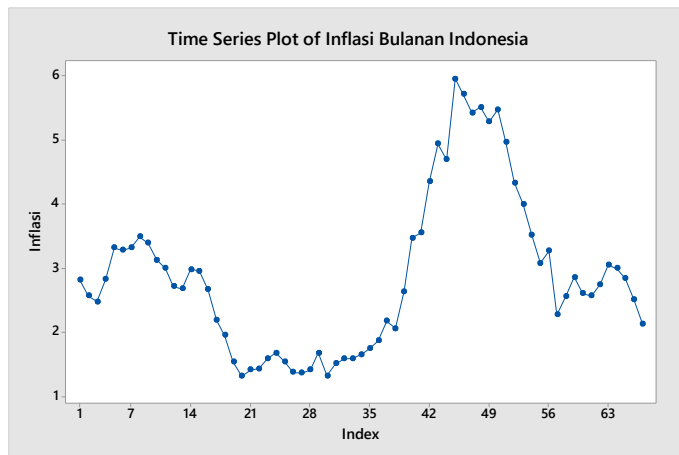
Mean	StDev	Var	Min	Med	Max
2,881	1,233	1,521	1,32	2,72	5,95

Berdasarkan Tabel 4, dapat ditunjukkan bahwa rata-rata nilai inflasi bulanan di Indonesia selama periode Januari 2019 hingga Juli 2024 adalah sebesar 2,881% dengan standar deviasi sebesar 1,233% dan variansi sebesar 1,521%. Kemudian nilai inflasi tertinggi sebesar 5,95%, yakni pada September 2022 sedangkan nilai inflasi terendah sebesar 1,32%, yakni pada Agustus 2020.

Pada Agustus 2020, terjadi deflasi secara *month-on-month* sebesar 0,05% yang disebabkan karena penurunan daya beli akibat pandemi Covid-19 yang ditunjukkan dengan turunnya beberapa indeks kelompok pengeluaran yakni saat awal terjadinya pandemi [16], [17]. Hal tersebut menjadikan nilai inflasi *year-on-year* Agustus 2022 menjadi sangat rendah. Sedangkan pada September 2022, nilai inflasi berada pada puncak tertinggi dalam beberapa waktu terakhir karena adanya kebijakan pemerintah yakni kenaikan harga Bahan Bakar Minyak (BBM) [18], [19]. Hal tersebut turut mempengaruhi harga tarif transportasi umum, yang juga menjadi penyebab utama terjadinya inflasi.

3.2 Plot Data

Plot data nilai inflasi bulanan di Indonesia pada periode Januari 2019 hingga Juli 2024 disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Plot Data Nilai Inflasi Bulanan Indonesia Periode Januari 2019-Juli 2024

Berdasarkan Gambar 1 tersebut dapat ditunjukkan bahwa plot data tidak menunjukkan adanya pola data tertentu, sehingga analisis dapat dilakukan dengan metode nonparametrik.

3.3 Analisis Data Nilai Inflasi Indonesia Menggunakan Estimator Kernel

Data penelitian dibagi menjadi data *in-sample* sebagai data *training* dan *out-sample* sebagai data *testing*. Jumlah data untuk tiap perbandingan data diberikan dalam Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Perbandingan Jumlah Data *In-sample* dan *Out-sample*

Perbandingan Data	Data <i>In-sample</i>	Data <i>Out-sample</i>
95:5	64 data (Januari 2019-April 2024)	4 data (Mei 2024-Juli 2024)
90:10	60 data (Januari 2019-Desember 2023)	7 data (Januari 2024-Juli 2024)
80:20	54 data (Januari 2019-Juni 2023)	13 data (Juli 2023-Juli 2024)
75:25	50 data (Januari 2019-Februari 2023)	17 data (Maret 2023-Juli 2024)

Perbandingan jumlah data *in-sample* dan *out-sample* tersebut dipilih dengan pertimbangan untuk menggunakan data *testing* sesedikit mungkin, agar tidak dihasilkan hasil prediksi dengan nilai kesalahan yang besar.

Kemudian perlu dilakukan analisis untuk menentukan perbandingan data terbaik. Langkah awal yang dilakukan adalah menentukan metode pemilihan *bandwidth* terbaik dan fungsi kernel terbaik berdasarkan nilai *bandwidth* (h) dan MAPE paling optimum. Hasil perhitungan *bandwidth* optimum untuk setiap metode dan fungsi kernel pada setiap perbandingan data *in-sample* disajikan dalam Tabel 6 dan Tabel 7 berikut.

Tabel 6. Nilai *Bandwidth* Tiap Fungsi Kernel untuk Seluruh Perbandingan Data *In-sample* dengan Metode CV

Fungsi Kernel	Nilai <i>Bandwidth</i>							
	95:5		90:10		80:20		75:25	
	CV	MAPE	CV	MAPE	CV	MAPE	CV	MAPE
Gaussian	0,946	3,572	1,062	4,034	0,535	1,465	0,934	3,404
Cosinus	1,188	1,958	1,188	2,027	1,219	2,018	1,188	1,884

Fungsi Kernel	Nilai <i>Bandwidth</i>							
	95:5		90:10		80:20		75:25	
	CV	MAPE	CV	MAPE	CV	MAPE	CV	MAPE
Epanechnikov	1,214	2,326	1,215	2,412	1,231	2,29	1,213	2,233
<i>Triangle</i>	1,146	1,205	1,146	1,246	1,146	1,142	1,146	1,157
<i>Triweight</i>	1,214	0,368	1,214	0,38	1,214	0,348	1,214	0,353
<i>Biweight</i>	1,241	1,171	1,263	1,338	1,278	1,3	1,172	0,735

Tabel 7. Nilai *Bandwidth* Tiap Fungsi Kernel untuk Seluruh Perbandingan Data *In-sample* dengan Metode GCV

Fungsi Kernel	Nilai <i>Bandwidth</i>							
	95:5		90:10		80:20		75:25	
	GCV	MAPE	GCV	MAPE	GCV	MAPE	GCV	MAPE
Gaussian	0,97	3,648	1,05	3,998	0,5	1,201	0,93	3,39
Cosinus	1,342	2,606	1,071	1,055	1,342	2,478	1,324	2,45
Epanechnikov	1,214	2,327	1,215	2,414	1,231	2,288	1,213	2,231
<i>Triangle</i>	1,146	1,205	1,146	1,246	1,146	1,142	1,146	1,157
<i>Triweight</i>	1,214	0,369	1,214	0,381	1,214	0,349	1,214	0,354
<i>Biweight</i>	1,241	1,172	1,263	1,336	1,278	1,301	1,172	0,733

Berdasarkan Tabel 6 dan 7 tersebut dapat dianalisis bahwa fungsi kernel terbaik adalah fungsi kernel *Triweight* dengan metode pemilihan *bandwidth* terbaik adalah *Cross Validation* (CV), karena menghasilkan nilai *bandwidth* (h) yang lebih optimal dibandingkan dengan metode *Generalized Cross Validation* (GCV).

Langkah selanjutnya adalah memilih perbandingan data terbaik menggunakan fungsi kernel *Triweight* dan metode CV. Untuk mempermudah proses pemilihan perbandingan data terbaik tersebut, maka dapat dibuat suatu ringkasan hasil perhitungan yang diberikan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Ringkasan Hasil Perhitungan Data *In-sample* Menggunakan Fungsi Kernel *Triweight*

Aspek	Perbandingan Data <i>In-sample</i>			
	95:5	90:10	80:20	75:25
h optimum	1,214	1,214	1,214	1,214
MSE	0,00019	0,00023	0,00016	0,00019
R^2	99,989%	99,986%	99,990%	99,989%
MAPE	0,358%	0,38%	0,348%	0,353%

Berdasarkan Tabel 8 tersebut, dapat disimpulkan bahwa perbandingan data terbaik yang dapat digunakan adalah 80:20, karena memiliki nilai *bandwidth* (h) yang optimum, MSE dan MAPE dengan nilai terkecil, serta nilai R^2 terbesar. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa prediksi data nilai inflasi Indonesia yang mendekati nilai sesungguhnya dapat diperoleh menggunakan estimator kernel fungsi *Triweight* dengan metode pemilihan *bandwidth* terbaik adalah *Cross Validation* (CV) serta menggunakan perbandingan 80% data *in-sample* dan 20% data *out-sample*.

Data yang digunakan adalah nilai inflasi bulanan Indonesia pada bulan Januari 2019 hingga Juni 2023 (54 data) sebagai data *in-sample* dan data bulan Juli 2023 hingga Juli 2024 (13 data) sebagai data *out-sample*.

Kemudian untuk mengetahui apakah metode regresi nonparametrik lebih baik digunakan dalam proses analisis daripada metode regresi parametrik, maka dilakukan suatu perbandingan nilai R^2 pada regresi linear sebagai metode parametrik dan estimator kernel fungsi *Triweight* sebagai metode nonparametrik. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Perbandingan Metode Regresi Nonparametrik dan Parametrik

Aspek	Data <i>In-sample</i>		Data <i>Out-sample</i>	
	Par	Nonpar	Par	Nonpar
R^2	21,33%	99,967%	12,43%	99,119%

Berdasarkan Tabel 9 dapat disimpulkan bahwa metode nonparametrik estimator kernel *Triweight* lebih baik digunakan dalam proses analisis daripada metode parametrik, karena menghasilkan nilai R^2 yang lebih besar.

Persamaan untuk model terbaik yang diperoleh, yakni model regresi nonparametrik estimator kernel *Triweight* dapat diberikan pada persamaan berikut.

$$\hat{f}(t) = 0,012 \sum_{i=1}^n \left(\frac{35}{32} \left[1 - \left(\frac{x-x_i}{1,214} \right)^2 \right]^3 \right) \quad (8)$$

$$\hat{g}(t) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{35}{32} \left[1 - \left(\frac{x-x_i}{1,214} \right)^2 \right]^3 \right) y_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{35}{32} \left[1 - \left(\frac{x-x_i}{1,214} \right)^2 \right]^3 \right)} \quad (9)$$

3.4 Hasil Prediksi dengan Pendekatan Nonparametrik

Model regresi terbaik pada kasus ini adalah model regresi nonparametrik estimator kernel *Triweight*, yang kemudian akan digunakan untuk memprediksi nilai inflasi Indonesia di masa yang akan datang. Pada penelitian ini, digunakan 13 data untuk melakukan prediksi dengan menggunakan metode ARIMA dan estimator kernel.

Estimator kernel dapat digunakan untuk memprediksi data selama beberapa periode ke depan. Hasil prediksi data nilai inflasi Indonesia menggunakan estimator kernel *Triweight* selama 13 bulan ke depan disajikan dalam Tabel 10 sebagai berikut.

Tabel 10. Hasil Prediksi Menggunakan Estimator Kernel *Triweight*

Waktu	Data Prediksi (\hat{y}_i)	$y_i - \hat{y}_i$	$\frac{ y_i - \hat{y}_i }{y_i}$
Juli 2023	2,534	0,546	0,177
Agustus 2023	2,514	0,756	0,231

Waktu	Data Prediksi (\hat{y}_i)	$y_i - \hat{y}_i$	$\left \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right $
September 2023	2,489	-0,209	0,092
Oktober 2023	2,462	0,098	0,038
November 2023	2,446	0,414	0,145
Desember 2023	2,493	0,117	0,045
Januari 2024	2,684	-0,114	0,044
Februari 2024	2,885	-0,135	0,049
Maret 2024	2,949	0,101	0,033
April 2024	2,944	0,056	0,019
Mei 2024	2,925	-0,085	0,029
Juni 2024	2,907	-0,397	0,158
Juli 2024	2,892	-0,762	0,358
Jumlah			1,419
MAPE			0,1092
			10,92%

Berdasarkan Tabel 10, diperoleh nilai MAPE untuk memprediksi data nilai inflasi Indonesia menggunakan estimator kernel *Triweight* adalah sebesar 10,92%. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil prediksi nilai inflasi Indonesia dengan estimator kernel *Triweight* tergolong dalam kategori baik, sehingga dapat dikatakan bahwa estimator kernel mampu memprediksi data dengan akurat.

Selain menggunakan estimator kernel, prediksi data juga dapat dilakukan menggunakan metode ARIMA. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *software*, diketahui bahwa data nilai inflasi bulanan Indonesia tidak menunjukkan adanya pola musiman. Kemudian diperoleh model ARIMA yang memenuhi prinsip *parsimony* dan memenuhi uji signifikansi parameter adalah ARIMA (2,2,0) probabilistik. Dengan menggunakan model ARIMA tersebut kemudian dilakukan prediksi pada data nilai inflasi Indonesia untuk periode 13 bulan ke depan. Hasil prediksi menggunakan ARIMA diberikan pada Tabel 11 sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil Prediksi Menggunakan ARIMA Non-musiman

Waktu	Data Prediksi (\hat{y}_i)	$y_i - \hat{y}_i$	$\left \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right $
Juli 2023	3,126	-0,046	0,015
Agustus 2023	2,814	0,457	0,139
September 2023	2,500	-0,220	0,097
Oktober 2023	2,229	0,331	0,129
November 2023	1,993	0,867	0,303
Desember 2023	1,776	0,834	0,319
Januari 2024	1,584	0,986	0,384
Februari 2024	1,414	1,336	0,486
Maret 2024	1,262	1,789	0,586
April 2024	1,126	1,874	0,625
Mei 2024	1,004	1,836	0,646
Juni 2024	0,896	1,614	0,643
Juli 2024	0,799	1,331	0,625
Jumlah			4,997
MAPE			0,3844
			38,44%

Berdasarkan Tabel 11, diperoleh hasil perhitungan nilai MAPE sebesar 38,44% untuk metode ARIMA non musiman. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil prediksi nilai inflasi Indonesia menggunakan ARIMA non musiman tergolong dalam kategori layak, atau dapat dikatakan bahwa metode ARIMA non musiman masih cukup mampu untuk memprediksi data.

Berdasarkan kedua metode tersebut, diperoleh metode terbaik untuk memprediksi nilai inflasi bulanan Indonesia dengan lebih tepat adalah menggunakan estimator kernel *Triweight*, karena menghasilkan nilai MAPE terkecil, yakni 10,92%, sehingga prediksi tergolong dalam kategori baik, atau dapat dikatakan bahwa estimator kernel *Triweight* mampu memprediksi data dengan akurat.

4 Simpulan

Hasil perbandingan data yang terbaik sebagai data penelitian yakni 80% data *in-sample* dan 20% data *out-sample* dengan data *in-sample* sebanyak 54 data dan *out-sample* sebanyak 13 data, dengan metode analisis terbaik yang digunakan adalah regresi nonparametrik menggunakan estimator kernel. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh fungsi kernel terbaik adalah kernel *Triweight* dengan metode pemilihan parameter penghalus terbaik adalah metode *Cross Validation* (CV), karena menghasilkan nilai *bandwidth* yang optimum yakni 1,124, dengan nilai R^2 sebesar 99,990, MSE sebesar 0,00016, dan MAPE sebesar 0,348%. Hasil prediksi menunjukkan bahwa estimator kernel *Triweight* lebih tepat dalam memprediksi nilai inflasi bulanan Indonesia selama tiga belas bulan ke depan daripada metode ARIMA non musiman, karena menghasilkan nilai MAPE yang minimum, yakni sebesar 10,92% sehingga dapat dikatakan bahwa metode regresi nonparametrik estimator kernel *Triweight* baik atau akurat dalam memprediksi data. Oleh karena itu, metode regresi nonparametrik dengan estimator kernel *Triweight* dapat digunakan untuk menganalisis dan memprediksi data nilai inflasi bulanan Indonesia. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan fungsi kernel yang lain, seperti fungsi kernel *Uniform* dan mempertimbangkan perbandingan data *testing* dan *training* lainnya agar mampu memberikan hasil analisis dan prediksi yang lebih baik dan akurat.

5 Daftar Pustaka

- [1] A. Salim, F. Fadilla, and A. Purnamasari, "Pengaruh inflasi terhadap pertumbuhan ekonomi indonesia," *Ekonomica Sharia: Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Ekonomi Syariah*, vol. 7, no. 1, pp. 17–28, 2021.

-
- [2] Badan Pusat Statistik, “Inflasi year-on-year (y-on-y) pada Juli 2024 sebesar 2,13 persen dengan Indeks Harga Konsumen (IHK) sebesar 106,09.,” <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2024/08/01/2306/inflasi-year-on-year--y-on-y--pada-juli-2024-sebesar-2-13-persen-dengan-indeks-harga-konsumen--ihk--sebesar-106-09-.html>.
- [3] R. Hadifa and A. Hukom, “Impact of Covid-19 on the Inflation Rate of Central Kalimantan Province,” *Budapest International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal)*, vol. 4, no. 4, pp. 10895–10903, 2021.
- [4] A. T. Wuleng, A. Islamiyati, and E. T. Herdiani, “Pemodelan Data Time Series dengan Penalized Spline Filter,” 2014, *UNDIP*.
- [5] Suparti, R. Santoso, A. Prahutama, and A. R. Devi, *Regresi Nonparametrik*. Ponorogo: Wade Group, 2018.
- [6] W. Hardle, *Smoothing Techniques with Implementation in S*. New York: Cambridge University Press, 1990.
- [7] D. S. Suparti, I. P. Sari, and A. R. Devi, “Analisis data inflasi di Indonesia menggunakan model regresi kernel,” in *Prosiding Seminar Nasional Statistika*, 2013, pp. 499–509.
- [8] N. A. Sudibyoy, A. Iswardani, A. W. Septyanto, and T. G. Wicaksono, “Prediksi inflasi di indonesia menggunakan metode moving average, single exponential smoothing dan double exponential smoothing,” *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, vol. 1, no. 2, pp. 123–129, 2020.
- [9] N. A. K. Rifai, “Pendekatan Regresi Nonparametrik dengan Fungsi Kernel untuk Indeks Harga Saham Gabungan,” *Statistika*, vol. 19, no. 1, pp. 53–61, 2019.
- [10] Bank Indonesia, “Data Inflasi,” <https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/data-inflasi.aspx>.
- [11] E. Yilmaz, B. Yuzbasi, and D. Aydin, “Choice of smoothing parameter for kernel type ridge estimators in semiparametric regression models,” *REVSTAT-Statistical Journal*, vol. 19, no. 1, pp. 47–69, 2021.
- [12] N. Chamidah and B. Lestari, *Analisis Regresi Nonparametrik dengan Perangkat Lunak R*. Surabaya: Airlangga University Press, 2022.
- [13] Y. Wang, *Smoothing Splines: Methods and Applications*. New York: CRC Press, 2011.
- [14] F. Budi Lestari and I. N. Budiantara, “Spline estimator and its asymptotic properties in multiresponse nonparametric regression model”.
- [15] C. Chatfield, *The Analysis of Time Series: An Introduction, Third Edition*. London: Chapman and Hall Ltd, 1984.

- [16] J. J. M. Moreno, A. P. Pol, A. S. Abad, and B. C. Blasco, "Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy," *Psicothema*, vol. 25, no. 4, pp. 500–506, 2013.
- [17] Badan Pusat Statistik, "Deflasi terjadi pada Agustus 2020 sebesar 0,05 persen. Deflasi tertinggi terjadi di Kupang sebesar 0,92 persen," <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2020/09/01/1662/deflasi-terjadi-pada-agustus-2020-sebesar-0-05-persen--deflasi-tertinggi-terjadi-di-kupang-sebesar-0-92-persen-.html>.
- [18] CNBC Indonesia, "BPS: Inflasi 2020 Terendah Sepanjang Sejarah RI," <https://www.cnbcindonesia.com/news/20210104125752-4-213302/bps-inflasi-2020-terendah-sepanjang-sejarah-ri>.
- [19] Dewi Wuryanani, "FAKTOR INFLASI DALAM PERTUMBUHAN EKONOMI INDONESIA," *Info Singkat : Pusat Pengkajian Pengolahan Data dan Informasi*, vol. 14, no. 21, pp. 13–18, 2022.