

**PEMODELAN INFLASI DI INDONESIA MENGGUNAKAN  
REGRESI SEMIPARAMETRIK *TRUNCATED SPLINE***

**SKRIPSI**

**OLEH  
MUHAMMAD ARYA MARDHOTILLAH  
NIM. 200601110113**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**PEMODELAN INFLASI DI INDONESIA MENGGUNAKAN  
REGRESI SEMIPARAMETRIK *TRUNCATED SPLINE***

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
dalam Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh  
Muhammad Arya Mardhotillah  
NIM. 200601110113**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**PEMODELAN INFLASI DI INDONESIA MENGGUNAKAN  
REGRESI SEMIPARAMETRIK *TRUNCATED SPLINE***

**SKRIPSI**

Oleh  
**Muhammad Arya Mardhotillah**  
NIM. 200601110113

Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diuji  
Malang, 21 Juni 2024

Dosen Pembimbing I



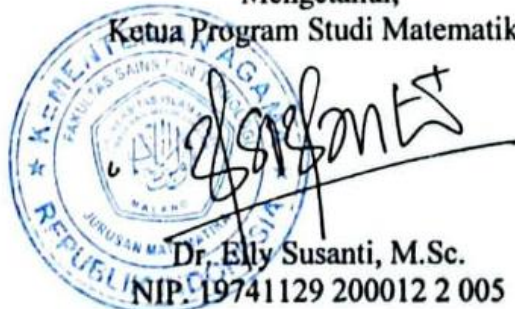
Abdul Aziz, M.Si.  
NIP. 19760318 200604 1 002

Dosen Pembimbing II



Erna Herawati, M.Pd.  
NIPPPK. 19760723 202321 2 006

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc.  
NIP. 19741129 200012 2 005

**PEMODELAN INFLASI DI INDONESIA MENGGUNAKAN  
REGRESI SEMIPARAMETRIK *TRUNCATED SPLINE***

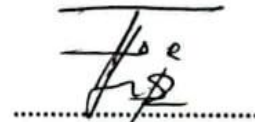
**SKRIPSI**

Oleh  
**Muhammad Arya Mardhotillah**  
**NIM. 200601110113**

Telah Dipertahankan di Depan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal, 26 Juni 2024

Ketua Penguji : Dr. Fachrur Rozi, M.Si.



Anggota Penguji 1 : Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si.



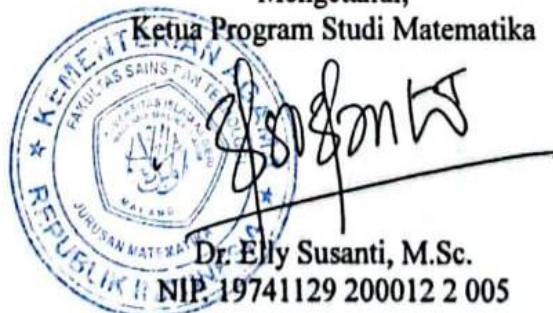
Anggota Penguji 2 : Abdul Aziz, M.Si.



Anggota Penguji 3 : Erna Herawati, M.Pd.



Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc.  
NIP. 19741129 200012 2 005

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Arya Mardhotillah  
NIM : 200601110113  
Program Studi : Matematika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : *Pemodelan Inflasi Di Indonesia Menggunakan Regresi Semiparametrik Truncated Spline*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Arya Mardhotillah  
NIM. 200601110113

## **MOTO**

*“Wakafa billahi syahida”*

*“I can do it”*

*“Kesempatann tidak datang dua kali, tetapi kesempatan datang kepada seseorang yang tak berhenti mencoba kembali”*

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Kedua orang tua tercinta, bapak Zainul Arifin dan Ibu Nur Saidah, yang senantiasa selalu memberikan dukungan, memberikan banyak nasihat terhadap saya, memberikan banyak rasa kasih dan sayang serta doa yang ikhlas dan tulus untuk saya, sehingga saya membuat skripsi ini bisa selesai dengan baik dan berharap dapat membuat mereka bangga terhadap usaha saya.

Kepada kakak dan adik saya, yang selalu memberikan support dan doanya kepada saya sehingga saya dapat mengerjakan skripsi ini dengan penuh semangat dan dapat menyelesaikannya.

Kepada teman-teman saya satu kontrakan yang selalu mendampingi saya sampai tuntasnya skripsi ini, saya memberikan banyak terimakasih atas dukungan mereka sehingga saya sama sekali tidak pernah merasa sendirian selama masa perkuliahan.

Kepada diri saya sendiri yang sangat luar biasa sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sangat baik.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillah, rasa syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah Swt. Atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga proposal skripsi yang berjudul “Pemodelan Inflasi Di Indonesia Menggunakan Regresi Semiparametrik Truncated Spline Kubik” dapat terselesaikan dengan baik. Selawat dan salam senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad saw. yang telah membimbing umat Islam dari zaman jahiliah menuju zaman yang penuh peradaban dan pengetahuan.

Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada para pihak yang ikut membantu, membimbing, dan memberikan arahan. Peneliti lebih khusus menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Elly Susanti, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Abdul Aziz, M. Si., selaku dosen pembimbing I yang telah melimpahkan pengetahuan, bimbingan, nasihat, motivasi, dan saran yang membangun dalam proses penyusunan penelitian ini.
5. Erna Herawati, M.Pd., selaku dosen pembimbing II yang juga telah melimpahkan pengetahuan, bimbingan, nasihat, motivasi, dan saran yang membangun kepada peneliti.
6. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang atas segala ilmu dan bimbingannya.
7. Seluruh keluarga terutama kedua orang tua, kakak dan adik tersayang yang selalu memberikan do'a, motivasi, dan dukungan penuh dengan ikhlas secara moral dan materil.
8. Rekan seperjuangan satu bimbingan peneliti yang telah banyak membantu peneliti dan saling menyemangati untuk berjuang bersama.



9. Teman-teman Program Studi Matematika angkatan 2020 yang selalu mendukung satu sama lain dalam rangka proses penyelesaian penelitian ini.

Semoga Allah Swt. memberikan imbalan atas segala perbuatan baik yang telah diberikan kepada peneliti. Peneliti sangat berharap semoga dengan adanya skripsi ini dapat bermanfaat serta memperluas ilmu pengetahuan.

*Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Malang, 26 Juni 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGAJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>v</b>
<b>MOTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvii</b>
<b>مستخلص البحث.....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Masalah .....	8
1.6 Definisi Istilah .....	8
2.1 Analisis Regresi .....	9
2.1.1 Regresi Parametrik.....	10
2.1.2 Regresi Nonparametrik .....	11
2.1.3 Regresi Semiparametrik.....	12
2.2 Uji Korelasi <i>Pearson</i> .....	13
2.3 Metode <i>Ordinary Least Square</i> .....	15
2.4 Semiparametrik <i>Truncated Spline</i> .....	16
2.5 <i>Generalized Cross Validation</i> .....	18
2.6 <i>Rescaling Data</i> .....	19
2.7 Keakuratan Model .....	19
2.8 Inflasi .....	20
2.9 Suku Bunga ( <i>BI Rate</i> ).....	21
2.10 Nilai Tukar ( <i>Kurs</i> ) .....	22
2.11 Teori Inflasi Dalam Ekonomi Islam .....	22
2.12 Kajian Topik dan Teori Pendukung.....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	30
3.2 Data dan Sumber Data.....	30
3.3 Tahapan Penelitian .....	31
3.4 Flowchart .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Persiapan Data .....	34

4.1.1 Statistik Deskriptif.....	34
4.1.2 Transformasi dan Pola Data.....	37
4.1.3 Hasil Uji Korelasi <i>Pearson</i> .....	40
4.2 Pemodelan Regresi Semiparametrik <i>Truncated Spline</i> .....	42
4.2.1 Estimasi Parameter Menggunakan OLS.....	42
4.2.2 Matriks Basis <i>Truncated Spline</i> .....	46
4.2.2.1 Matriks <i>Z</i> Basis <i>Truncated Spline</i> Orde 1 Dengan 1 Titik Knot.....	47
4.2.2.2 Matriks <i>Z</i> Basis <i>Truncated Spline</i> Orde 1 Dengan 2 Titik Knot.....	47
4.2.2.3 Matriks <i>Z</i> Basis <i>Truncated Spline</i> Orde 1 Dengan 3 Titik Knot.....	48
4.2.3 Pemilihan Titik Knot Optimal Menggunakan GCV .....	48
4.2.4 Model Regresi Semiparametrik <i>Truncated Spline</i> Terbaik Dengan Titik Knot Optimal.....	49
4.3 Keakuratan Model Semiparametrik <i>Truncated Spline</i> .....	51
4.4 Prediksi Inflasi Menggunakan Model Semiparametrik <i>Truncated Spline</i> .....	52
4.5 Kajian Ekonomi Islam Tentang Inflasi.....	54
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>56</b>
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran .....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>62</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>69</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Nilai Koefisien Korelasi .....	14
<b>Tabel 3.1</b> Variabel Penelitian .....	30
<b>Tabel 4.1</b> Nilai Minimum dan Maksimum Data .....	34
<b>Tabel 4.2</b> Perbandingan Nilai GCV Minimum.....	49
<b>Tabel 4.3</b> Nilai Parameter $\beta$ dan $\lambda$ .....	50
<b>Tabel 4.4</b> Data <i>testing</i> .....	52
<b>Tabel 4.5</b> Tabel Hasil Prediksi .....	53

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Penelitian.....	33
<b>Gambar 4.1</b> Diagram Garis Data Inflasi Indonesia .....	35
<b>Gambar 4.2</b> Diagram Garis Data <i>Kurs</i> .....	36
<b>Gambar 4.3</b> Diagram Garis Data <i>BI-rate</i> (Suku Bunga) .....	36
<b>Gambar 4.4</b> Diagram Garis Data <i>Kurs</i> Setelah <i>Rescaling</i> .....	38
<b>Gambar 4.5</b> Scatterplot Inflasi ( <i>y</i> ) dengan <i>Kurs</i> ( <i>x</i> ) .....	38
<b>Gambar 4.6</b> Scatterplot Inflasi ( <i>y</i> ) dengan <i>BI-rate</i> ( <i>z</i> ) .....	39
<b>Gambar 4.7</b> Hasil Uji Korelasi Inflasi ( <i>y</i> ) dengan <i>Kurs</i> ( <i>x</i> ) .....	40
<b>Gambar 4.8</b> Hasil Uji Korelasi Inflasi ( <i>y</i> ) dengan <i>BI-rate</i> ( <i>z</i> ).....	41
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Perbandingan Data Observasi dan Hasil Prediksi .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Data Aktual Penelitian Januari 2013 hingga Desember 2023 ...	62
<b>Lampiran 2</b>	Data Kurs Hasil Rescaling .....	63
<b>Lampiran 3</b>	Matriks Basis Z, Y dan Error Hasil Running R-Studio.....	64
<b>Lampiran 4</b>	Program Running R-Studio .....	65

## DAFTAR SIMBOL

Simbol-simbol yang digunakan pada penelitian ini adalah:

$y_t$	:	Variabel respon data ke- $t$ .
$\beta_0$	:	Konstanta
$\beta_1$	:	Koefisien regresi parametrik
$x_t$	:	Variabel prediktor data ke- $t$ komponen parametrik.
$z_t$	:	Variabel prediktor data ke- $t$ komponen nonparametrik.
$f(z_t)$	:	Fungsi regresi nonparametrik pada data ke- $t$ .
$\varepsilon_t$	:	Galat ke- $t$ yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi $N(0, \sigma^2)$ .
$x_t^*$	:	Data hasil transformasi ke- $t$ , $t = 1, 2, 3, \dots, n$ ,
$\lambda$	:	Parameter model nonparametrik
$(z_t - k_l)_+^m$	:	Fungsi <i>truncated spline</i>
$k_l$	:	Titik knot $l = 1, 2, 3$
$r$	:	Jumlah titik knot
$n$	:	Banyaknya data
$m$	:	Banyaknya orde
$\hat{Y}_t$	:	Hasil prediksi variabel respon $y$ periode ke- $t$
$Y_t$	:	Data aktual variabel respon $y$ periode ke- $t$

## ABSTRAK

Mardhotillah, Muhammad Arya. 2024. **Pemodelan Inflasi Di Indonesia Menggunakan Regresi Semiparametrik *Truncated Spline***. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Erna Herawati, M.Pd.

**Kata Kunci:** Analisis Regresi, Regresi Semiparametrik, *Truncated Spline*, Inflasi.

Analisis regresi merupakan metode statistik yang menguji hubungan antara variabel prediktor dan respon. Terdapat tiga metode pendekatan berbeda yang dapat digunakan dalam analisis regresi untuk memperkirakan kurva regresi, yaitu metode parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik. Pendekatan semiparametrik merupakan gabungan dari pendekatan parametrik dan nonparametrik. Pendekatan regresi semiparametrik digunakan ketika bentuk kurva regresi dianggap sebagian diketahui dan sebagian lagi tidak diketahui. Penelitian ini menerapkan metode regresi semiparametrik *truncated spline* pada kasus inflasi di Indonesia. Tujuan penelitian ini untuk memodelkan inflasi di Indonesia terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya, yaitu nilai tukar (kurs) rupiah terhadap dollar US (USD) dan suku bunga Bank Indonesia (*BI-rate*). Hasil pemodelan regresi semiparametrik dipilih berdasarkan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum yang diperoleh ketika menggunakan satu titik knot, dengan nilai GCV minimum sebesar  $1,668017 \times 10^{-4}$ . Model yang didapatkan dari regresi Semiparametrik *truncated spline* dengan satu titik knot dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 27,1811%. Hal ini menunjukkan bahwa model yang didapatkan termasuk dalam kategori cukup baik untuk digunakan prediksi (*forecasting*).



## ABSTRACT

Mardhotillah, Muhammad Arya. 2024. **Modeling Inflation in Indonesia Using Truncated Spline Semiparametric Regression**. Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Erna Herawati, M.Pd.

**Keywords:** Regression Analysis, Semiparametric Regression, Truncated Spline, Inflation.

Regression analysis is a statistical method that examines the relationship between predictor and response variables. There are three different approaches that can be used in regression analysis to estimate the regression curve, namely parametric, nonparametric, and semiparametric methods. The semiparametric approach is a combination of parametric and nonparametric approaches. The semiparametric regression approach is used when the shape of the regression curve is considered partly known and partly unknown. This study applies the truncated spline semiparametric regression method to the case of inflation in Indonesia. The purpose of this study is to model inflation in Indonesia against the factors that influence it, namely the exchange rate (kurs) of the rupiah against the US dollar (USD) and the Bank Indonesia interest rate (BI-rate). The results of semiparametric regression modeling are selected based on the minimum Generalized Cross Validation (GCV) value obtained when using one knot point, with a minimum GCV value of  $1,668017 \times 10^{-4}$ . The model obtained from Semiparametric truncated spline regression with one knot point has Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 27,1811%. This shows that the model obtained is included in the category good enough to be used for forecasting.

## مستخلص البحث

مرضاة الله، محمد آريا. 2024. نمذجة التضخم في إندونيسيا باستخدام الانحدار شبه البارامتري *Truncated Spline*. البحث الجامعي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: عبد العزيز، الماجستير. المشرف الثاني: إرنا هيراواتي، الماجستير.

**الكلمات الرئيسية:** تحليل الانحدار، الانحدار شبه القياسي، *Truncated Spline*، التضخم. تحليل الانحدار هو طريقة إحصائية تختبر العلاقة بين متغيرات المتنبئ والاستجابات. هناك ثلاث طرق مختلفة يمكن استخدامها في تحليل الانحدار لتقدير منحنيات الانحدار، وهي طريقة البارامتري وغير البارامتري وشبه البارامتري. طريقة شبه البارامتري هو مزيج من البارامتري وغير البارامتري. يتم استخدام الانحدار شبه البارامتري عندما يعتبر شكل منحنى الانحدار معروفا جزئيا وغير معروف جزئيا. طبق هذا البحث طريقة الانحدار شبه البارامتري *Truncated Spline* على حالات التضخم في إندونيسيا. الهدف من هذا البحث هو نمذجة التضخم في إندونيسيا مقابل العوامل التي تؤثر عليه، وهي سعر صرف الروبية مقابل الدولار الأمريكي (USD) وسعر الفائدة لبنك إندونيسيا (BI-rate). تم اختيار نتائج نمذجة الانحدار شبه البارامتري بناء على الحد الأدنى لقيمة التحقق المتقاطع المعمم (GCV) التي تم الحصول عليها عند استخدام نقطة عقدة واحدة، مع قيمة GCV دنيا تبلغ  $1.668017 \times 10^{-4}$ . النموذج الذي تم الحصول عليه من الانحدار شبه البارامتري *Truncated Spline* مع نقطة عقدة واحدة مع متوسط الأخطاء المطلقة (MAPE) البالغة 27.1811%. هذا يدل على أن النموذج الذي تم الحصول عليه هو في الفئة التي هي جيدة بما يكفي لاستخدامها في التنبؤ.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Analisis regresi merupakan metode statistik yang menguji hubungan antara variabel prediktor dan respon. Tujuan utama analisis regresi adalah untuk mengetahui sejauh mana variabel prediktor mempengaruhi variabel respon. Ide mendasar di balik analisis regresi adalah menghitung nilai variabel respon dengan menyesuaikan kelembapan variabel prediktor. Hasil peramalan yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengetahui kebutuhan masyarakat umum (Yudiatmaja, 2013). Analisis regresi adalah teknik statistik yang menguji hubungan antara satu variabel respon yang bergantung pada satu atau lebih variabel prediktor. Berguna untuk memprediksi rata-rata populasi atau variabel respon berdasarkan informasi yang telah diperoleh dari variabel prediktor (Subandriyo, 2020). Tiga metode pendekatan berbeda digunakan dalam analisis regresi untuk memperkirakan kurva regresi, yaitu metode parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik (Fitriani, dkk., 2015).

Kombinasi regresi parametrik dan nonparametrik disebut regresi semiparametrik. Regresi parametrik adalah jenis regresi yang parameter dan pola regresinya diketahui, seperti regresi linier, kuadratik, atau kubik. Sebaliknya, regresi nonparametrik adalah jenis regresi yang parameter dan bentuk hubungan antar variabelnya tidak diketahui atau tidak diasumsikan sebelumnya. Dalam analisis regresi semiparametrik, kami menggabungkan keunggulan analisis regresi parametrik dan nonparametrik, sehingga memungkinkan kami memecahkan masalah dengan fleksibilitas ketika beberapa bentuk kurva regresi dipahami tetapi

bentuk kurva regresi lainnya tidak (Eubank, 1999). Salah satu pendekatan regresi semiparametrik yang umum diaplikasikan adalah regresi *spline*.

Regresi *spline* adalah metode yang sangat efektif untuk memodelkan data yang terus berfluktuasi. Salah satu pertimbangan penting ketika menggunakan regresi *spline* adalah kuantitas dan posisi *knot*. Titik *knot* ini digunakan untuk menunjukkan perubahan data pada periode atau interval tertentu (Suparti, 2009). Regresi *spline* memiliki keunggulan yang signifikan karena adanya titik-titik *knot* yang berfungsi sebagai titik perpaduan ketika pola data berubah. Model *spline* lebih fleksibel dibandingkan menggunakan fungsi polinomial biasa karena titik-titik *knot* yang ditempatkan pada setiap sisi fungsi polinomial dianggap memiliki sifat halus (*smooth*) (Eubank, 1999). *Spline* dapat beradaptasi dengan fluktuasi data yang rumit dan memberikan gambaran yang lebih rinci tentang perubahan pola data dengan menggunakan titik-titik *knot* (Islamiyati, 2019). Salah satu basis yang dapat digunakan dalam regresi *spline* adalah basis *truncated*.

*Truncated spline* adalah metode regresi nonparametrik yang umum digunakan. Di sisi lain, karena metode semiparametrik merupakan perpaduan regresi parametrik dan nonparametrik, *truncated spline* juga sering kali digunakan dalam regresi semiparametrik. *Truncated spline* terdiri dari bagian-bagian polinomial yang tersegmentasi dan kontinu. Keunggulan *truncated spline* adalah kemampuannya yang fleksibel dalam memperkirakan data yang berfluktuasi dikarenakan adanya titik *knot*, yaitu titik perpaduan yang menyebabkan perubahan perilaku fungsi *spline* pada interval tertentu (Dewanti, dkk., 2020). Oleh karena itu, regresi *truncated spline* adalah pilihan yang tepat untuk memodelkan data dengan

distribusi yang tidak terdefinisi dengan baik, seperti data *time series*, *cross-section* dan data longitudinal yang mengalami fluktuasi (Ramli, dkk., 2020).

Peneliti memutuskan menggunakan metode *truncated spline* untuk penelitian ini karena fleksibilitasnya yang lebih besar dan tingkat keakuratan yang tinggi dalam memodelkan tipe data yang berfluktuasi. Pada penelitian ini peneliti ingin mengkaji bahwa metode *truncated spline* bisa digunakan untuk memodelkan data berupa data *time series* dengan optimal. Data *time series* merupakan data yang cenderung memiliki sifat pola data yang fluktuatif. *Truncated spline* dipandang sebagai alternatif yang baik untuk mengatasi data yang mengalami fluktuasi. Beberapa penelitian sebelumnya tentang penggunaan *truncated spline* dalam regresi semiparametrik, antara lain, penelitian Bahri Loklomin, S (2019) mengenai pemodelan IPM di kepulauan Maluku. Model terbaik yang dihasilkan menggunakan tiga titik perpaduan (*knot*). Model ini menunjukkan koefisien determinasi sebesar 99,97% dengan GCV (*Generalized Cross Validation*) yang minimal mencapai 0,346. Kemudian Erlando, dkk. (2022) meneliti tentang tingkat pengangguran terbuka di Indonesia. Hasil analisis yang didapatkan adalah model regresi semiparametrik *truncated spline* terbaik diperoleh dengan menggunakan tiga titik perpaduan (*knot*).

Pada penelitian Andrianzah (2023) meneliti tentang regresi nonparametrik *truncated spline* untuk memodelkan inflasi di Indonesia. Hasil analisis regresi nonparametrik *truncated spline* terhadap data inflasi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya menunjukkan bahwa model terbaik regresi nonparametrik *truncated spline* terdiri dari tiga titik *knot* dengan nilai GCV minimum sebesar 0,1326299 dan nilai koefisien determinasi sebesar 92,80%. Dari hasil tersebut dapat

disimpulkan bahwa variabel prediktor memiliki hubungan sangat kuat dengan variabel reponnya. Megawati, dkk (2020) mengenai pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi indeks pembangunan manusia di Indonesia. Model yang diterapkan pada penelitian ini adalah regresi semiparametrik dengan estimator *truncated spline*. Hasil yang didapatkan penelitian ini yaitu model terbaik regresi semiparametrik *spline* dengan 3 titik *knot*. Hal itu dibuktikan dengan nilai koefisien determinasi yang diperoleh yaitu sebesar 86,23%. Angka tersebut mengindikasikan bahwa model terbaik yang ditemukan mampu menggambarkan variasi dari variabel respon, yakni Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Indonesia.

Penelitian ini menggunakan studi kasus inflasi. Data inflasi adalah jenis data yang alirannya mengalami perubahan tren (fluktuasi) sehingga sulit memenuhi asumsi parametrik. Inflasi adalah istilah yang digunakan dalam ilmu ekonomi untuk menunjukkan kenaikan harga barang dan jasa secara umum, yang dapat menyebabkan penurunan daya beli masyarakat. Tingkat inflasi yang tinggi berpotensi menggerus daya beli masyarakat sehingga mengganggu stabilitas perekonomian (Sugiarto & Sunarto, 2019). Sehingga, penting untuk menjaga laju inflasi tetap terkendali. Jika kita mengetahui informasi tentang perkiraan inflasi di masa depan, kita dapat membatasi inflasi. Oleh karena itu, penelitian mengenai pemodelan inflasi menjadi semakin penting untuk memahami variabel apa saja yang mendorong perubahan inflasi.

Pengendalian inflasi dapat dilakukan dengan cara mengetahui variabel apa saja yang menyebabkan inflasi. Inflasi disebabkan oleh beberapa variabel, antara lain suku bunga dan nilai tukar (*kurs*) mata uang. Suku bunga adalah indikator penting dalam mengendalikan inflasi. Jika inflasi diperkirakan akan melebihi target

yang telah ditetapkan, Bank Indonesia akan menaikkan suku bunga, dan sebaliknya (Wahyudi, 2017). Di samping itu, *kurs* juga memainkan peranan penting terjadinya inflasi. Peningkatan *kurs* mata uang secara tidak langsung mempengaruhi terjadinya peningkatan harga-harga dalam negeri (Langi, 2014).

Penelitian ini menggunakan metode regresi semiparametrik *truncated spline* guna mendapatkan model yang dapat mengidentifikasi seberapa besar *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI-Rate* mempengaruhi peningkatan inflasi. Dengan harapan bahwa model yang dihasilkan nantinya dapat berguna menjadi landasan untuk meningkatkan sistem pengelolaan pemerintahan dalam menghadapi inflasi. Merujuk kepada Al Qur'an, maka didalamnya terdapat ayat yang memberi informasi tentang akan terjadinya ketidakstabilan atau bahkan kegoncangan ekonomi, jika manusia melakukan kesalahan dalam menjalankan praktik ekonomi. Hal ini berkaitan dengan firman Allah Swt. dalam Al-Qur'an Kemenag (2022) Surah Ar-Rum ayat 41.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (٤١)

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar) (QS Ar-Rum: 41).

Melakukan praktik ekonomi yang bertentangan dengan syari'at Islam seperti disebutkan dalam ayat di atas adalah merupakan suatu tindakan yang tidak hanya merugikan diri sendiri tetapi juga akan merusak sendi-sendi kehidupan ekonomi umat. Karena setiap aturan Ilahiah senantiasa mengandung kemaslahatan bagi umat baik di dunia maupun di akhirat kelak (Rusydia, 2013). Monopoli atau

penimbunan barang (*ihtikar*) merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kenaikan harga barang yang tidak terkendali. Penimbunan barang akan menyebabkan suplay barang ke pasar akan tersendak yang mendorong terjadinya kelangkaan. Kelangkaan barang akan mendorong permintaan yang tidak terkontrol sehingga akan mendorong tingkat harga (inflasi)(Parakkasi, 2016).

Berdasarkan penelitian sebelumnya dan ayat suci Al-Qur'an di atas, peneliti tertarik untuk menggunakan regresi semiparametrik dengan metode pendekatan *truncated spline*. Regresi semiparametrik *truncated spline* diimplementasikan untuk mengetahui model pengaruh *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI-Rate* terhadap terjadinya laju inflasi di Indonesia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang diberikan di atas, maka rumusan masalah dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Bagaimana model regresi semiparametrik *truncated spline* pengaruh *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI-Rate* terhadap inflasi di Indonesia?
2. Bagaimana keakuratan model regresi semiparametrik *truncated spline* dalam menjelaskan pengaruh *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI-Rate* terhadap inflasi di Indonesia?
3. Bagaimana prediksi inflasi di Indonesia menggunakan model regresi semiparametrik *truncated spline* dengan variabel prediktor jumlah uang beredar?



### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas peneliti memiliki tujuan untuk memperoleh informasi sebagai berikut:

1. Mengetahui model model regresi semiparametrik *truncated spline* pengaruh *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI-Rate* terhadap inflasi di Indonesia.
2. Mengetahui keakuratan model regresi semiparametrik *truncated spline* dalam menjelaskan pengaruh *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI-Rate* terhadap inflasi di Indonesia.
3. Memprediksi inflasi di Indonesia menggunakan model regresi semiparametrik *truncated spline* dengan variabel prediktor dan *BI-Rate*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti  
Memberikan tambahan pengetahuan peneliti tentang regresi semiparametrik *truncated spline* untuk memodelkan pengaruh *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI-Rate* terhadap inflasi di Indonesia.
2. Bagi Pembaca  
Sebagai referensi atau penambah wawasan materi ekonometrika mengenai model regresi semiparametrik *truncated spline* untuk memodelkan pengaruh *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI-Rate* pada inflasi di Indonesia.
3. Bagi Universitas  
Sebagai bahan rujukan dalam pengaplikasian ilmu matematika dalam bidang statistika khususnya ekonometrika.

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah berdasarkan tujuan penelitian diatas agar tidak terjadi perluasan masalah sebagai berikut:

1. Pemilihan titik *knot* optimal menggunakan metode *Generalized Cross Validation*.
2. Data yang digunakan adalah data inflasi, *kurs* rupiah terhadap USD dan BI-*Rate* periode Januari 2013 hingga Desember 2023.
3. Perhitungan akurasi model menggunakan MAPE, dikenal sebagai *Mean Absolute Percentage Error*.
4. Menggunakan metode estimasi parameter *Ordinary Least Square*.
5. Menggunakan regresi *truncated spline* orde 1 dengan 1 sampai 3 titik *knot*.

## 1.6 Definisi Istilah

Titik *Knot* : Titik perpaduan bersama yang menunjukkan terjadinya perubahan pola perilaku data.

Variabel Prediktor : Variabel bebas (*Independent*) yang mempengaruhi atau menjadi penyebab munculnya variabel terikat (*dependent*).

Variabel Respon : Variabel yang mengalami perubahan sebagai hasil dari keberadaan variabel bebas (*Independent*).

## BAB II KAJIAN TEORI

### 2.1 Analisis Regresi

Analisis regresi adalah alat statistik untuk mengidentifikasi dan memahami pola hubungan antara dua variabel atau lebih. Dalam konteks analisis regresi, terdapat dua jenis variabel, yaitu variabel bebas (biasa disebut variabel prediktor, dilambangkan dengan  $x$ ) dan variabel terikat (sering disebut variabel respon, dilambangkan dengan  $y$ ). Analisis regresi, selain digunakan untuk menemukan pola hubungan, dapat juga digunakan untuk melakukan peramalan (*forecasting*). Contoh, jika kita memiliki kumpulan data  $(x_t, y_t)$  yang dapat secara umum dijelaskan oleh model regresi berikut (Eubank, 1999).

$$y_t = f(x_t) + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (2.1)$$

dengan:

- $y_t$  : Variabel respon data ke- $t$
- $f(x_t)$  : Fungsi regresi atau kurva regresi.
- $\varepsilon_t$  : Galat yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi  $N(0, \sigma^2)$

Analisis regresi bertujuan untuk memperoleh estimasi yang akurat terkait dengan parameter yang menggambarkan pola kurva regresi. Pendekatan parametrik dapat diterapkan ketika bentuk kurva regresi telah diketahui. Di sisi lain, pendekatan nonparametrik dapat digunakan jika bentuk kurva regresi tidak jelas dan informasi awal yang komprehensif tidak tersedia. Jika hubungan antara variabel prediktor dan respon mencakup karakteristik baik dari pendekatan parametrik

maupun nonparametrik, maka pendekatan semiparametrik dapat dipilih (Poerwanto & Budiantara, 2014).

### 2.1.1 Regresi Parametrik

Pendekatan statistik regresi parametrik digunakan untuk mengidentifikasi pola hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon, dengan asumsi bahwa bentuk fungsi regresi telah ditentukan. Hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dalam model ini dapat berupa linier atau nonlinier, tergantung pada nilai parameter yang digunakan. Model regresi parametrik linier sederhana dengan bentuk umum dapat dituliskan sebagai berikut (Winarti & Sony, 2010):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

dengan:

- $y_t$  : Variabel respon data ke-t
- $x_t$  : Nilai ke-t dari variabel prediktor ke-k.
- $t$  : 1,2,...,n
- $\beta_0$  : Konstanta
- $\beta_1$  : Koefisien regresi
- $\varepsilon_t$  : Galat yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi  $N(0, \sigma^2)$ .

Persamaan (2.2) dapat dinyatakan menggunakan matriks sebagai berikut (Ruppert, dkk., 2003):

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.3)$$

dengan:

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix}, \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

di mana:

- $\mathbf{X}$  : Variabel prediktor
- $\mathbf{Y}$  : Vektor variabel respon
- $\boldsymbol{\beta}$  : Vektor parameter model
- $\boldsymbol{\varepsilon}$  : Vektor galat(*error*)

Metode parametrik mengasumsikan bentuk jenis fungsi regresi tertentu, dan distribusi galatnya harus memenuhi asumsi tertentu seperti normalitas, homoskedastisitas, tidak adanya autokorelasi, dan multikolinearitas. Bentuk model regresi sangat dipengaruhi oleh asumsi-asumsi tersebut. Ada dua jenis model dalam model regresi parametrik, yaitu model linier dan nonlinier (Adawiyah, 2018).

### 2.1.2 Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik merupakan alat statistik untuk mengidentifikasi pola keterkaitan antara variabel respon dan variabel prediktor ketika bentuk fungsi regresi atau bentuk kurva regresi tidak diketahui. Model regresi nonparametrik bisa bersifat linier atau nonlinier. Bentuk umum dari regresi nonparametrik adalah sebagai berikut (Eubank, 1999):

$$y_t = f(z_t) + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

dengan:

- $z_t$  : Variabel prediktor data ke- $t$  ,  
 $y_t$  : Variabel respon data ke- $t$  ,  
 $f(z_t)$  : Fungsi regresi nonparametrik pada data ke- $t$  ,  
 $\varepsilon_i$  : Galat ke- $i$  yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi  $N(0, \sigma^2)$  .

Persamaan (2.5) dapat dinyatakan dengan bentuk matriks sebagai berikut:

$$\mathbf{Y} = f(\mathbf{Z}) + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.6)$$

Persamaan (2.6) diuraikan secara lengkap pada matriks-matriks dibawah ini:

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, f(\mathbf{Z}) = \begin{bmatrix} f(z_1) \\ f(z_2) \\ \vdots \\ f(z_n) \end{bmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Metode nonparametrik digunakan untuk memperkirakan kurva regresi ketika model data atau kurva regresi, seperti dalam regresi parametrik, tidak diketahui. Fungsi *spline* merupakan salah satu metode nonparametrik yang dapat digunakan (Laome, 2009).

### 2.1.3 Regresi Semiparametrik

Regresi semiparametrik merupakan gabungan dari regresi parametrik dan nonparametrik, oleh karena itu pendugaan model semiparametrik memerlukan pendugaan parameter pada komponen parametrik dan fungsi pada komponen nonparametrik (Budiantara, 2005). Pendekatan regresi semiparametrik digunakan

ketika bentuk kurva regresi dianggap sebagian diketahui dan sebagian lagi tidak diketahui. Model regresi semiparametrik adalah sebagai berikut (Ruppert, dkk., 2003):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + f(z_t) + \varepsilon_t ; \quad t=1,2,\dots,n \quad (2.8)$$

dengan:

- $y_t$  : Variabel respon ke- $t$
- $x_t$  : Variabel prediktor pengamatan ke- $t$  komponen parametrik
- $\beta_0$  : Konstanta
- $\beta_1$  : Koefisien regresi untuk parametrik
- $f(z_t)$  : Fungsi komponen nonparametrik
- $\varepsilon_t$  : Galat ke- $t$  yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi  $N(0, \sigma^2)$ .

## 2.2 Uji Korelasi *Pearson*

Korelasi *Pearson* adalah bentuk korelasi sederhana yang hanya melibatkan satu variabel terikat (*dependent*) dan satu variabel bebas (*independent*). Korelasi *Pearson* menghasilkan koefisien korelasi yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel. Besarnya nilai korelasi *Pearson* dapat dinyatakan dengan persamaan berikut (Zhang, dkk., 2020):

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad (2.9)$$

dengan:

- $r_{xy}$  : Angka indeks korelasi antara variabel  $x$  dengan variabel  $y$

- $N$  : Banyak data  
 $\sum x$  : Jumlah variabel  $x$   
 $\sum y$  : Jumlah variabel  $y$

Hipotesis untuk pengujian dependensi antar variabel respon sebagai berikut (Draper & Smith, 1992):

$$H_0 : r_{xy} = 0 \text{ (tidak terdapat korelasi antar variabel).}$$

$$H_1 : r_{xy} \neq 0 \text{ (terdapat korelasi antar variabel).}$$

Uji statistik dapat dilakukan menggunakan  $P$ -Value atau  $T_{Hitung}$  dengan statistik uji sebagai berikut (Sugiyono dalam Novia, 2017):

$$t_{hitung} = \frac{r_{xy} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} \quad (2.10)$$

Jika  $P$ -Value  $< \alpha$  atau  $|t_{hitung}| > t_{tabel}$  maka keputusan tolak  $H_0$ , hal ini berarti terdapat korelasi antar variabel. Sebaliknya, jika  $P$ -Value  $> \alpha$  atau  $|t_{hitung}| < t_{tabel}$  maka keputusan terima  $H_0$  artinya tidak terdapat korelasi antar variabel.

Koefisien korelasi adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan derajat hubungan antara variabel-variabel. Nilai koefisien korelasi berkisar antara negatif 1 hingga positif 1. Nilai ini dapat dilihat pada tabel berikut (Sugiyono dalam Novia, 2017):

**Tabel 2.1** Tabel Nilai Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Akurasi
0,00-0,19	Korelasi Sangat Lemah
0,20-0,39	Korelasi Lemah



0,40-0,59	Korelasi Sedang
0,60-0,79	Korelasi Kuat
0,80-1,00	Korelasi Sangat Kuat

### 2.3 Metode *Ordinary Least Square*

Metode *Ordinary Least Square* (OLS) adalah teknik regresi yang meminimalkan jumlah kuadrat kesalahan (*error*). Metode estimasi parameter yang digunakan dalam OLS adalah dengan menduga koefisien regresi ( $\beta$ ) dengan meminimumkan kesalahan (*error*) dapat dituliskan sebagai berikut (Dzulhijjah, 2021):

$$S(\beta) = \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 \quad (2.11)$$

dengan  $\sum \varepsilon_t^2$  adalah jumlah kuadrat *error*, yang dalam notasi matriks dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\varepsilon^2 = \varepsilon^T \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & \cdots & \varepsilon_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

maka diperoleh:

$$\begin{aligned} S &= \varepsilon^T \varepsilon \\ &= (y - X\beta)^T (y - X\beta) \\ &= (y^T - \beta^T X^T)(y - X\beta) \\ &= y^T y - y^T X\beta - \beta^T X^T y + \beta^T X^T X\beta \\ &= y^T y - (y^T X\beta)^T - \beta^T X^T y + \beta^T X^T X\beta \\ &= y^T y - \beta^T X^T y - \beta^T X^T y + \beta^T X^T X\beta \\ &= y^T y - 2\beta^T X^T y + \beta^T X^T X\beta \end{aligned} \quad (2.13)$$

Kemudian,  $S$  didiferensialkan terhadap  $\beta$  dan hasilnya disamakan dengan nol sehingga  $\hat{\beta}$  dapat diketahui sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(J)}{\partial\beta} \Big|_{\beta=\hat{\beta}} &= \frac{\partial(y^T y - 2\hat{\beta}^T X^T y + \hat{\beta}^T X^T X \hat{\beta})}{\partial\hat{\beta}} & (2.14) \\ 0 &= -2X^T y + 2X^T X \hat{\beta} \\ \hat{\beta} &= (X^T X)^{-1} X^T Y \end{aligned}$$

#### 2.4 Semiparametrik *Truncated Spline*

*Truncated spline* merupakan salah satu metode estimasi regresi nonparametrik. Regresi *truncated spline* adalah pendekatan regresi nonparametrik dan semiparametrik yang populer. *Truncated spline* adalah komponen polinomial tersegmentasi dan kontinu. Keunggulan *truncated spline* adalah bahwa model *truncated spline* cenderung menemukan estimasi datanya sendiri setiap kali pola data berubah. Keunggulan ini disebabkan adanya titik-titik *knot* pada *truncated spline* yang merupakan titik persimpangan yang menandakan perubahan pola perilaku data (Eubank, 1999). Misalnya terdapat data berpasangan  $(y_t, x_t, z_t)$  dimana hubungan antara  $y_t, x_t, dan z_t$  diasumsikan mengikuti model regresi semiparametrik seperti pada persamaan (Ruppert, dkk., 2003).

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + f(z_t) + \varepsilon_t ; \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (2.15)$$

dengan:

- $y_t$  : Variabel respon ke-t
- $x_t$  : Variabel prediktor ke-t komponen parametrik
- $\beta_0$  : Konstanta
- $\beta_1$  : Koefisien regresi parametrik
- $f(z_t)$  : Fungsi komponen nonparametrik

- $z_t$  : Variabel prediktor ke- $t$  komponen nonparametrik  
 $\varepsilon_t$  : Galat ke- $t$  yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi  $N(0, \sigma^2)$ .

Kemudian jika fungsi regresi  $f(z_t)$  pada persamaan (2.15) didekati dengan kurva regresi *truncated spline* dengan titik-titik *knot*  $k_1, k_2, \dots, k_r$ , maka dapat ditulis menjadi persamaan berikut (Adawiyah, 2018).

$$f(z_t) = \sum_{j=1}^m \lambda_j z_t^j + \sum_{k=1}^r \lambda_{l+m} (z_t - k_l)_+^m \quad (2.16)$$

dengan  $\lambda$  merupakan parameter-parameter model dan fungsi *truncated*  $(z_t - k_l)_+^m$  yang dijabarkan sebagai berikut:

$$(z_t - k_l)_+^m = \begin{cases} (z_t - k_l)_+^m, & z_t \geq k_l \\ 0 & , z_t < k_l \end{cases} \quad (2.17)$$

dan  $f(z_t)$  merupakan kurva regresi nonparametrik *truncated spline* dengan derajat  $m$  dan jumlah titik *knot* sebanyak  $r$ . Derajat  $m$  merupakan derajat persamaan polynomial dan  $k_l$  merupakan titik *knot*. Oleh karena itu, didapatkan bentuk dari regresi nonparametrik dengan pendekatan *truncated spline* orde ke- $m$  adalah sebagai berikut:

$$y_t = \sum_{j=1}^m \lambda_j z_t^j + \sum_{l=1}^r \lambda_{(l+m)} (z_t - k_l)_+^m + \varepsilon_t \quad (2.18)$$

Sehingga didapatkan model regresi semiparametrik *truncated spline*, dengan substitusi persamaan (2.18) ke persamaan(2.15).

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \sum_{j=1}^m \lambda_j z_t^j + \sum_{l=1}^r \lambda_{(k+m)} (z_t - k_l)_+^m + \varepsilon_t \quad (2.19)$$

juga dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$Y = X\beta + Z\lambda + \varepsilon \quad (2.20)$$

## 2.5 Generalized Cross Validation

Hasil *spline* yang optimal dan kehalusan kurva regresinya ditentukan oleh pemilihan titik–titik *knot*. Titik *knot* adalah kombinasi perubahan fungsi *spline* yang terjadi pada interval waktu yang berbeda. Sedangkan pada kernel tingkat kehalusan kurvanya dipengaruhi oleh *bandwidth*. *Bandwidth* adalah parameter yang mengontrol jumlah pemulusan yang diterapkan pada kurva yang diramalkan. Jika titik *knot* atau *bandwidth* yang terlalu kecil, maka kurva yang dihasilkan sangat kasar dan berfluktuasi (*under-smoothing*), Namun sebaliknya jika *bandwidth* atau titik *knot* terlalu besar/lebar, maka kurva yang dihasilkan akan sangat halus, tetapi akan semakin jauh dari pola data asli (*over-smoothing*) (Hardle, 1990). Dengan demikian, diperlukan pemilihan *bandwidth* dan titik *knot* terbaik guna mendapatkan hasil yang optimal. *Generalized Cross Validation* (GCV) merupakan metode yang bisa digunakan untuk memperoleh titik *knot* dan *bandwidth* optimal ada. Pemilihan titik *knot* optimal menggunakan metode GCV pada model *truncated spline* dapat dinyatakan sebagai berikut (Eubank, 1999).

$$GCV(k_1, k_2, \dots, k_r) = \frac{MSE(k_1, k_2, \dots, k_r)}{(n^{-1} \text{trace}[I - A(k_1, k_2, \dots, k_r)])^2} \quad (2.21)$$

dengan:

$$MSE(k_1, k_2, \dots, k_r) = n^{(-1)} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{f}(z_i))^2 \quad (2.22)$$

dengan  $I$  melambangkan matriks identitas,  $n$  melambangkan banyaknya observasi dan  $k_1, k_2, \dots, k_r$  sebagai titik-titik *knot*, serta matriks  $A$  dinyatakan.

$$A(k_1, k_2, \dots, k_r) = X(X^T X)^{-1} X^T \quad (2.23)$$

## 2.6 Rescaling Data

Ada beberapa cara untuk melakukan *rescaling*, dan salah satu di antaranya adalah dengan menggunakan metode Normalisasi *Min-Max*. Normalisasi *Min-Max* adalah sebuah teknik yang mengubah skala nilai data sehingga sesuai dengan rentang antara 0 dan 1 melalui transformasi linier terhadap data asli, dengan tujuan mencapai perbandingan yang seimbang antara data penelitian (Nasution, dkk., 2019). Mengubah variabel menggunakan metode *rescaling Min-Max* melibatkan penggunaan rumus berikut (Permana & Salisah, 2022):

$$Z'_i = \frac{Z_i - \min(Z)}{\max(Z) - \min(Z)} \quad (2.24)$$

keterangan:

- $Z$  : Data aktual keseluruhan
- $Z_i$  : Data aktual pada observasi ke- $t$
- $Z'_i$  : Data hasil *rescaling* pada observasi ke- $t$
- $I$  : Banyak pengamatan, untuk  $t= 1,2, \dots, n$
- $\min(Z)$  : Nilai paling rendah dari  $Z$
- $\max(Z)$  : Nilai paling tinggi dari  $Z$

## 2.7 Keakuratan Model

Evaluasi hasil prediksi digunakan untuk menilai akurasi dari prediksi yang telah dibuat terhadap data aktual. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan suatu teknik penilaian kinerja yang dipakai untuk mengukur sejauh mana tingkat ketepatan suatu model peramalan atau prediksi. Formula untuk

menghitung MAPE dalam konteks regresi birespon adalah sebagai berikut (Wei, 2006).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\% \quad (2.25)$$

dengan:

- $n$  : Jumlah observasi,
- $y_t$  : Data aktual pada waktu ke- $t$ ,
- $\hat{y}_t$  : Nilai yang diprediksi pada waktu ke- $t$ .

## 2.8 Inflasi

Dalam konteks ekonomi makro, inflasi merujuk pada peningkatan umum dalam harga barang dan jasa yang berlangsung secara berkelanjutan. Pengertian ini mencakup dua konsep kunci yang menjadi dasar pemahaman tentang inflasi, yaitu harga umum dan harga stabil. Inflasi merupakan peningkatan harga secara keseluruhan dan tidak terbatas pada kenaikan harga spesifik yang dikarenakan oleh faktor-faktor musiman, seperti perayaan hari besar atau kelangkaan sementara. Inflasi juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lainnya, seperti:

### 1. Pemikiran Masyarakat

Pemikiran masyarakat yang mengantisipasi kenaikan harga seringkali memiliki dampak negatif. Masyarakat cenderung enggan menyimpan uang dalam bentuk kas, tetapi lebih memilih untuk mengonversinya menjadi barang-barang. Oleh karena itu, permintaan terhadap barang-barang umum meningkat, dan hal ini menyebabkan terus-menerusnya peningkatan harga.

## 2. Jumlah Uang beredar

Kenaikan tingkat inflasi dipengaruhi oleh peningkatan jumlah uang yang beredar di masyarakat. Oleh karena itu, pemerintah sebaiknya harus mempertimbangkan kemungkinan timbulnya inflasi ketika mereka memutuskan untuk mencetak lebih banyak uang. Hal ini disebabkan oleh risiko gangguan ekonomi yang dapat terjadi akibat penambahan pasokan uang yang berlebihan (Utari, dkk., 2015 dalam Suseno dan Astiyah 2009).

### **2.9 Suku Bunga (*BI Rate*)**

Sunariyah (2004) menyatakan bahwa Suku bunga adalah persentase dari jumlah pokok pinjaman yang dihitung per satuan waktu. Secara sederhana, bunga merupakan biaya atas penggunaan sumber daya yang dibayar oleh peminjam (debitur) kepada pemberi pinjaman (kreditur). Ketika suku bunga tinggi, masyarakat cenderung menyimpan uang mereka di bank untuk mendapatkan keuntungan. Akibatnya, lebih banyak uang yang beredar dalam bentuk deposito.

Menurut Prasetiantono (2000) Menyimpan uang di bank dapat mengurangi permintaan masyarakat akan uang tunai karena telah disetorkan ke dalam bentuk deposito atau tabungan. Akibatnya, jumlah uang tunai yang beredar dalam masyarakat berkurang, yang dapat menyebabkan stagnasi harga barang atau ketidakmampuan inflasi terjadi. Sebaliknya, ketika suku bunga rendah, masyarakat cenderung tidak tertarik untuk menyimpan uang dalam bentuk deposito. Hal ini mengakibatkan peningkatan peredaran uang tunai di masyarakat, yang dapat menyebabkan terjadinya inflasi.

## 2.10 Nilai Tukar (*Kurs*)

Menurut Simorangkir & Suseno (2004), nilai tukar atau *kurs* mata uang adalah rasio nilai antara mata uang asing dan mata uang domestik per unit. Dengan kata lain, *kurs* adalah nilai tukar satu mata uang terhadap mata uang lainnya. *Kurs* yang sering digunakan adalah *kurs* rupiah terhadap USD, karena nilai mata uang dolar cenderung lebih stabil dalam perekonomian. Akibatnya, perubahan nilai *kurs* tidak terlalu signifikan.

Simorangkir & Suseno (2004) menambahkan nilai tukar atau *kurs* mata uang adalah perbandingan nilai antara mata uang asing dan mata uang domestik per unitnya. Dalam hal ini, nilai tukar rupiah adalah perbandingan nilai mata uang rupiah terhadap mata uang asing. Sementara itu, *kurs* valuta asing adalah perbandingan nilai antara dua mata uang asing yang digunakan dalam transaksi perdagangan internasional. Selain itu, nilai tukar juga berfungsi sebagai acuan untuk menerjemahkan nilai komoditas antar negara dengan standar yang sama. Oleh karena itu, nilai tukar sangat penting dalam pengeluaran suatu negara.

## 2.11 Teori Inflasi Dalam Ekonomi Islam

Taqiuddin Ahmad ibn al-Maqrizi (1364M-1441M) adalah seorang murid dari Ibnu Khaldun dan dikenal sebagai seorang ekonom Islam yang terkenal dengan pemikirannya. Dia mengklasifikasikan inflasi menjadi dua jenis, yaitu inflasi yang terjadi secara alami (*Natural Inflation*) dan inflasi yang disebabkan oleh kesalahan manusia (*Human Error Inflation*)(Riani, 2003).

### 1. *Natural Inflation*



*Natural inflation* adalah bentuk inflasi yang disebabkan oleh proses alam yang tidak mungkin dihindari oleh manusia. Sebagai contoh, ketika terjadi bencana alam yang menyebabkan penurunan dan kekurangan barang-barang hasil pertanian secara signifikan. Dalam situasi seperti ini, permintaan masyarakat terus meningkat sementara pasokan barang turun secara signifikan, yang mengakibatkan kenaikan harga barang. Inflasi semacam ini muncul akibat berkurangnya penawaran agregatif atau meningkatnya permintaan agregatif.

## 2. *Human Error Inflation*

Inflasi yang berasal dari tindakan manusia, atau yang dikenal sebagai Human Error Inflation, merupakan salah satu penyebab inflasi yang timbul akibat perilaku yang tidak baik yang dilakukan oleh manusia. Tindakan yang tidak baik ini dapat mencakup sistem administrasi yang buruk, adanya budaya korupsi di kalangan pejabat, pengumpulan pajak yang tidak semestinya, dan juga pencetakan uang yang berlebihan yang mengakibatkan banyaknya uang beredar.

Merujuk kepada Al Qur'an, maka didalamnya terdapat ayat yang memberi informasi tentang akan terjadinya ketidakstabilan atau bahkan kegoncangan ekonomi, jika manusia melakukan kesalahan dalam menjalankan praktik ekonomi. Praktik-praktik atau aktivitas ekonomi yang dilakukan bertentangan dengan nilai-nilai keislaman, seperti tindakan mengkonsumsi riba, monopoli, korupsi, dan tindakan malpraktek lainnya. Bila pelaku ekonomi telah terbiasa bertindak di luar tuntunan ekonomi Ilahiah, maka tidaklah berlebihan bila krisis ekonomi yang melanda kita adalah suatu malapetaka yang sengaja diundang kehadirannya akibat

ulah tangan jahil manusia sendiri. Hal ini berkaitan dengan firman Allah Swt. dalam Al-Qur'an Kemenag (2022) Surah Ar-Rum ayat 41, yaitu:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (٤١)

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (QS Ar-Rum: 41).

Melakukan praktek ekonomi yang bertentangan dengan prinsip-prinsip syariah Islam, sebagaimana dijelaskan dalam ayat di atas, merupakan suatu tindakan yang tidak hanya merugikan individu itu sendiri tetapi juga dapat merusak fondasi-fondasi ekonomi umat. Karena setiap peraturan yang berasal dari Allah SWT selalu mengandung kebaikan bagi umat, baik dalam kehidupan dunia maupun kehidupan akhirat (Rusydia, 2013). Monopoli atau tindakan menimbun barang (ihtikar) merupakan salah satu faktor yang menyebabkan meningkatnya harga barang secara tidak terkendali. Menimbun barang akan mengakibatkan kelancaran pasokan barang ke pasar terhambat, yang dapat menyebabkan terjadinya kelangkaan. Kelangkaan barang ini kemudian dapat mendorong permintaan yang tidak terkendali, sehingga akan meningkatkan tingkat harga (inflasi). Dalam Al-Qur'an Kemenag (2022) surah At-Taubah ayat 34 Allah SWT berfirman:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِنَّ كَثِيرًا مِّنَ الْأَحْبَارِ وَالرُّهْبَانِ لَيَأْكُلُونَ أَمْوَالَ النَّاسِ بِالْبُطْلِ وَيَصْنَعُونَ عَن سَبِيلِ اللَّهِ ۗ وَالَّذِينَ يَكْنِزُونَ الذَّهَبَ وَالْفِضَّةَ وَلَا ينفِقُونَهَا فِي سَبِيلِ اللَّهِ فَبَشِّرْهُم بِعَذَابٍ أَلِيمٍ (٣٤)

Artinya: “Wahai orang-orang yang beriman, sesungguhnya banyak dari para rabi dan rahib benar-benar memakan harta manusia dengan batil serta memalingkan (manusia) dari jalan Allah. Orang-orang yang menyimpan emas dan perak, tetapi tidak menginfakkannya di jalan Allah, berikanlah kabar ‘gembira’ kepada mereka (bahwa mereka akan mendapat) azab yang pedih” (QS At-Taubah: 34)..

Ayat ini menggambarkan harta benda yang diperoleh melalui cara yang tidak benar, dan apa yang mereka simpan serta timbun dari harta tersebut akan menjadi sumber penyiksaan bagi mereka di masa mendatang. Dan mereka yang mengumpulkan serta menyimpan emas dan perak tanpa memberikannya dalam pengeluaran di jalan Allah SWT, sesuai dengan petunjuk dan tuntunan-Nya, akan menghadapi siksaan yang sangat menyakitkan. Siksaan yang diterima oleh mereka yang mengumpulkan harta namun tidak memberikan sedekah di jalan Allah, seperti yang dijelaskan dalam ayat tersebut, akan mempengaruhi tiga bagian tubuh mereka, yaitu dahi di wajah mereka, perut, dan punggung mereka. Ayat ini tidak mengecam semua yang mengumpulkan harta apalagi yang menabungnya untuk masa depan. Kecaman ditujukan kepada mereka yang mengumpulkan harta namun tidak memberikannya dalam bentuk sedekah di jalan Allah SWT, yaitu mereka yang tidak memenuhi tanggung jawab sosial dari kekayaannya, seperti membayar zakat (Az Zuhaili, 2018).

Menimbun barang atau harta tidak haram apabila dari barang tersebut ditunaikan zakatnya. Seperti yang yang disabdakan oleh Rasulullah SAW :

عُمَرُ بْنُ الْخَطَّابِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: "أَيُّ مَالٍ أَدْبَيْتَ زَكَاتَهُ فَلَيْسَ بِكَنْزٍ وَإِنْ كَانَ مَدْفُونًا فِي الْأَرْضِ،  
وَأَيُّ مَالٍ لَمْ تُؤَدِّ زَكَاتَهُ فَهُوَ كَنْزٌ يُكْوَى بِهِ صَاحِبُهُ وَإِنْ كَانَ عَلَى وَجْهِ الْأَرْضِ." وَرُوي نَحْوُهُ عَنْ  
عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَبَّاسٍ وَجَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ، وَأَبِي هُرَيْرَةَ مَرْفُوعًا وَمَوْقُوفًا

Artinya : "Umar bin Khattab radhiyallahu 'anhu berkata: "Setiap harta yang telah dikeluarkan zakatnya, maka harta itu bukanlah harta simpanan (yang tercela) meskipun terkubur di dalam tanah. Dan setiap harta yang tidak dikeluarkan zakatnya, maka harta itu adalah harta simpanan (yang tercela) yang akan membakar pemiliknya meskipun berada di atas permukaan tanah." Diriwayatkan yang serupa dari Abdullah bin Abbas, Jabir bin Abdullah, dan Abu Hurairah secara marfu' (disandarkan kepada Nabi) dan mauquf (disandarkan kepada sahabat)" (HR Ibnu Adi dan al-Khatib)(Az Zuhaili, 2018).

Terdapat hadits Rasulullah SAW yang menjadi dasar hukum monopoli atau ihtikar adalah sebagai berikut:

حَدَّثَنَا سَعِيدُ بْنُ عَمْرٍو الْأَسْعَثِيُّ، حَدَّثَنَا الْحَلِيمُ، أَنَّ الْإِتْقَاعِيَّ عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَجَلَانَ، عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَمْرٍو بْنِ عَطَاءٍ، عَنْ سَعِيدِ بْنِ الْمُسَيَّبِ، عَنْ مَعْمَرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ، عَنْ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ، قَالَ: "لَا يَحْتَكِرُ إِلَّا خَاطِئٌ." قَالَ إِبْرَاهِيمُ، قَالَ مُسْلِمٌ: وَحَدَّثَنِي بَعْضُ أَصْحَابِنَا عَنْ عَمْرٍو بْنِ عَوْنٍ، أَخْبَرَنَا خَالِدُ بْنُ عَبْدِ اللَّهِ، عَنْ عَمْرٍو بْنِ يَحْيَى، عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَمْرٍو، عَنْ سَعِيدِ

Artinya: “Abdullah bin Musallama bin qa'nabin menyampaikan kepada kami, bahwa sulaiman (ibn bilal) telah menyampaikan dari Yahya (anakny said) berkata bahwa pernah suatu saat Said bin al-Musayyab menyampaikan bahwa Ma'mara berkata, bersabda Rasulullah saw.: “Barang siapa yang telah menimbun barang maka ia adalah orang yang dilaknat”, maka ditanyalah kepada Said bahwa sesungguhnya engkau telah menimbun barang, dijawab Said bahwa hanya Ma'maralah yang telah menyampaikan berita ini kalau pernah ada orang yang menimbun barang” (HR Muslim).

Dari hadis yang disebutkan di atas, dapat disimpulkan dengan jelas bahwa meskipun Islam memberikan kebebasan kepada setiap individu dalam hal jual beli dan memenuhi keinginan hatinya, Islam dengan tegas menentang sikap ananiyah (egois) yang dapat merugikan banyak orang. Islam juga menolak tindakan keserakahan pribadi yang mengakibatkan penumpukan kekayaan dengan merugikan orang lain, terutama ketika sumber daya yang seharusnya menjadi kebutuhan masyarakat terakumulasi untuk keuntungan pribadi. Untuk itu Rasulullah SAW melarang keras praktik monopoli, dan Allah mengancam dengan hukuman yang sangat berat bagi mereka yang menimbun.

Allah SWT menyampaikan tentang hukuman yang diberikan kepada orang-orang yang memiliki harta simpanan, yaitu harta yang mereka kumpulkan akan dipanaskan di atas api, artinya akan ditempatkan dan dibakar di dalam api hingga habis terbakar. Selanjutnya, bagian dahi, perut, dan punggung mereka dibakar.

Anggota tubuh tersebut disebutkan secara spesifik karena mereka, dengan ekspresi wajah yang sombong, berhadapan dengan sesama manusia dengan kekayaan mereka, menunjukkan ekspresi muram di hadapan orang-orang miskin untuk menghindari memberikan apapun kepada mereka. Mereka menikmati harta simpanan mereka sembari tidur berbaring dan terlentang di atas lambung dan punggungnya di tengah kenikmatan-kenikmatan itu. Kemudian, membakar wajah adalah lebih membuat terkenal dan lebih membuat jelek. Membakar lambung dan punggung lebih membuat sakit dan lara (Az Zuhaili, 2018).

Nabi Muhammad saw. menafsiri adzab yang diberikan kepada orang yang menimbun harta dalam hadits yang diriwayatkan oleh Imam Muslim, Abu Dzar mengatakan bahwa Rasulullah SAW bersabda :

بَشِّرِ الْكَانِزِينَ بِكَيْ فِي ظُهُورِهِمْ يُخْرَجُ مِنْ جُنُوبِهِمْ، وَبِكَيْ مِنْ قِبَلِ أَفْئِدَتِهِمْ يُخْرَجُ مِنْ جِبَاهِهِمْ

Artinya: “Berikanlah kabar gembira kepada orang-orang yang menyimpan harta benda dengan diseterika punggung-punggung mereka, yang keluar dari lambung mereka, juga dengan seterika dari tengkuk mereka, keluar dari dahi mereka” (HR Muslim).

## 2.12 Kajian Topik dan Teori Pendukung

Metode *truncated spline* dipilih untuk melakukan implementasi mengenai estimasi regresi semiparametrik. Estimator *truncated spline* diharapkan dapat memberikan model terbaik dalam meramalkan inflasi Indonesia. Berdasarkan kerangka yang ada saat ini, penelitian tentang regresi semiparametrik dengan pendekatan *truncated spline* untuk memodelkan pengaruh nilai tukar mata uang asing (USD) dan suku bunga (*BI-rate*) terhadap inflasi di Indonesia diperkirakan dapat diselesaikan dengan baik.

Regresi *truncated spline* memiliki keunggulan yaitu kemampuannya untuk secara fleksibel mengestimasi data di berbagai titik pola data bergerak berkat kehadiran titik-titik *knot*, yaitu titik-titik perpaduan yang menyebabkan perubahan perilaku fungsi *spline* dalam interval-interval tertentu (Dewanti, dkk., 2020). Oleh karena itu, regresi *truncated spline* adalah pilihan yang ideal untuk memodelkan jenis data yang mengalami fluktuasi (Ramli, dkk., 2020). Terdapat Beberapa penelitian sebelumnya tentang penggunaan *truncated spline* dalam regresi semiparametrik telah dilakukan diantaranya yaitu, penelitian Bahri Loklomin, S (2019) mengenai pemodelan IPM di kepulauan Maluku. Model terbaik yang dihasilkan menggunakan tiga titik perpaduan (*knot*). Model ini menunjukkan koefisien determinasi sebesar 99,97% dengan GCV (*Generalized Cross Validation*) yang minimal mencapai 0,346. Pada pemodelan dengan pendekatan estimasi interval parameter model regresi semiparametrik *Truncated spline* tersebut mampu menjelaskan semua variabel prediktor yakni variabel persentase kelompok usia sekolah di perguruan tinggi, jumlah sarana kesehatan, persentase rumah tangga dengan akses sumber air minum bersih, persentase penduduk miskin dan persentase TPAK berpengaruh terhadap variabel respon (IPM).

Penelitian berikutnya Erlando, dkk. (2022) meneliti tentang tingkat pengangguran terbuka di Indonesia. Hasil analisis yang didapatkan adalah model regresi semiparametrik *truncated spline* terbaik diperoleh dengan menggunakan tiga titik perpaduan (*knot*) dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 23,10%. Hal ini menunjukkan bahwa variabel prediktor hanya mampu menjelaskan variabel respon sebesar 23,10% saja, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lainnya. jadi dapat

disimpulkan pada penelitian ini variabel prediktor tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel responnya.

Kemudian Andrianzah (2023) meneliti tentang regresi nonparametrik *truncated spline* untuk memodelkan inflasi di Indonesia. Hasil analisis regresi nonparametrik *truncated spline* pada data inflasi dan faktor-faktor yang memengaruhinya menunjukkan bahwa model terbaik regresi nonparametrik *truncated spline* dapat ditemukan dengan memilih tiga titik *knot* yang memiliki nilai GCV minimum sebesar 0,1326299 dan nilai koefisien determinasi sebesar 92,80%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa variabel prediktor memiliki hubungan sangat kuat dengan variabel reponnya.

Ningrum, dkk. (2020) mengenai pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi indeks pembangunan manusia di Indonesia. Model yang diterapkan pada penelitian ini adalah regresi semiparametrik dengan estimator *truncated spline*. Hasil yang didapatkan penelitian ini yaitu model terbaik regresi semiparametrik *spline* dengan 3 titik *knot*. Hal itu dibuktikan dengan nilai koefisien determinasi yang diperoleh yaitu sebesar 86,23%. Angka tersebut mengindikasikan bahwa model terbaik yang ditemukan mampu menggambarkan variasi dari variabel respon, yakni Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Indonesia.

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan studi literatif. Penelitian jenis kuantitatif ini berguna untuk mempermudah peneliti dalam penyusunan dan analisis data berupa angka, sehingga sesuai dengan yang diharapkan oleh peneliti. Selanjutnya peneliti akan melanjutkan untuk memodelkan data tersebut ke bentuk regresi semiparametrik *truncated spline*.

### 3.2 Data dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang terdiri dari data inflasi, *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI-Rate*. Data yang digunakan adalah data pada periode Januari 2013 hingga Desember 2023. Data inflasi, *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI-Rate* didapatkan melalui akses website resmi Bank Indonesia (BI).

Keseluruhan data tersebut diakses pada tanggal 20 Januari 2024 dan kemudian data-data tersebut disusun kedalam bentuk variabel respon  $Y$  dan variabel prediktor  $X$  sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

Simbol	Jenis Variabel	Variabel	Satuan
$Y$	Variabel Respon	Inflasi	Persentase
$X$	Variabel Prediktor Parametrik	<i>Kurs</i>	Rupiah
$Z$	Variabel Prediktor Nonparametrik	<i>BI-Rate</i>	Persentase



### 3.3 Tahapan Penelitian

Data inflasi di Indonesia periode Februari 2013 hingga Desember 2023 akan diolah oleh peneliti beserta faktor yang diduga mempengaruhinya yaitu *kurs* rupiah terhadap USD dan suku bunga (*BI-Rate*) menggunakan regresi semiparametrik *truncated spline* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

#### A. Persiapan Data

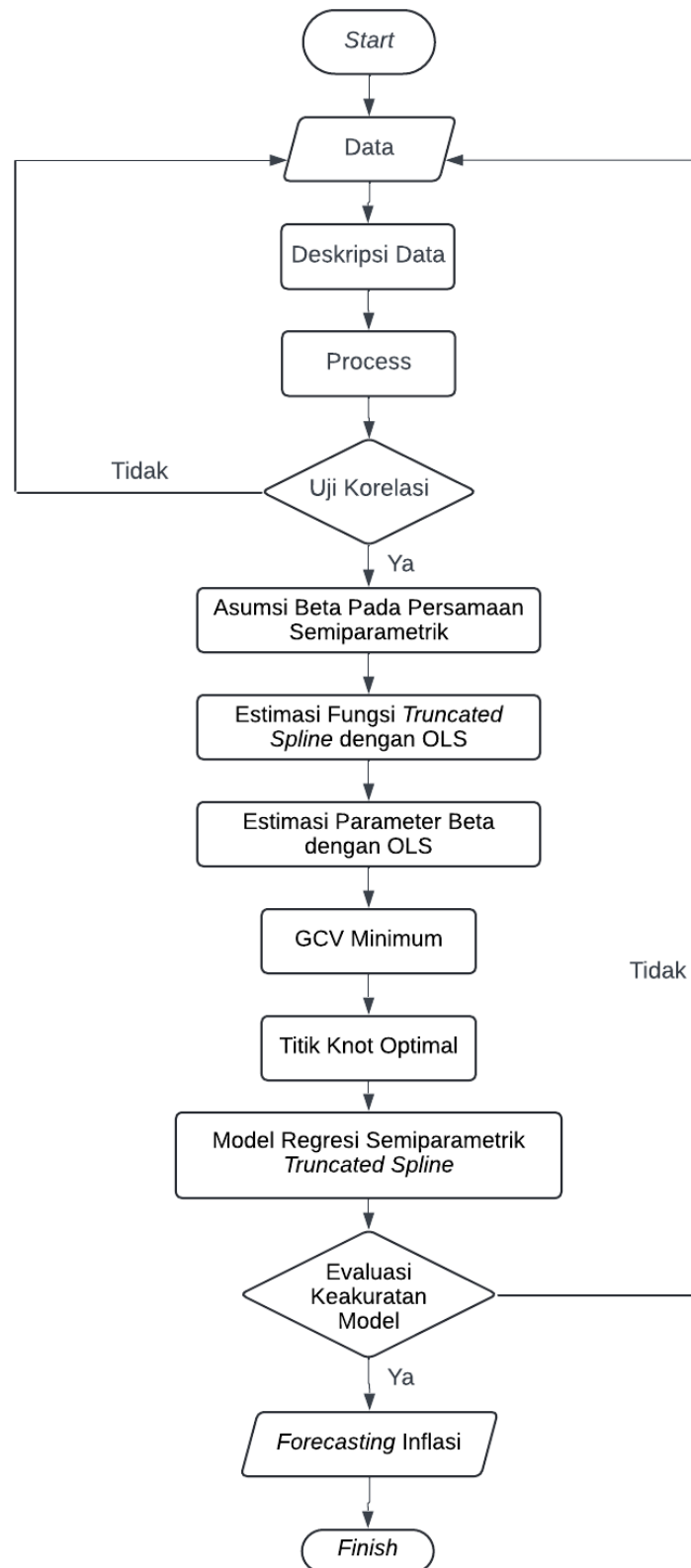
1. Mendekripsikan data dan membuat *scatterplot* untuk setiap variabel bertujuan untuk mengilustrasikan pola data agar dapat mengetahui karakteristik data.
2. *Pre-processing* data, dimulai dengan melakukan *rescaling* data menggunakan metode *min-max normalization* untuk menyesuaikan ulang skala data penelitian guna mencapai standarisasi. Langkah ini diikuti dengan pembuatan *scatterplot* untuk menganalisis pola hubungan antara masing-masing variabel prediktor dan variabel respon, dengan tujuan memahami komponen parametrik dan nonparametrik dalam data.
3. Selanjutnya, dilakukan uji korelasi *Pearson* antara variabel prediktor dan variabel respon untuk mengevaluasi tingkat hubungan korelasi antar variabel. Proses ini akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang pola hubungan antar variabel dalam dataset.

#### B. Pemodelan Regresi Semiparametrik *Truncated Spline*

1. Mengasumsikan nilai  $\beta$  (vektor parameter parametrik) sementara secara OLS ke dalam persamaan sederhana regresi semiparametrik.
2. Mengestimasi model semiparametrik *truncated spline* menggunakan

- metode *Ordinary Least Square* untuk mendapatkan nilai  $\hat{\lambda}$ .
3. Mengestimasi parameter  $\beta$  menggunakan metode *Ordinary Least Square* untuk mendapatkan nilai  $\hat{\beta}$ .
  4. Melakukan simulasi pada matriks  $Z$  basis *truncated spline*.
  5. Mengidentifikasi orde dan lokasi titik knot optimal dengan GCV.
  6. Melakukan pemodelan regresi semiparametrik *Truncated Spline*, dengan titik knot optimal yang didapatkan dari nilai GCV minimum.
- C. Evaluasi keakuratan model semiparametrik *truncated spline* menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagai indikator keakuratan model.
- D. Memprediksi inflasi menggunakan model semiparametrik *truncated spline*.

### 3.4 Flowchart



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Persiapan Data

#### 4.1.1 Statistik Deskriptif

Dalam studi ini, informasi mengenai data yang digunakan yaitu data inflasi di Indonesia beserta faktor-faktor yang memengaruhinya seperti *kurs* dollar dan BI-Rate akan dijelaskan secara statistik deskriptif. Data tersebut akan disusun dalam tabel untuk mempermudah identifikasi dan menggunakan grafik garis untuk mengetahui fluktuasi data. Data penelitian yang digunakan yaitu data periode Januari 2013 sampai Desember 2023 yang dapat dilihat dari lampiran 1. Tabel 4.1 menunjukkan nilai maximum dan minimum dari setiap variabel penelitian.

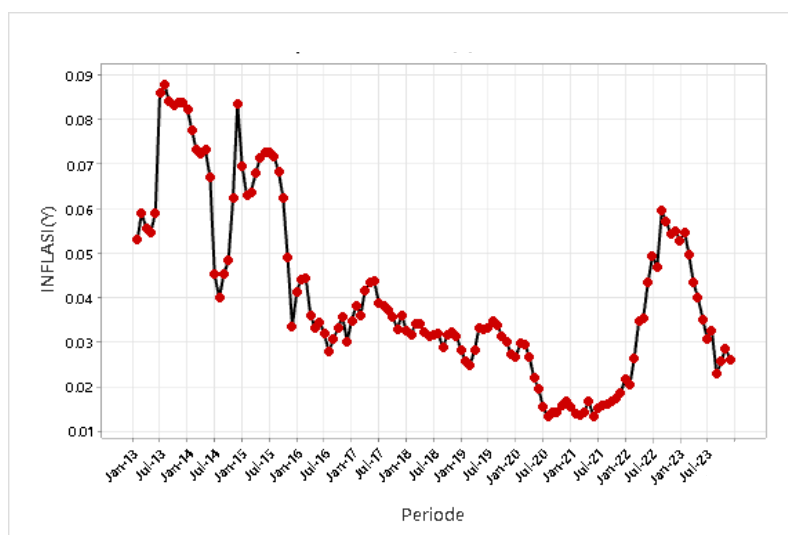
**Tabel 4.1** Nilai Minimum dan Maksimum Data

<b>Data</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
<b>Inflasi (%)</b>	1,32	8,79
<b><i>Kurs</i> (Rp)</b>	9.667	16.367
<b>BI-Rate (%)</b>	3,50	7,75

Dalam Tabel 4.1, diketahui nilai minimum dan maksimum dari setiap variabel penelitian, yang masing-masing variabelnya terdiri dari 131 data. Untuk data inflasi, nilai minimum adalah 1,32 yang terjadi pada bulan Agustus 2013, sedangkan nilai maksimumnya adalah 8,79 yang terjadi pada bulan Agustus 2020. Untuk data *kurs* valuta asing, nilai minimum adalah 9.667 pada bulan Maret 2013, dan nilai maksimumnya adalah 16.367 pada bulan April 2020. Sementara untuk data BI-Rate, nilai minimumnya adalah 3,50 dari Maret 2021 hingga Agustus 2022,

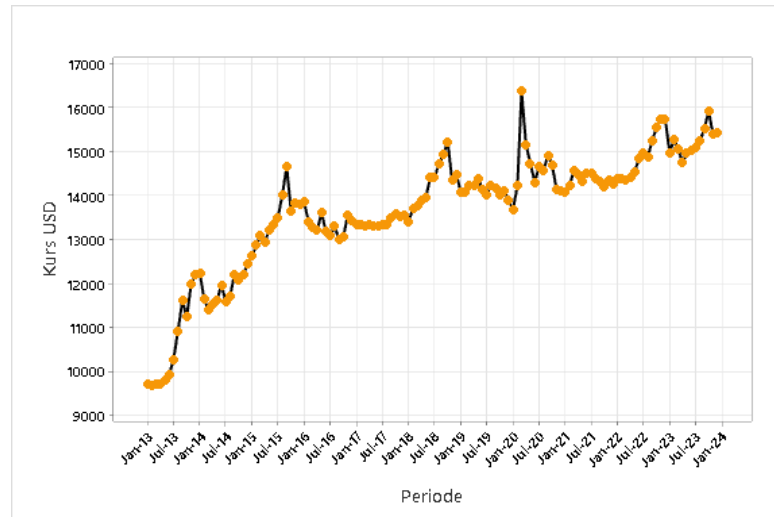
dan nilai maksimumnya adalah 7,75 dari bulan Desember 2014 hingga Februari 2015.

Untuk memperjelas fluktuasi data, digunakan diagram garis. Diagram garis berguna untuk menunjukkan perubahan atau perkembangan data dari satu periode waktu ke periode waktu lainnya. Berikut ini disajikan diagram garis yang mengilustrasikan fluktuasi inflasi di Indonesia dari bulan Januari 2013 hingga Desember 2023:



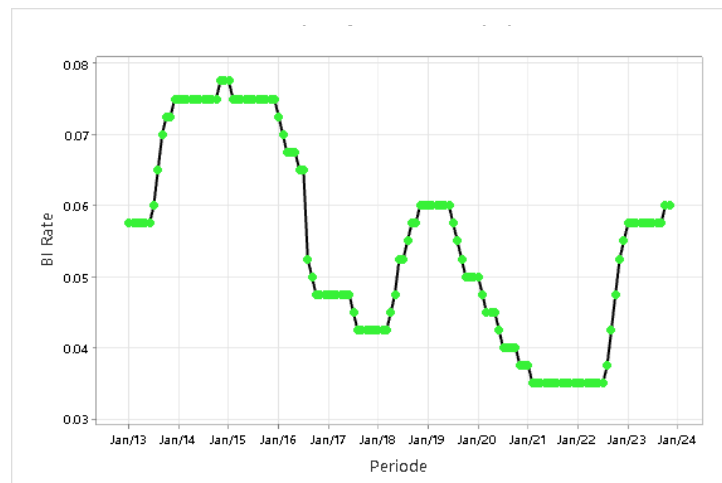
**Gambar 4.1** Diagram Garis Data Inflasi Indonesia

Berdasarkan gambar 4.1 terlihat bahwa data inflasi selama 11 tahun terakhir (2013-2023) menunjukkan tren yang cenderung fluktuatif, dimana data terkadang memiliki tren turun, stabil dan naik. Tren data inflasi yang cenderung fluktuatif di Indonesia tidak terlepas dari faktor-faktor yang mempengaruhinya. Pada penelitian ini terdapat dua faktor yang diduga mempengaruhi terjadinya inflasi di Indonesia. Diagram garis pada masing-masing faktor yang diduga berpengaruh terjadinya fluktuasi inflasi sejak Februari 2013 hingga Desember 2023 diuraikan sebagai berikut ini:



**Gambar 4.2** Diagram Garis Data *Kurs*

Kemudian, variabel prediktor lain yaitu *BI-rate* juga disajikan diagram garis seperti gambar di bawah ini:



**Gambar 4.3** Diagram Garis Data *BI-rate* (Suku Bunga)

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa variabel nilai *kurs* rupiah terhadap USD memiliki tren yang fluktuatif selama 11 tahun terakhir (2013-2023). Nilai *kurs* cenderung stabil dikisaran Rp.13.000,- hingga Rp.14.000,- selama periode Januari 2015 hingga Januari 2018. Kemudian mengalami kenaikan yang signifikan antara bulan Januari 2020 sampai April 2020.

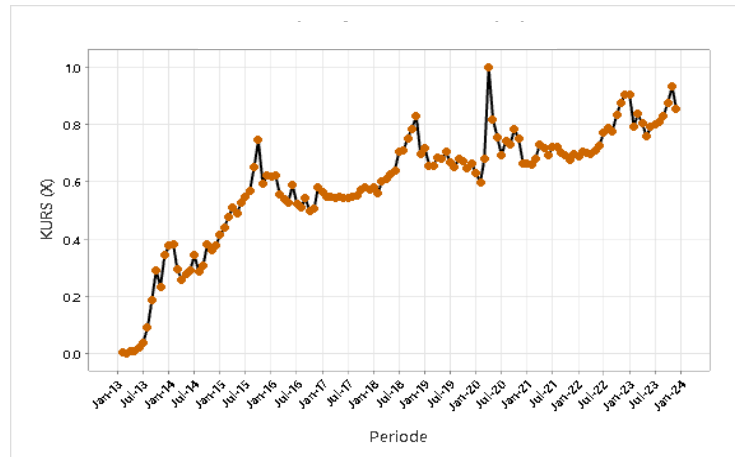
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa variabel Bi-rate memiliki tren yang fluktuatif dan tidak memiliki pola yang teratur selama periode 2013 hingga 2023. Pada periode Juli 2015 hingga Juli 2017 mengalami penurunan yang signifikan dan mengalami kenaikan lagi pada Januari 2018 hingga Januari 2019. Kemudian mengalami penurunan lagi yang signifikan pada Juli 2019 hingga Januari 2021. Hal tersebut dikarenakan terjadinya pandemi *covid-19* pada periode tersebut.

#### 4.1.2 Transformasi dan Pola Data

Transformasi data adalah langkah untuk mengubah data ke dalam skala yang berbeda. Dalam konteks penelitian ini, mengingat variabel inflasi dan BI-rate sudah memiliki skala dan satuan yang sama sedangkan untuk variabel *kurs* memiliki skala dan satuan yang berbeda, sehingga diperlukan proses *rescaling* atau penskalaan agar semua data berada dalam rentang tertentu. Metode yang digunakan adalah normalisasi *Min-Max*, yang mengubah nilai-nilai data sehingga mereka berada dalam rentang antara 0 dan 1. Dengan menggunakan teknik ini, kita dapat memperoleh hasil penskalaan data *kurs* pada bulan Januari 2013, sebagaimana dinyatakan dalam persamaan (2.24):

$$\begin{aligned} Z_i' &= \frac{9698 - 9666}{16367 - 9666} \times 100\% \\ &= \frac{32}{6701} \times 100\% \\ &= 0.48\% = 0.0048 \end{aligned} \quad (4.1)$$

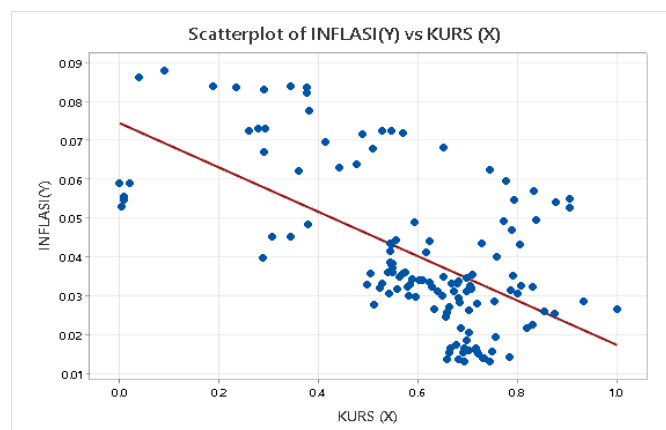
Persamaan (4.1) merupakan adalah sebuah contoh perhitungan *rescaling* pada data *kurs* valuta asing untuk bulan Januari 2013. Hasil dari proses penskalaan data *kurs* untuk penelitian ini terlampir di lampiran 2. Berikut grafik data *kurs* setelah di *rescaling*.



**Gambar 4.4** Diagram Garis Data *Kurs* Setelah Re. . . . .

Dalam analisis statistik, hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dapat diidentifikasi dari pola yang terbentuk di antara keduanya. Jika *scatterplot* menunjukkan pola yang jelas, seperti garis lurus atau pola yang dapat dimodelkan dengan persamaan matematika tertentu, maka data mungkin lebih cocok untuk dianalisis menggunakan pendekatan parametrik. Namun, jika *scatterplot* tidak menunjukkan pola yang jelas atau pola yang terlihat acak, maka data mungkin lebih sesuai untuk dianalisis menggunakan regresi nonparametrik. Di bawah ini akan disajikan hasil *scatterplot* untuk setiap variabel prediktor dan respon:

1. *Scatterplot* antara inflasi ( $y$ ) dengan *kurs* ( $x$ ).

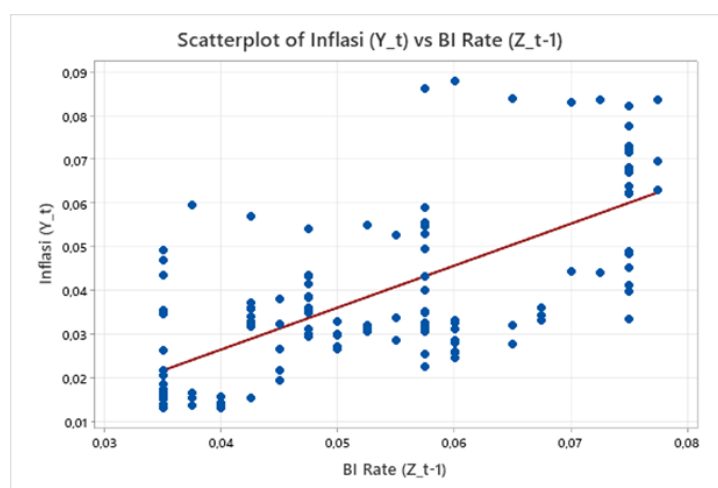


**Gambar 4.5** *Scatterplot* Inflasi ( $y$ ) dengan *Kurs* ( $x$ )



Dari visualisasi pada Gambar 4.5, dapat diamati bahwa hubungan antara variabel respon, yaitu tingkat inflasi ( $y$ ), dan variabel prediktor *kurs* ( $x$ ) cenderung membentuk pola tertentu. Pola data iflasi dan *kurs* rupiah terhadap USD terlihat cenderung mengikuto garis lurus atau linier. Berdasarkan hal ini, dapat disimpulkan bahwa data *kurs* lebih sesuai untuk dianalisis menggunakan pendekatan regresi parametrik.

2. *Scatterplot* antara inflasi ( $y$ ) dengan BI-rate ( $z$ ).



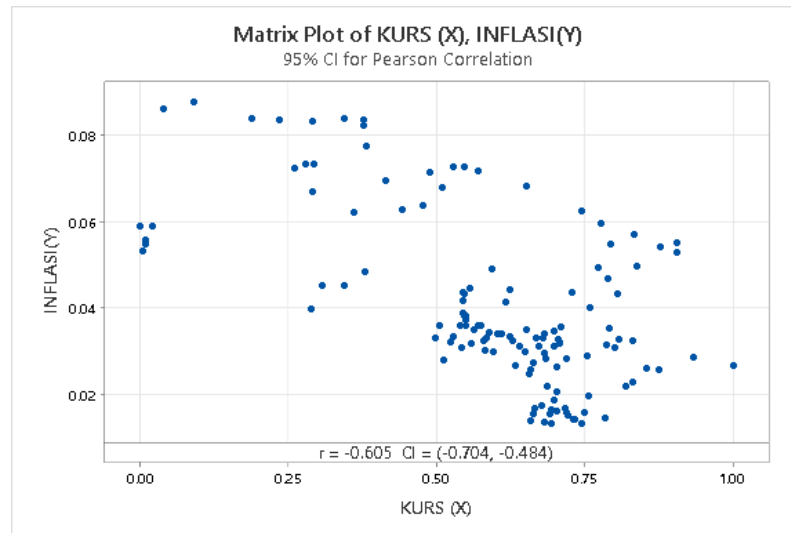
**Gambar 4.6** *Scatterplot* Inflasi ( $y$ ) dengan BI-rate ( $z$ )

Dari grafik yang ada pada Gambar 4.6, terlihat bahwa pola data antara tingkat inflasi dan BI-rate menunjukkan penyebaran yang lebih luas, mengindikasikan bahwa hubungan antara keduanya mungkin lebih kompleks atau tidak membentuk pola tertentu sehingga tidak dapat mendekati dengan model tertentu. Oleh karena itu, untuk menganalisis hubungan antara inflasi dan BI-rate, lebih tepat digunakan metode regresi nonparametrik.

### 4.1.3 Hasil Uji Korelasi *Pearson*

Uji korelasi *pearson* digunakan untuk mengevaluasi seberapa kuat hubungan antara dua variabel. Berikut adalah hasil uji korelasi *pearson* antara variabel prediktor dengan variabel respon~:

1. Hasil uji korelasi *pearson* antara inflasi ( $y$ ) dengan *kurs* ( $x$ ).



**Gambar 4.7** Hasil Uji Korelasi Inflasi ( $y$ ) dengan *Kurs* ( $x$ )

Hipotesis uji korelasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

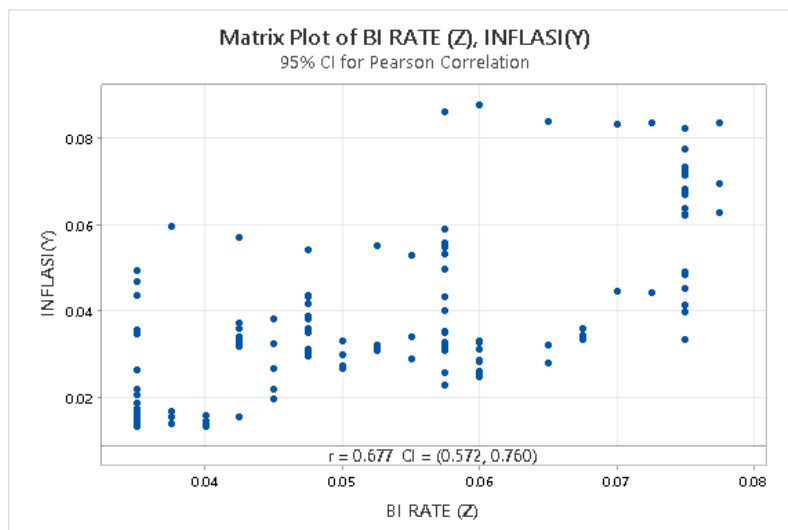
$$H_0 : r_{xy} = 0 \quad (\text{tidak terdapat korelasi antara variabel inflasi dan } kurs)$$

$$H_1 : r_{xy} \neq 0 \quad (\text{terdapat korelasi antara variabel inflasi dan } kurs)$$

Berdasarkan analisis korelasi *Pearson* antara tingkat inflasi dan *kurs* valuta asing seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7, ditemukan bahwa koefisien korelasi antara keduanya mencapai -0,605. Dari nilai ini, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara tingkat inflasi dan *kurs* valuta asing adalah kuat. Korelasi yang negatif menunjukkan bahwa hubungan antara keduanya bersifat terbalik, yang berarti jika tingkat inflasi meningkat, maka *kurs* valuta asing cenderung menurun, dan sebaliknya. Selain itu, nilai  $p\text{-value} < \alpha$  (dengan tingkat signifikansi

$\alpha = 5\%$ ) maka keputusan tolak  $H_0$ , hal ini menunjukkan bahwa hubungan kedua variabel signifikan secara statistik.

2. Hasil uji korelasi *pearson* antara inflasi (y) dengan BI-rate (z).



**Gambar 4.8** Hasil Uji Korelasi Inflasi (y) dengan BI-rate (z)

Hipotesis uji korelasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$H_0 : r_{xy} = 0$  (tidak terdapat korelasi antara variabel inflasi dan BI-rate)

$H_1 : r_{xy} \neq 0$  (terdapat korelasi antara variabel inflasi dan BI-rate)

Gambar 4.8, menunjukkan bahwa koefisien korelasi antara keduanya mencapai 0,677 yang berarti kedua variabel memiliki hubungan yang kuat. Korelasi yang positif menunjukkan bahwa hubungan keduanya bersifat searah, yang berarti jika tingkat inflasi meningkat, maka BI-rate juga cenderung meningkat, dan sebaliknya. Selain itu, nilai  $p\text{-value} < \alpha$  (dengan tingkat signifikansi  $\alpha 5\%$ ) maka keputusan tolak  $H_0$ , hal ini menunjukkan bahwa hubungan kedua variabel signifikan secara statistik.

## 4.2 Pemodelan Regresi Semiparametrik Truncated Spline

Penerapan regresi semiparametrik *truncated spline* dilakukan untuk memodelkan data inflasi di Indonesia beserta dua faktor yang diduga mempengaruhinya. Data inflasi di Indonesia dijadikan sebagai variabel respon, sedangkan dua faktor yang diduga berpengaruh, yaitu suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) dan *kurs* rupiah terhadap USD sebagai variabel prediktor. Sebelum melakukan pemodelan, model terbaik pada regresi semiparametrik spline truncated sangat ditentukan oleh pemilihan titik knot optimal pada komponen nonparametriknya. Oleh karena itu, akan ditentukan terlebih dahulu perhitungan titik knot optimal dengan satu titik knot, dua titik knot dan tiga titik knot.

### 4.2.1 Estimasi Parameter Menggunakan OLS

Pendekatan regresi semiparametrik digunakan ketika bentuk kurva regresi dianggap sebagian diketahui dan sebagian lagi tidak diketahui. Proses estimasi regresi semiparametrik dilakukan secara bertahap, dimulai dengan estimasi fungsi nonparametrik menggunakan estimator *Truncated Spline* yang kemudian diikuti dengan estimasi parameter pada komponen parametrik melalui model linier sederhana menggunakan metode estimasi *Ordinary Least Squares* (OLS). Model regresi semiparametrik secara umum dapat dituliskan seperti persamaan (2.15).

Fungsi  $f(z_t)$  pada persamaan (2.15) dapat didekati dengan estimator *truncated spline* dengan asumsi bahwa parameter  $\beta$  pada komponen parametrik sudah diketahui. Bentuk model regresi semiparametrik *truncated spline* dengan banyak titik knot  $r$  dan orde  $m$  adalah sebagai berikut:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \sum_{j=1}^m \lambda_j z_{t-1}^j + \sum_{l=1}^r \lambda_{(l+m)} (z_{t-1} - k_l)_+^m + \varepsilon_t \quad (4.2)$$

dengan fungsi *truncated*:

$$(z_t - k_l)_+^m = \begin{cases} (z_t - k_l)_+^m, & z_t \geq k_l \\ 0 & , z_t < k_l \end{cases} \quad (4.3)$$

dan  $t = 2, 3, \dots, n$  dapat diuraikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} y_2 &= \beta_0 + \beta_1 x_1 + \sum_{j=1}^m \lambda_j z_1^j + \sum_{l=1}^r \lambda_{(l+m)} (z_1 - k_l)_+^m + \varepsilon_2 \\ y_3 &= \beta_0 + \beta_1 x_2 + \sum_{j=1}^m \lambda_j z_2^j + \sum_{l=1}^r \lambda_{(k+m)} (z_2 - k_l)_+^m + \varepsilon_3 \\ &\vdots \\ y_n &= \beta_0 + \beta_1 x_{n-1} + \sum_{j=1}^m \lambda_j z_{n-1}^j + \sum_{l=1}^r \lambda_{(l+m)} (z_{n-1} - k_l)_+^m + \varepsilon_n \end{aligned} \quad (4.4)$$

Misalkan  $Y$  adalah vektor respon,

$$Y = \begin{bmatrix} y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

$X$  adalah matriks prediktor komponen parametrik,

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_{n-1} \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

$\beta$  adalah vektor parameter komponen parametrik,

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

$Z$  adalah matriks prediktor komponen nonparametrik,

$$Z = \begin{bmatrix} z_1 & \cdots & z_1^m & (z_1 - k_1)_+^m & (z_1 - k_2)_+^m & \cdots & (z_1 - k_r)_+^m \\ z_2 & \cdots & z_2^m & (z_2 - k_1)_+^m & (z_2 - k_2)_+^m & \cdots & (z_2 - k_r)_+^m \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ z_{n-1} & \cdots & z_{n-1}^m & (z_{n-1} - k_1)_+^m & (z_{n-1} - k_2)_+^m & \cdots & (z_{n-1} - k_r)_+^m \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

$\lambda$  adalah vektor parameter komponen nonparametrik,

$$\lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_m \\ \lambda_{m+1} \\ \lambda_{m+2} \\ \vdots \\ \lambda_{m+r} \end{bmatrix} \quad (4.9)$$

dan  $\varepsilon$  adalah vektor *error*

$$\varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (4.10)$$

Sehingga persamaan (4.2) dapat dituliskan dalam bentuk persamaan matriks yang lebih sederhana sebagai berikut:

$$Y = X\beta + Z\lambda + \varepsilon \quad (4.11)$$

Tahap awal melakukan estimasi sementara untuk parameter  $\beta$  pada komponen parametrik menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) dengan mengasumsikan bahwa  $Z\lambda + \varepsilon$  pada persamaan (4.11) sebagai  $e$  (*parametric error*) sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y = X\beta + e \quad (4.12)$$

kemudian diperoleh  $\hat{\beta}$  secara OLS ,

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (4.13)$$

Sehingga didapatkan persamaan untuk mengestimasi parameter  $\lambda$  pada komponen nonparametrik sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
Y &= X\hat{\beta} + Z\lambda + \varepsilon \\
Y - X\hat{\beta} &= \\
Y^* &= Z\lambda + \varepsilon
\end{aligned} \tag{4.14}$$

Dengan menggunakan metode regresi semiparametrik *Truncated Spline*, model diestimasi menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) sehingga didapatkan  $\hat{\lambda}$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial J}{\partial \lambda} &= -2Z^T Y^* + 2Z^T Z \hat{\lambda} \\
0 &= -2Z^T Y^* + 2Z^T Z \hat{\lambda} \\
Z^T Z \hat{\lambda} &= Z^T Y^* \\
\hat{\lambda} &= (Z^T Z)^{-1} Z^T Y^*
\end{aligned} \tag{4.15}$$

Dengan demikian, didapatkan pendekatan fungsi pada komponen nonparametrik:

$$\hat{f}(Z) = Z\lambda = Z(Z^T Z)^{-1} Z^T Y^* = AY^* \tag{4.16}$$

dengan,

$$A = Z(Z^T Z)^{-1} Z^T \tag{4.17}$$

yang merupakan matrik *hat* dalam pendekatan fungsi nonparametrik.

Dengan nilai-nilai estimasi parameter  $\lambda$  yang diperoleh pada persamaan (4.15) digunakan sebagai pendekatan fungsi nonparametrik, sehingga regresi semiparametrik Persamaan (4.11) dapat ditulis sebagai,

$$\begin{aligned}
Y &= X\beta + Z\lambda + \varepsilon \\
&= X\beta + AY^* + \varepsilon \\
&= X\beta + A(Y - X\beta) + \varepsilon \\
&= X\beta + AY - AX\beta + \varepsilon \\
&= X\beta - AX\beta + AY + \varepsilon \\
&= (I - A)X\beta + AY + \varepsilon \\
Y - AY &= (I - A)X\beta + \varepsilon \\
(I - A)Y &= (I - A)X\beta + \varepsilon \\
\tilde{Y} &= \tilde{X}\beta + \varepsilon
\end{aligned} \tag{4.18}$$

Selanjutnya, menghitung estimasi parameter  $\beta$  menggunakan OLS,

$$\begin{aligned}\hat{\beta} &= (\tilde{X}^T \tilde{X})^{-1} \tilde{X}^T \tilde{Y} \\ &= \left( ((I-A)X)^T (I-A)X \right)^{-1} ((I-A)X)^T (I-A)Y \\ &= \left( X^T (I-A)^T (I-A)X \right)^{-1} X^T (I-A)^T (I-A)Y\end{aligned}\quad (4.19)$$

Sehingga pendekatan fungsi pada komponen parametrik adalah;

$$\begin{aligned}X\hat{\beta} &= X \left( X^T (I-A)^T (I-A)X \right)^{-1} X^T (I-A)^T (I-A)Y \\ &= BY\end{aligned}\quad (4.20)$$

dengan

$$B = X \left( X^T (I-A)^T (I-A)X \right)^{-1} X^T (I-A)^T (I-A) \quad (4.21)$$

yang merupakan matrik *hat* dalam pendekatan komponen parametrik. Maka, diperoleh estimasi regresi model semiparametrik,

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= X\hat{\beta} + Z\hat{\lambda} = X\hat{\beta} + AY^* \\ &= X\hat{\beta} + A(Y - X\beta) = X\hat{\beta} + AY - AX\hat{\beta} \\ &= BY + AY - ABY = (B + A - AB)Y \\ &= MY\end{aligned}\quad (4.22)$$

dengan

$$M = B + A - AB \quad (4.23)$$

#### 4.2.2 Matriks Basis *Truncated Spline*

Pada penelitian ini dilakukan pembentukan matriks  $Z$  basis *truncated spline* pada komponen nonparametrik. Matriks ini digunakan untuk mengetahui pengaruh banyaknya titik knot terhadap matriks  $Z$  pada orde linier ( $m = 1$ ). Banyak titik knot yang digunakan yaitu satu, dua dan tiga titik knot. Kombinasi



menggukan satu, dua dan tiga titik knot digunakan untuk mengetahui keberadaan titik knot optimal.

#### 4.2.2.1 Matriks $Z$ Basis *Truncated Spline* Orde 1 Dengan 1 Titik Knot

Misalkan diketahui titik knot optimal yaitu  $k_1$ , maka berdasarkan persamaan (4.2) didapatkan persamaan semiparametrik *truncated spline* orde 1 dengan 1 titik knot sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{t-1} + \hat{\lambda}_1 z_{t-1} + \hat{\lambda}_2 (z_{t-1} - k_1)_+ \quad (4.24)$$

dengan  $t=2,3,4,5,6$ .

Sehingga terbentuk matriks ( $Z$ ) berukuran  $5 \times 2$  sebagai berikut:

$$Z = \begin{bmatrix} z_1 & (z_1 - k_1) \\ z_2 & (z_2 - k_1) \\ z_3 & (z_3 - k_1) \\ z_4 & (z_4 - k_1) \\ z_5 & (z_5 - k_1) \end{bmatrix} \quad (4.25)$$

#### 4.2.2.2 Matriks $Z$ Basis *Truncated Spline* Orde 1 Dengan 2 Titik Knot.

Misalkan diketahui titik knot optimal yaitu  $k_1$  dan  $k_2$  maka berdasarkan persamaan (4.2) didapatkan persamaan semiparametrik *truncated spline* orde 1 dengan 2 titik knot sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{t-1} + \hat{\lambda}_1 z_{t-1} + \hat{\lambda}_2 (z_{t-1} - k_1)_+ + \hat{\lambda}_3 (z_{t-1} - k_2)_+ \quad (4.26)$$

dengan  $t=2,3,4,5,6$ .

Sehingga terbentuk matriks ( $Z$ ) berukuran  $5 \times 3$  sebagai berikut:

$$Z = \begin{bmatrix} z_1 & (z_1 - k_1) & (z_1 - k_2) \\ z_2 & (z_2 - k_1) & (z_2 - k_2) \\ z_3 & (z_3 - k_1) & (z_3 - k_2) \\ z_4 & (z_4 - k_1) & (z_4 - k_2) \\ z_5 & (z_5 - k_1) & (z_5 - k_2) \end{bmatrix} \quad (4.27)$$

#### 4.2.2.3 Matriks $Z$ Basis *Truncated Spline* Orde 1 Dengan 3 Titik Knot.

Misalkan diketahui titik knot optimal yaitu  $k_1$ ,  $k_2$  dan  $k_3$ , maka berdasarkan persamaan (4.2) didapatkan persamaan semiparametrik *truncated spline* orde 1 dengan 3 titik knot sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{t-1} + \hat{\lambda}_1 z_{t-1} + \hat{\lambda}_2 (z_{t-1} - k_1)_+ + \hat{\lambda}_3 (z_{t-1} - k_2)_+ + \hat{\lambda}_4 (z_{t-1} - k_3)_+ \quad (4.28)$$

dengan  $t=2,3,4,5,6$ .

Sehingga terbentuk matriks ( $Z$ ) berukuran  $5 \times 4$  sebagai berikut:

$$Z = \begin{bmatrix} z_1 & (z_1 - k_1) & (z_1 - k_2) & (z_1 - k_3) \\ z_2 & (z_2 - k_1) & (z_2 - k_2) & (z_2 - k_3) \\ z_3 & (z_3 - k_1) & (z_3 - k_2) & (z_3 - k_3) \\ z_4 & (z_4 - k_1) & (z_4 - k_2) & (z_4 - k_3) \\ z_5 & (z_5 - k_1) & (z_5 - k_2) & (z_5 - k_3) \end{bmatrix} \quad (4.29)$$

#### 4.2.3 Pemilihan Titik Knot Optimal Menggunakan GCV

Penelitian ini menggunakan regresi semiparametrik *truncated spline* linier ( $m = 1$ ) dengan satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot. Pemilihan titik knot optimal dilakukan dengan menggunakan metode GCV. Setelah dilakukan pemilihan titik knot optimal pada masing-masing pemilihan satu titik knot, dua

titik knot dan tiga titik knot, selanjutnya akan dibandingkan dan dipilih titik knot optimal terbaik berdasarkan GCV minimum.

Tabel 4.2 merupakan hasil perbandingan nilai GCV minimum dari masing-masing pemilihan titik knot optimal.

**Tabel 4.2** Perbandingan Nilai GCV Minimum

Jumlah Titik Knot	Titik Knot	GCV
1	0,0645	$1,668017 \times 10^{-4}$
2	0,0350	$1,701132 \times 10^{-4}$
	0,0750	
3	0,0350	$1,71866 \times 10^{-4}$
	0,0550	
	0,0575	

Model terbaik akan dipilih berdasarkan GCV minimum dari masing-masing pemilihan titik knot optimal. Berdasarkan tabel 4.2 diperoleh nilai GCV paling minimum sebesar  $1,668017 \times 10^{-4}$  yang terjadi pada pemilihan titik knot optimal menggunakan satu titik knot.

#### 4.2.4 Model Regresi Semiparametrik *Truncated Spline* Terbaik Dengan Titik Knot Optimal

Berdasarkan hasil perolehan titik knot optimum, maka akan didapatkan persamaan regresi semiparametrik berdasarkan persamaan (4.2) sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{t-1} \sum_{j=1}^1 \hat{\lambda}_j z_{t-1}^j + \sum_{k=1}^1 \hat{\lambda}_{(k+1)} (z_{t-1} - k)_+^1 + \varepsilon_t \quad (4.30)$$

yang dapat diuraikan sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{t-1} + \hat{\lambda}_1 z_{t-1} + \hat{\lambda}_2 (z_{t-1} - 0,0645)_+ + \varepsilon_t \quad (4.31)$$

dengan menggunakan metode OLS, maka parameter  $\beta$  dan  $\lambda$  pada model (4.31) dapat diketahui dari Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Nilai Parameter  $\beta$  dan  $\lambda$

Variabel	Parameter	Estimasi Parameter
x	$\hat{\beta}_0$	0,03249
	$\hat{\beta}_1$	-0,03458
z	$\hat{\lambda}_1$	0,4816047
	$\hat{\lambda}_2$	0,9799030

Sehingga berdasarkan persamaan (4.31) dengan parameter  $\beta$  dan  $\lambda$  yang diketahui dari tabel 4.3 diperoleh hasil estimasi parameter dan model dari regresi smiparametrik *truncated spline* sebagai berikut.

$$\hat{y}_t = 0,03249 - 0,03458x_{t-1} + 0,4816047z_{t-1} + 0,9799030(z_{t-1} - 0,0645)_+ \quad (4.32)$$

Berdasarkan model regresi *truncated spline* di atas, dapat dilakukan perhitungan prediksi (*forecasting*) pada data *training* yang diperoleh dari data inflasi, *kurs* USD, dan *BI rate* bulan Januari 2013 hingga Desember 2023 sehingga didapatkan hasil perhitungan prediksi inflasi sebagai berikut:

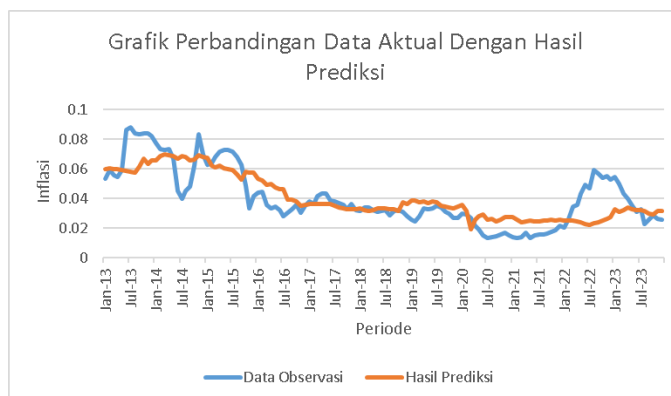
$$\begin{aligned} \hat{y}_2 &= 0,03249 - 0,03458(0,0048) + 0,4816047(0,0575) \\ &\quad + 0,9799030(0,0575 - 0,0645)_+ \\ &= 0,03249 - 0,03458(0,0048) + 0,4816047(0,0575) \\ &\quad + 0,9799030(-0,007) \end{aligned} \quad (4.33)$$

Pada perhitungan di atas, diperoleh nilai negatif pada perhitungan selisih knot dan data pada tanda kurung. Hal ini berarti bahwa nilai titik knot 0,0645 lebih besar dari data sampel  $z_1$  yaitu 0,0575. Berdasarkan teori regresi *truncated spline* pada persamaan (2.17) jika selisih perhitungan knot dengan data sampel bernilai

negatif maka hasil perhitungannya adalah 0. Sehingga diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &= 0,03249 - 0,03458(0,0048) + 0,4816047(0,0575) \\
 &\quad + 0,9799030(0) \\
 &= 0,03249 - 0,0001659 + 0,0276922 + 0 \\
 &= 0,0600162
 \end{aligned}
 \tag{4.34}$$

Sehingga dapat diketahui nilai prediksi inflasi pada bulan Februari 2013 yaitu 0,0600162, sedangkan data inflasi bulan Februari sesungguhnya adalah 0,0531. Jadi hasil prediksi inflasi pada bulan Februari menggunakan model (4.32) terdapat *error* sebesar 0,0069162. Untuk hasil prediksi pada seluruh data *training* terdapat pada lampiran 3. Hasil plot grafik antara inflasi aktual dan inflasi hasil prediksi sebagai berikut.



**Gambar 4.9** Grafik Perbandingan Data Observasi dan Hasil Prediksi

### 4.3 Keakuratan Model Semiparametrik *Truncated Spline*

Uji keakuratan model bertujuan untuk mengevaluasi seberapa baik model peramalan atau prediksi dapat memprediksi nilai aktual. Salah satu alat pengukuran yang umum digunakan untuk tujuan ini adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE mengukur tingkat kesalahan relatif dari suatu model atau peramalan dengan menghitung nilai rata-rata dari selisih persentase antara nilai

aktual dan nilai peramalan. Dalam penelitian ini, MAPE digunakan untuk menilai akurasi model peramalan, di mana semakin rendah nilai MAPE, semakin baik kinerja model tersebut. Dengan demikian, MAPE memberikan gambaran yang jelas tentang seberapa baik model dapat memprediksi data aktual dalam bentuk persentase kesalahan relatif. Berdasarkan persamaan (2.25) diperoleh perhitungan MAPE sebesar 27,1811%. Angka ini menunjukkan tingkat akurasi yang cukup. Meskipun begitu, model regresi semiparametrik *truncated spline* ini masih dapat digunakan sebagai alat untuk melakukan *forecasting*.

#### 4.4 Prediksi Inflasi Menggunakan Model Semiparametrik *Truncated Spline*

Prediksi akan dilakukan dengan menggunakan model regresi semiparametrik *truncated spline* yang didapatkan. Kemudian dilakukan percobaan untuk melakukan prediksi pada data *testing* yang di peroleh dari data inflasi, *kurs*, dan *BI rate* bulan Januari 2024 hingga April 2024. Berikut merupakan tabel data *testing* yang sudah dilakukan *rescaling*:

**Tabel 4.4** Data *testing*

Inflasi(y)	<i>Kurs</i> ( $x_{t-1}$ )	<i>Bi rate</i> ( $z_{t-1}$ )
0.0275	0.8581	0.06
0.0275	0.9148	0.06
0.0305	0.8964	0.06
0.0300	0.9233	0.0625

Menggunakan model semiparametrik *truncated spline* berdasarkan persamaan (4.32) maka dapat diperoleh hasil prediksi yang disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 4.5** Tabel Hasil Prediksi

Periode	Inflasi(y)	Hasil Prediksi	<i>error</i>
Januari 2024	0,0257	0,03171	-0,00601
Februari 2024	0,0275	0,02975	-0,00225
Maret 2024	0,0305	0,03039	0,00011
April 2024	0,03	0,03066	-0,00066

Berdasarkan tabel 4.5 di peroleh hasil prediksi inflasi pada bulan Januari 2024 adalah 0,03171; Februari 2024 adalah 0,02975; Maret 2024 adalah 0,03039; dan April 2024 adalah 0,03066.

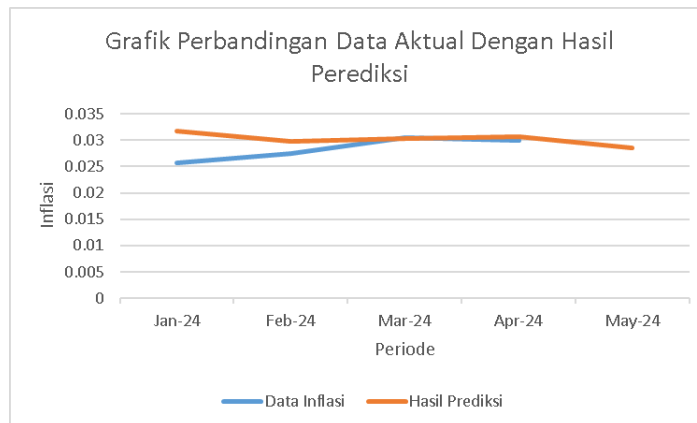
Prediksi inflasi bulan mei dilakukan menggunakan model regresi semiparametrik *truncated spline* yang diperoleh dengan variabel data yang mempengaruhi yaitu *kurs* rupiah terhadap USD dan *BI rate* pada periode sebelumnya. Diketahui bahwa nilai *kurs* bulan April hasil *rescaling* sebesar 0,982391 dan *BI Rate* bulan April sebesar 0,0625.

Maka diperoleh hasil perhitungan prediksi inflasi pada bulan Mei berdasarkan persamaan (4.32) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \hat{y} &= 0,03249 - 0,03458(0,982391) + 0,4816047(0,0625) \\
 &\quad + 0,9799030(0,0625 - 0,0645)_+ \\
 &= 0,03249 - 0,033971 + 0,030100 + 0 \\
 &= 0,028619 = 2,8619\%
 \end{aligned}
 \tag{4.35}$$

Dengan demikian, diketahui bahwa jika terdapat data hasil *rescaling kurs* dan *BI Rate* masing-masing 0,982391 dan 0,0625 maka hasil prediksi inflasi bulan Mei sebesar 0,028619 atau 2,8619%.

Berikut adalah grafik perbandingan antara data asli dan hasil prediksi.



**Gambar 4.10** Grafik Perbandingan Hasil Prediksi Data *Testing*

#### 4.5 Kajian Ekonomi Islam Tentang Inflasi

Penerapan regresi semiparametrik *truncated spline* untuk memodelkan data inflasi di Indonesia menunjukkan hasil bahwa pengaruh variabel nilai tukar rupiah terhadap USD dan *Bi-Rate* terhadap inflasi. Namun masih terdapat faktor lain juga yang memicu terjadinya inflasi di Indonesia, sehingga perlu dilakukan pengendalian oleh pemerintah dan masyarakat. Sejalan dengan pandangan islam, menurut Al-Maqrizi penyebab terjadinya inflasi dipicu oleh perilaku buruk manusia itu sendiri. Pendapat tersebut selaras dengan ayat suci Al-Qur'an pada surat Ar-Rum [30] ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (٤١)

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (QS Ar-Rum: 41).

Ayat di atas menjelaskan bahwa kerusakan di muka bumi disebabkan oleh perbuatan manusia itu sendiri. Perilaku yang juga dapat menyebabkan terjadinya inflasi ialah monopoli atau tindakan menimbun barang (ihtikar) merupakan salah



satu faktor yang menyebabkan meningkatnya harga barang secara tidak terkendali. Menimbun barang akan mengakibatkan kelancaran pasokan barang ke pasar terhambat, yang dapat menyebabkan terjadinya kelangkaan. Kelangkaan barang ini kemudian dapat mendorong permintaan yang tidak terkendali, sehingga akan meningkatkan tingkat harga (inflasi).

Dampak dari monopoli atau menimbun barang tidak hanya merugikan orang lain, tetapi juga akan merugikan diri sendiri. Dalam perspektif ekonomi makro, perilaku berlebihan sangat berdampak pada naiknya permintaan barang dan jasa secara umum yang berakibat pada naiknya harga-harga barang, dengan kata lain terjadi gejala inflasi. Oleh karena itu, apabila memiliki barang yang lebih alangkah baiknya untuk melakukan sedekah. Hal ini sangat sejalan dengan hukum sedekah untuk umat islam. Hukum sedekah dalam Islam ialah sunah atau dianjurkan, apabila dikerjakan akan mendatangkan pahala dan kebaikan. Apabila ditinggalkan juga tidak mendatangkan dosa. Namun, sedekah dapat berubah hukumnya menjadi wajib jika seorang Muslim telah mampu dan berkecukupan berjumpa dengan orang lain yang kekurangan. Hadits sedekah yang paling utama diriwayatkan Abu Hurairah R.A. Rasulullah SAW bersabda yang artinya:

*“Setiap ruas tulang manusia harus disedekahi setiap hari di saat terbitnya matahari: berbuat adil terhadap dua orang (mendamaikan) adalah sedekah; menolong seseorang naik kendaraannya, membimbingnya, dan mengangkat barang bawaannya adalah sedekah, ucapan yang baik adalah sedekah; Berkata yang baik juga termasuk sedekah. Begitu pula setiap langkah berjalan untuk menunaikan sholat adalah sedekah. Serta menyingkirkan suatu rintangan dari jalan adalah sedekah.”*

Oleh karena itu masyarakat sebaiknya tidak melakukan penimbunan barang terutama barang pokok dan melakukan sedekah untuk mengantisipasi gejala inflasi agar teratasi dengan baik.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pemodelan inflasi di Indonesia menggunakan regresi semiparametrik *Truncated Spline* didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Regresi semiparametrik *truncated tpline* yang diterapkan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi inflasi di Indonesia pada rentang waktu 2013–2023 menghasilkan model optimal. Model terbaik dipilih berdasarkan nilai GCV yang paling minimum, yaitu  $1,668017 \times 10^{-4}$ , yang diperoleh saat menggunakan satu titik knot. Persamaan model regresi semiparametrik *truncated spline* terbaik dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = 0,03249 - 0,03458x_{t-1} + 0,4816047z_{t-1} + 0,9799030(z_{t-1} - 0,0645)_+$$

2. Keakuratan model regresi semiparametrik *Truncated Spline* dalam menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Didapatkan bahwa nilai MAPE pada titik knot optimum adalah sebesar 27,811%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa model ini tergolong cukup baik.
3. Hasil perhitungan prediksi inflasi pada bulan Mei berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{y} &= 0,03249 - 0,03458(0,982391) + 0,4816047(0,0625) \\ &\quad + 0,9799030(0,0625 - 0,0645)_+ \\ &= 0,03249 - 0,033971 + 0,030100 + 0 \\ &= 0,028619\end{aligned}$$

Diketahui bahwa jika terdapat data hasil rescaling *kurs* dan *BI-rate* masing-masing 0,982391 dan 0,0625 maka hasil prediksi inflasi bulan Mei sebesar 0,028619 atau 2,8619%

## 5.2 Saran

Dari penelitian ini variabel yang dapat dikendalikan pemerintah adalah nilai suku bunga (*Bi-rate*). Oleh karena itu, peneliti menyarankan agar pemerintah dan bank sentral dapat mengatur suku bunga untuk mengendalikan inflasi. Dengan meningkatkan suku bunga saat inflasi tinggi dan menurunkan suku bunga saat inflasi rendah, pemerintah dapat mempengaruhi tingkat konsumsi dan investasi, serta mengelola prediksi inflasi. Kombinasi kebijakan suku bunga yang tepat dengan kebijakan ekonomi lainnya akan membantu menjaga stabilitas harga dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. (2018). *Model Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan Spline (Studi Kasus: Berat Badan Lahir Rendah di Rumah Sakit Ibu dan Anak Siti Fatimah Makassar)*. eprints.unm.ac.id. <http://eprints.unm.ac.id/10389/>
- Andrianzah. (2023). *Regresi Nonparametrik Spline Truncated Untuk Memodelkan Inflasi Di Indonesia Regresi Nonparametrik Spline Truncated*.
- Az-Zuhaili, W. (2013). *Tafsir Al-Munir Jilid 2 (Juz 3 & 4)* (Vol. 2). Gema Insani.
- Az Zuhaili, W. (2018). *Tafsir Al-Munir Jilid 5 (Juz 9 & 10)*.
- Bahri Loklomin, S. (2019). No.02 Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Di Kepulauan Maluku Dengan Pendekatan Estimasi Interval Parameter Model Regresi Semiparametrik Spline truncated. *Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 13, 125–134.
- Budiantara, I. N. (2005). Model Keluarga Spline Polinomial Truncated dalam Regresi Semiparametrik (Model of Truncated Polynomial Spline Family in Semiparametric Regression). *Berkala MIPA*, 3.
- Dewanti, D., Suparti, S., & Prahutama, A. (2020). Pemodelan Indeks Harga Saham Gabungan (Ihsg) Dan Jakarta Islamic Index (Jii) Menggunakan Regresi Birespon Spline Truncated Berbasis Gui R. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, 8(2), 134. <https://doi.org/10.26714/jsunimus.8.2.2020.134-143>
- Draper, N., & Smith, H. (1992). *Applied Regression Analysis* (B. Sumantri (ed.); 2nd ed.). Gramedia Pustaka Utama.
- Dzulhijjah, N. A. (2021). *Pemodelan Semiparametrik dengan Koefisien Bervariasi Pada Data Longitudinal Menggunakan Penaksir B-Spline*. Universitas Hasanuddin.
- Erlando, Yundari, & Helmi. (2022a). Pemodelan Regresi Semiparametrik Spline Truncated Pada Data Tingkat Pengangguran Terbuka Di Indonesia. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 11, 523–532.
- Erlando, Yundari, & Helmi. (2022b). Pemodelan Regresi Semiparametrik Spline Truncated Pada Data Tingkat Pengangguran Terbuka Di Indonesia. In *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)* (Vol. 11, Issue 3).
- Eubank, R. L. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing* (2nd ed., Vol. 157). Marcel Dekker, Inc.
- Fitriani, A., Ayu, G., & Srinadi, M. (2015). *Estimasi Model Regresi Semiparametrik Menggunakan Estimator Kernel Uniform (Studi Kasus:*

*Pasien DBD di RS Puri Raharja*). 4(4), 176–180.

- Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge University Press.
- Islamiyati, A. (2019). *Model Spline Kubik Dengan Titik-Titik Knots Dalam Regresi Nonparametrik*. osf.io. <https://osf.io/preprints/inarxiv/z3dte/>
- Kementrian Agama Republik Indonesia. (2022). *Qur'an Kemenag*. Lajnah Pentashihan mushaf Al-Qur'an Gedung Bayt Al-Qur'an & Museum Istiqlal Jalan Raya Taman Mini Indonesia Indah Pintu I Jakarta Timur 13560. <https://quran.kemenag.go.id/>
- Langi, T. M. (2014). Analisis pengaruh suku bunga bi, jumlah uang beredar, dan tingkat *kurs* terhadap tingkat inflasi di Indonesia. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jbie/article/view/4184>
- Laome, L. (2009). Model Regresi Semiparametrik Spline Untuk Data Longitudinal Pada Kasus Kadar CD4 Penderita HIV. *Paradigma*, 13(2), 189–194.
- Nasution, D. A., Khotimah, H. H., & Chamidah, N. (2019). Perbandingan Normalisasi Data untuk Klasifikasi Wine Menggunakan Algoritma K-NN. *Computer Engineering, Science and System Journal*, 4(1), 78. <https://doi.org/10.24114/cess.v4i1.11458>
- Ningrum, M. N., Satyahadewi, N., & Debataraja, N. N. (2020). Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia Menggunakan Regresi Semiparametrik Spline. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya*, 9(1), 57–64. <https://doi.org/10.26418/bbimst.v9i1.38583>
- Novia, C. (2017). *Analisis Hubungan Tingkat Ekonomi Keluarga, Kualitas Pendidikan, Tingkat Kesehatan Dengan Tingkat Kesejahteraan Keluarga Pemulung Kota Depok*. 1–142.
- Parakkasi, I. (2016). Inflasi Dalam Perspektif Islam. *LAA MAISYIR*, 03, 41–58.
- Permana, I., & Salisah, F. N. (2022). Pengaruh Normalisasi Data Terhadap Performa Hasil Klasifikasi Algoritma Backpropagation. *IJRSE: Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering*, 2(1), 67–72.
- Poerwanto, B., & Budiantara, I. N. (2014). Estimasi Kurva Regresi Semiparametrik Spline Untuk Data Longitudinal. In *Prosiding Seminar Nasional ...*
- Prasetiantono, A. T. (2000). *keluar dari krisis: analisis ekonomi Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama.
- Ramli, M., Ratnasari, V., & Nyoman Budiantara, I. (2020). Estimation of Matrix Variance-Covariance on Nonparametric Regression Spline Truncated for Longitudinal Data. *Journal of Physics: Conference Series*, 1562(1).

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1562/1/012014>

- Riani, W. (2003). Inflasi dan Tinjauan dalam Perspektif Islam. *Jurnal Kinerja*, 5(1).
- Ruppert, D., Wand, M. P., & Carroll, R. J. (2003a). *Semiparametric Regression*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511755453>
- Ruppert, D., Wand, M. P., & Carroll, R. J. (2003b). *Semiparametric Regression (Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics)*.
- Rusydiana, A. S. (2013). Krisis Ekonomi dalam Perspektif Ekonomi Islam: Pemberdayaan Ekonomi Umat dari Perspektif Islam. *Jurnal Multikultural & Multireligius*, 12(2), 21–30.
- Simorangkir, I., & Suseno. (2004). *Sistem dan Kebijakan*. 12.
- Subandriyo, B. (2020). Buku Ajar Analisis Korelasi dan Regresi. In *Diklat Statistisi Tingkat Ahli BPS Angkatan XXI*. [https://pusdiklat.bps.go.id/diklat/bahan\\_diklat/BA\\_Analisis Korelasi dan Regresi\\_Budi Soebandriyo, SST, M. Stat\\_2123.pdf](https://pusdiklat.bps.go.id/diklat/bahan_diklat/BA_Analisis_Korelasi_dan_Regresi_Budi_Soebandriyo_SST_M_Stat_2123.pdf)
- Sugiarto, E., & Sunarto. (2019). *Pengantar Teori Ekonomi: Ekonomi Mikro-Ekonomi Makro*. Indocamp.
- Sunariyah. (2004). *Pengantar Pengetahuan Pasar Modal (4th ed.)*. UPP AMPYKPN.
- Suparti. (n.d.). *Analisis Data Inflasi di Indoensia Menggunakan Model Regresi Spline*.
- Utari, G. A. D., S, R. C., & Pambudi, S. (2015). Inflasi Di Indonesia: Karakteristik Dan Pengendaliannya. *Bank Indonesia Institute*, 23.
- Wahyudi, R. (2017). *Pengaruh ROA, DPK, inflasi dan BI Rate terhadap margin pembiayaan murabahah perbankan syariah di Indonesia*. repository.uinjkt.ac.id. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/35416>
- Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods (second)*. Pearson Addison Wesley. <https://doi.org/10.1201/b11459-9>
- Winarti, P., & Sony, S. (2010). *Pendekatan Regresi Semiparametrik Spline. (Pada data nilai Ujian Nasional siswa SMKN 1 Nguling Pasuruan)*.
- Yudiaatmaja, F. (2013). *Analisis Regresi Dengan Menggunakan Aplikasi Komputer Statistik*. [books.google.com. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=0R5QDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=regresi+parametrik&ots=exhNsnjo-&sig=s3HRq\\_90a7uf4hR1GUVrQO0C9Qw](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=0R5QDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=regresi+parametrik&ots=exhNsnjo-&sig=s3HRq_90a7uf4hR1GUVrQO0C9Qw)

Zhang, Y., Li, Y., Song, J., Chen, X., Lu, Y., & Wang, W. (2020). Pearson correlation coefficient of current derivatives based pilot protection scheme for long-distance LCC-HVDC transmission lines. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 116(August 2019), 105526. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.105526>

## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data Aktual Penelitian Januari 2013 hingga Desember 2023**

Periode	Inflasi (%)	BI Rate (%)	Kurs (Rp)	Periode	Inflasi (%)	BI Rate (%)	Kurs (Rp)	Periode	Inflasi (%)	BI Rate (%)	Kurs (Rp)
Jan-13	4.57	5.75	9698	Oct-16	3.31	4.75	13051	Jul-20	1.54	4.00	14653
Feb-13	5.31	5.75	9667	Nov-16	3.58	4.75	13563	Aug-20	1.32	4.00	14554
Mar-13	5.90	5.75	9719	Dec-16	3.02	4.75	13436	Sep-20	1.42	4.00	14918
Apr-13	5.57	5.75	9722	Jan-17	3.49	4.75	13343	Oct-20	1.44	4.00	14690
May-13	5.47	5.75	9802	Feb-17	3.83	4.75	13347	Nov-20	1.59	3.75	14128
Jun-13	5.90	5.75	9929	Mar-17	3.61	4.75	13321	Dec-20	1.68	3.75	14105
Jul-13	8.61	6.00	10278	Apr-17	4.17	4.75	13327	Jan-21	1.55	3.75	14084
Aug-13	8.79	6.50	10924	May-17	4.33	4.75	13321	Feb-21	1.38	3.50	14229
Sep-13	8.40	7.00	11613	Jun-17	4.37	4.75	13319	Mar-21	1.37	3.50	14572
Oct-13	8.32	7.25	11234	Jul-17	3.88	4.50	13323	Apr-21	1.42	3.50	14468
Nov-13	8.37	7.25	11977	Aug-17	3.82	4.25	13351	May-21	1.68	3.50	14310
Dec-13	8.38	7.50	12189	Sep-17	3.72	4.25	13492	Jun-21	1.33	3.50	14496
Jan-14	8.22	7.50	12226	Oct-17	3.58	4.25	13572	Jul-21	1.52	3.50	14491
Feb-14	7.75	7.50	11634	Nov-17	3.30	4.25	13514	Aug-21	1.59	3.50	14374
Mar-14	7.32	7.50	11404	Dec-17	3.61	4.25	13548	Sep-21	1.60	3.50	14307
Apr-14	7.25	7.50	11532	Jan-18	3.25	4.25	13413	Oct-21	1.66	3.50	14199
May-14	7.32	7.50	11611	Feb-18	3.18	4.25	13707	Nov-21	1.75	3.50	14340
Jun-14	6.70	7.50	11969	Mar-18	3.40	4.25	13756	Dec-21	1.87	3.50	14269
Jul-14	4.53	7.50	11591	Apr-18	3.41	4.50	13877	Jan-22	2.18	3.50	14381
Aug-14	3.99	7.50	11717	May-18	3.23	4.75	13951	Feb-22	2.06	3.50	14371
Sep-14	4.53	7.50	12212	Jun-18	3.12	5.25	14404	Mar-22	2.64	3.50	14349
Oct-14	4.83	7.50	12082	Jul-18	3.18	5.25	14413	Apr-22	3.47	3.50	14418
Nov-14	6.23	7.75	12196	Aug-18	3.20	5.50	14711	May-22	3.55	3.50	14544
Dec-14	8.36	7.75	12440	Sep-18	2.88	5.75	14929	Jun-22	4.35	3.50	14848
Jan-15	6.96	7.75	12625	Oct-18	3.16	5.75	15227	Jul-22	4.94	3.50	14958
Feb-15	6.29	7.50	12863	Nov-18	3.23	6.00	14339	Aug-22	4.69	3.75	14875
Mar-15	6.38	7.50	13084	Dec-18	3.13	6.00	14481	Sep-22	5.95	4.25	15247
Apr-15	6.79	7.50	12937	Jan-19	2.82	6.00	14072	Oct-22	5.71	4.75	15542
May-15	7.15	7.50	13211	Feb-19	2.57	6.00	14062	Nov-22	5.42	5.25	15737
Jun-15	7.26	7.50	13332	Mar-19	2.48	6.00	14244	Dec-22	5.51	5.50	15731
Jul-15	7.26	7.50	13481	Apr-19	2.83	6.00	14215	Jan-23	5.28	5.75	14979
Aug-15	7.18	7.50	14027	May-19	3.32	6.00	14385	Feb-23	5.47	5.75	15274
Sep-15	6.83	7.50	14657	Jun-19	3.28	6.00	14141	Mar-23	4.97	5.75	15062
Oct-15	6.25	7.50	13639	Jul-19	3.32	5.75	14026	Apr-23	4.33	5.75	14751
Nov-15	4.89	7.50	13840	Aug-19	3.49	5.50	14237	May-23	4.00	5.75	14969
Dec-15	3.35	7.50	13795	Sep-19	3.39	5.25	14174	Jun-23	3.52	5.75	15026
Jan-16	4.14	7.25	13846	Oct-19	3.13	5.00	14008	Jul-23	3.08	5.75	15083
Feb-16	4.42	7.00	13395	Nov-19	3.00	5.00	14102	Aug-23	3.27	5.75	15239
Mar-16	4.45	6.75	13276	Dec-19	2.72	5.00	13901	Sep-23	2.28	5.75	15526
Apr-16	3.60	6.75	13204	Jan-20	2.68	5.00	13662	Oct-23	2.56	6.00	15916
May-16	3.33	6.75	13615	Feb-20	2.98	4.75	14234	Nov-23	2.86	6.00	15384
Jun-16	3.45	6.50	13180	Mar-20	2.96	4.50	16367	Dec-23	2.61	6.00	15416
Jul-16	3.21	6.50	13094	Apr-20	2.67	4.50	15157				
Aug-16	2.79	5.25	13300	May-20	2.19	4.50	14733				
Sep-16	3.07	5.00	12998	Jun-20	1.96	4.25	14302				



## Lampiran 2. Data Kurs Hasil Rescaling

Periode	Rescaling Kurs	Kurs
Feb-13	0.48%	0.0048
Mar-13	0.01%	0.0001
Apr-13	0.79%	0.0079
May-13	0.84%	0.0084
Jun-13	2.03%	0.0203
Jul-13	3.92%	0.0392
Aug-13	9.13%	0.0913
Sep-13	18.77%	0.1877
Oct-13	29.06%	0.2906
Nov-13	23.40%	0.2340
Dec-13	34.49%	0.3449
Jan-14	37.65%	0.3765
Feb-14	38.20%	0.3820
Mar-14	29.37%	0.2937
Apr-14	25.94%	0.2594
May-14	27.85%	0.2785
Jun-14	29.03%	0.2903
Jul-14	34.37%	0.3437
Aug-14	28.73%	0.2873
Sep-14	30.61%	0.3061
Oct-14	37.99%	0.3799
Nov-14	36.05%	0.3605
Dec-14	37.76%	0.3776
Jan-15	41.40%	0.4140
Feb-15	44.16%	0.4416
Mar-15	47.71%	0.4771
Apr-15	51.01%	0.5101
May-15	48.81%	0.4881
Jun-15	52.90%	0.5290
Jul-15	54.71%	0.5471
Aug-15	56.93%	0.5693
Sep-15	65.08%	0.6508
Oct-15	74.48%	0.7448
Nov-15	59.29%	0.5929
Dec-15	62.29%	0.6229
Jan-16	61.62%	0.6162
Feb-16	62.38%	0.6238
Mar-16	55.65%	0.5565
Apr-16	53.87%	0.5387
May-16	52.80%	0.5280
Jun-16	58.93%	0.5893
Jul-16	52.44%	0.5244
Aug-16	51.16%	0.5116
Sep-16	54.23%	0.5423
Oct-16	49.72%	0.4972
Nov-16	50.51%	0.5051
Dec-16	58.16%	0.5816
Jan-17	56.26%	0.5626
Feb-17	54.87%	0.5487
Mar-17	54.93%	0.5493
Apr-17	54.54%	0.5454
May-17	54.63%	0.5463
Jun-17	54.54%	0.5454
Jul-17	54.51%	0.5451
Aug-17	54.57%	0.5457
Sep-17	54.99%	0.5499
Oct-17	57.10%	0.5710
Nov-17	58.29%	0.5829
Dec-17	57.42%	0.5742
Jan-18	57.93%	0.5793
Feb-18	55.92%	0.5592
Mar-18	60.30%	0.6030
Apr-18	61.04%	0.6104

Periode	Rescaling Kurs	Kurs
May-18	62.84%	0.6284
Jun-18	63.95%	0.6395
Jul-18	70.71%	0.7071
Aug-18	70.84%	0.7084
Sep-18	75.29%	0.7529
Oct-18	78.54%	0.7854
Nov-18	82.99%	0.8299
Dec-18	69.74%	0.6974
Jan-19	71.85%	0.7185
Feb-19	65.75%	0.6575
Mar-19	65.60%	0.6560
Apr-19	68.32%	0.6832
May-19	67.89%	0.6789
Jun-19	70.42%	0.7042
Jul-19	66.78%	0.6678
Aug-19	65.06%	0.6506
Sep-19	68.21%	0.6821
Oct-19	67.27%	0.6727
Nov-19	64.80%	0.6480
Dec-19	66.20%	0.6620
Jan-20	63.20%	0.6320
Feb-20	59.63%	0.5963
Mar-20	68.17%	0.6817
Apr-20	100.00%	1.0000
May-20	81.94%	0.8194
Jun-20	75.62%	0.7562
Jul-20	69.18%	0.6918
Aug-20	74.42%	0.7442
Sep-20	72.94%	0.7294
Oct-20	78.38%	0.7838
Nov-20	74.97%	0.7497
Dec-20	66.59%	0.6659
Jan-21	66.24%	0.6624
Feb-21	65.93%	0.6593
Mar-21	68.09%	0.6809
Apr-21	73.21%	0.7321
May-21	71.66%	0.7166
Jun-21	69.30%	0.6930
Jul-21	72.08%	0.7208
Aug-21	72.00%	0.7200
Sep-21	70.26%	0.7026
Oct-21	69.26%	0.6926
Nov-21	67.65%	0.6765
Dec-21	69.75%	0.6975
Jan-22	68.69%	0.6869
Feb-22	70.36%	0.7036
Mar-22	70.21%	0.7021
Apr-22	69.89%	0.6989
May-22	70.91%	0.7091
Jun-22	72.80%	0.7280
Jul-22	77.33%	0.7733
Aug-22	78.97%	0.7897
Sep-22	77.73%	0.7773
Oct-22	83.29%	0.8329
Nov-22	87.69%	0.8769
Dec-22	90.60%	0.9060
Jan-23	90.51%	0.9051
Feb-23	79.29%	0.7929
Mar-23	83.69%	0.8369
Apr-23	80.53%	0.8053
May-23	75.88%	0.7588
Jun-23	79.14%	0.7914
Jul-23	79.99%	0.7999

Periode	Rescaling Kurs	Kurs
Aug-23	80.84%	0.8084
Sep-23	83.17%	0.8317
Oct-23	87.45%	0.8745
Nov-23	93.27%	0.9327
Dec-23	85.33%	0.8533

### Lampiran 3. Matriks Basis Z, $\hat{Y}$ dan Error Hasil Running R-Studio

Periode	Y	Ytopi	error
Feb-13	0.0531	0.049435	0.003665497
Mar-13	0.059	0.05517	0.003829529
Apr-13	0.0557	0.052143	0.003557306
May-13	0.0547	0.05116	0.003539856
Jun-13	0.059	0.055875	0.003124543
Jul-13	0.0861	0.083635	0.002464927
Aug-13	0.0879	0.088523	-0.00062311
Sep-13	0.084	0.090527	-0.00652695
Oct-13	0.0832	0.095858	-0.01265765
Nov-13	0.0837	0.095652	-0.01195203
Dec-13	0.0838	0.099622	-0.01582247
Jan-14	0.0822	0.103022	-0.02082192
Feb-14	0.0775	0.098514	-0.02101388
Mar-14	0.0732	0.091132	-0.01793218
Apr-14	0.0725	0.089235	-0.0167351
May-14	0.0732	0.090602	-0.01740169
Jun-14	0.067	0.084814	-0.01781352
Jul-14	0.0453	0.064977	-0.01967719
Aug-14	0.0399	0.057609	-0.01770882
Sep-14	0.0453	0.063665	-0.01836494
Oct-14	0.0483	0.069241	-0.02094058
Nov-14	0.0623	0.082564	-0.02026352
Dec-14	0.0836	0.121182	-0.03758226
Jan-15	0.0696	0.108453	-0.03885263
Feb-15	0.0629	0.102716	-0.03981588
Mar-15	0.0638	0.088133	-0.02433289
Apr-15	0.0679	0.093385	-0.0254846
May-15	0.0715	0.096217	-0.0247168
Jun-15	0.0726	0.098744	-0.02614422
Jul-15	0.0726	0.099376	-0.02677591
Aug-15	0.0718	0.099351	-0.0275507
Sep-15	0.0683	0.098695	-0.03039507
Oct-15	0.0625	0.096176	-0.0336757
Nov-15	0.0489	0.077274	-0.02837435
Dec-15	0.0335	0.062921	-0.02942136
Jan-16	0.0414	0.070588	-0.02918752
Feb-16	0.0442	0.069756	-0.02555616
Mar-16	0.0445	0.066438	-0.02193764
Apr-16	0.036	0.056047	-0.02004669
May-16	0.0333	0.052973	-0.01967325
Jun-16	0.0345	0.056313	-0.02181264
Jul-16	0.0321	0.050378	-0.01827788
Aug-16	0.0279	0.045731	-0.01783116
Sep-16	0.0307	0.043254	-0.01255395
Oct-16	0.0331	0.04281	-0.00971022
Nov-16	0.0358	0.044516	-0.00871621
Dec-16	0.0302	0.041586	-0.01138608
Jan-17	0.0349	0.045623	-0.01072297
Feb-17	0.0383	0.048538	-0.01023786
Mar-17	0.0361	0.046359	-0.0102588
Apr-17	0.0417	0.051823	-0.01012269
May-17	0.0433	0.053454	-0.0101541
Jun-17	0.0437	0.053823	-0.01012269
Jul-17	0.0388	0.048912	-0.01011222
Aug-17	0.0382	0.047063	-0.00886343
Sep-17	0.0372	0.04494	-0.00774028
Oct-17	0.0358	0.044277	-0.00847668
Nov-17	0.033	0.041892	-0.00889199
Dec-17	0.0361	0.044688	-0.00858836
Jan-18	0.0325	0.041266	-0.00876635
Feb-18	0.0318	0.039865	-0.00806485
Mar-18	0.034	0.043593	-0.00959349
Apr-18	0.0341	0.043952	-0.00985175
May-18	0.0323	0.04405	-0.01174968
Jun-18	0.0312	0.044607	-0.01340681
Jul-18	0.0318	0.050106	-0.01830552
Aug-18	0.032	0.050351	-0.01835089
Sep-18	0.0288	0.049974	-0.02117369
Oct-18	0.0316	0.055178	-0.02357767
Nov-18	0.0323	0.057431	-0.02513074
Dec-18	0.0313	0.053076	-0.02177618
Jan-19	0.0282	0.050713	-0.02251257
Feb-19	0.0257	0.046084	-0.02038366

Periode	Y	Ytopi	error
Mar-19	0.0248	0.045131	-0.02033131
Apr-19	0.0283	0.049581	-0.02128059
May-19	0.0332	0.054331	-0.02113052
Jun-19	0.0328	0.054814	-0.0220135
Jul-19	0.0332	0.053943	-0.02074313
Aug-19	0.0349	0.053773	-0.01887311
Sep-19	0.0339	0.052603	-0.01870275
Oct-19	0.0313	0.048405	-0.01710495
Nov-19	0.03	0.044973	-0.01497319
Dec-19	0.0272	0.042662	-0.01546179
Jan-20	0.0268	0.041215	-0.01441478
Feb-20	0.0298	0.042969	-0.01316884
Mar-20	0.0296	0.04448	-0.0148796
Apr-20	0.0267	0.051419	-0.02471863
May-20	0.0219	0.040316	-0.01841564
Jun-20	0.0196	0.03581	-0.01620994
Jul-20	0.0154	0.028093	-0.01269263
Aug-20	0.0132	0.026452	-0.01325168
Sep-20	0.0142	0.026935	-0.01273515
Oct-20	0.0144	0.029034	-0.01463373
Nov-20	0.0159	0.029344	-0.01344363
Dec-20	0.0168	0.026049	-0.00924926
Jan-21	0.0155	0.024627	-0.00912711
Feb-21	0.0138	0.022819	-0.00901891
Mar-21	0.0137	0.022203	-0.00850303
Apr-21	0.0142	0.02449	-0.01028993
May-21	0.0168	0.026549	-0.00974897
Jun-21	0.0133	0.022225	-0.00892533
Jul-21	0.0152	0.025096	-0.00989555
Aug-21	0.0159	0.025768	-0.00986763
Sep-21	0.016	0.02526	-0.00926037
Oct-21	0.0166	0.025511	-0.00891137
Nov-21	0.0175	0.025849	-0.00834947
Dec-21	0.0187	0.027782	-0.00908238
Jan-22	0.0218	0.030512	-0.00871243
Feb-22	0.0206	0.029895	-0.00929527
Mar-22	0.0264	0.035643	-0.00924292
Apr-22	0.0347	0.043831	-0.00913124
May-22	0.0355	0.044987	-0.00948722
Jun-22	0.0435	0.053647	-0.01014684
Jul-22	0.0494	0.061128	-0.01172782
Aug-22	0.0469	0.0592	-0.01230018
Sep-22	0.0595	0.072637	-0.01313715
Oct-22	0.0571	0.074717	-0.01761706
Nov-22	0.0542	0.075892	-0.02169214
Dec-22	0.0551	0.080347	-0.02524719
Jan-23	0.0528	0.079286	-0.02648551
Feb-23	0.0547	0.078539	-0.02383943
Mar-23	0.0497	0.075075	-0.02537504
Apr-23	0.0433	0.067572	-0.02427219
May-23	0.04	0.062649	-0.02264933
Jun-23	0.0352	0.058987	-0.02378708
Jul-23	0.0531	0.054884	-0.02408373
Aug-23	0.059	0.05708	-0.02438038
Sep-23	0.0557	0.047994	-0.025193559
Oct-23	0.0547	0.052287	-0.026687291
Nov-23	0.059	0.058588	-0.029988218
Dec-23	0.0861	0.053317	-0.027217134

## Lampiran 4. Program Running R-Studio

```

## SEMIPARAMETRIC TIME SERIES BASED ON TRUNCATED-SPLINE ESTIMATOR
## RESPONSE VARIABLE : INFLASI
## PARAMETRIC PREDICTOR: KURS USD
## NONPARAMETRIC PREDICTOR: BI RATE
require(MASS); require(matlib); require(stats);
raw_data <-
  read.csv("D:/aws/datafix.csv")
data <- raw_data
estimasi <- function(data)
{ # star 1
  data <- as.matrix(data)
  yt <- data[, 1] # Data Inflasi
  xt1 <- data[, 2] # Data Kurs USD
  zt1 <- data[, 3] # Data BI Rate
  Y <- as.matrix(yt) #variabel respon
  X <- cbind(1, xt1) #variabel prediktor parametrik
  Zt <- as.matrix(zt1) #variabel prediktor nonparametrik
  m <- 1 # orde spline
  k <- 1 # banyak titik knot
  n <- length(Zt) # banyak data
  #ba <- min(Zt) # batas bawah titik knot
  #ba <- max(Zt) # batas atas titik knot
  bb <- 1.01*min(Zt) - 0.01*max(Zt)
  ba <- 1.01*max(Zt) - 0.01*min(Zt)
  inc <- 0.01 # nilai kenaikan titik knot
  hk <- seq(bb, ba, inc) # vektor titik knot
  #hk <- 0.001
  nk <- length(hk) # panjang titik knot
  MSE <- rep(NA, nk); GCV <- rep(NA, nk)
  R2 <- rep(NA, nk); MAPE <- rep(NA, nk)
  M <- matrix(NA, n, n)
  Beta <- matrix(NA, nk, ncol(X))
  Lamda <- matrix(NA, nk, m+k)
  Z <- matrix(0, n, m+k) #tempat matriks Z (n x m+k)
  ## PEMILIHAN TITIK KNOT OPTIMAL
  for (s in 1:length(hk)) #looping iterasi titik knot
  { # star 2
    kn <- hk[s]
    for (i in 1:n) # LOOPING TIAP PENGAMATAN
    { # star 3
      ## MEMBUAT MATRIKS Z
      for (a in 1:m)
      {
        Z[i,a] <- Zt[i,1] ^ a
      }
      for (b in 1:k)
      {
        Z[i,m+b] <- (max(Zt[i,1] - kn, 0)) ^ m
      }
      cat("\n Data ke -",i,"data =",Zt[i,1])
      cat("\n")
      print(Z[i,])
    } # end 3
    cat("\n Dimensi Matriks Basis Z = ", dim(Z))
    cat("\n Matriks Basis Z = ")
    cat("\n ")
    print(Z)
    ## MEMBUAT MATRIKS A, B, dan C
    A <- Z %*% ginv(t(Z) %*% Z) %*% t(Z)
    I <- diag(n)
    IA <- I - A
    B <-
      X %*% ginv(t(X) %*% t(IA) %*% IA %*% X) %*% t(X) %*% t(IA) %*% IA
    M <- B + A - A %*% B
    ## ESTIMASI PARAMETER DAN RESPON
    beta <-
      ginv(t(X) %*% t(IA) %*% IA %*% X) %*% t(X) %*% t(IA) %*% IA %*% Y
    Beta[s,] <- t(beta)
    Ystar <- c(Y - X %*% Beta[s,])
    Lamda[s,] <- ginv(t(Z) %*% Z) %*% t(Z) %*% Ystar
    Ytopi <- M %*% Y # vektor Y regresi semiparametrik
    MSE[s] <- mean((Y - Ytopi) ^ 2)
    GCV[s] <- MSE[s] / ((1 - sum(diag(M)) / n) ^ 2)
    R2[s] <- (1 - sum((Ytopi - Y) ^ 2) / sum((Y - mean(Y)) ^ 2)) * 100
    MAPE[s] <- mean(abs(Y - Ytopi) / Y) * 100
    cat("\n iterasi ke = ", s,"titik knot =",hk[s],"GCV =",GCV[s],"R2 =",R2[s], "MAPE",MAPE[s])
  } # end 2
  hasil <- as.data.frame(cbind(hk, GCV, R2, MAPE))
  names(hasil) <- c("Titik_Knot", "GCV", "R2", "MAPE")
  hasil <- hasil[order(hasil$GCV),]

```

```

## ESTIMASI DENGAN Titik Knot OPTIMUM
s_opt <- as.numeric(row.names(hasil)[1]) # baris Titik Knot optimum
print(s_opt)
Ystar <- Y - X %>% Beta[s_opt,]
Lamda_Opt <- ginv(t(Z) %>% Z) %>% t(Z) %>% Ystar
Ftopi <- Z %>% Lamda_Opt
Ytopi <- Ystar + Ftopi
eNP <- Ytopi - Ftopi
eSP <- Y - Ytopi
pred <- as.data.frame(cbind(Y, Ytopi, eSP))
names(pred) <- c("Y", "Ytopi", "Error SP")
output <- list(Beta=round(Beta[s_opt, ],5),Estimasi = pred,Iterasi = hasil)
cat("\n =====")
cat("\n Orde = ",m,"Bandwidth Optimum =",hasil[1,1],"pada iterasi ke-",s_opt)
cat("\n dengan GCV =",hasil[1,2],"R2 =",hasil[1,3],"dan MAPE =",hasil[1,4])
cat("\n\n Estimasi Parameter:")
cat("\n Nilai Beta:", round(Beta[s_opt, ],5))
cat("\n =====")
cat("\n\n Berikut hasil iterasi bandwidth dengan urutan GCV terkecil:\n")
print(hasil)
cat("\n =====")
cat("\n Berikut hasil estimasi dengan bandwidth optimum:", hasil[1,1])
cat("\n")
print(Lamda)
cat("\n ")
cat("\n =====")
cat("\n Berikut hasil estimasi dengan bandwidth optimum:", hasil[1,1])
cat("\n")
print(pred)
ord <- order(hasil$Titik_Knot)
win.graph()
ordhasil <- hasil[ord, ]
plot(ordhasil[, 1], ordhasil[, 2],type = "o",col = "blue",xlab = "Nilai Bandwith",
      ylab = "Nilai GCV")
title(main = "PLOT \n Nilai GCV Setiap Iterasi Bandwith", col = "black")
win.graph()
plot(ordhasil[, 1], ordhasil[, 3],type = "o",col = "green",xlab = "Nilai Bandwith",
      ylab = "Nilai R2")
title(main = "PLOT \n Nilai R2 Setiap Iterasi Bandwith", col = "black")
win.graph()
plot(ordhasil[, 1], ordhasil[, 4],type = "o",col = "red",xlab = "Nilai Bandwith",
      ylab = "Nilai MAPE")
title(main = "PLOT \n Nilai MAPE Setiap Iterasi Bandwith", col = "black")
sx <- cbind(1:n); Y <- matrix(Y); Ytopi <- matrix(Ytopi)
win.graph()
plot(sx,Y,ylim=c(0,max(max(Y),max(Ytopi))),type = "o",col = "blue",xlab = "Waktu",ylab = "Inflasi")
lines(sx, Ytopi, type = "o", col = "green")
title(main = "PLOT \n Perbandingan Data Observasi dan Regresi Semiparametrik", col =
      "black")
legend("topright",legend = c("Data Observasi", "Data Regresi Semiparametrik"),
      col = c("blue", "green"),lty = 1)
win.graph()
plot(sx,eSP,type = "o",col = "red",xlab = "Waktu",ylab = "Error")
title(main="PLOT \n Error Regresi Semiparametrik",col="black")
return(output)
} # end
hasil <- estimasi(data)

```

## RIWAYAT HIDUP



Muhammad Arya Mardhotillah, lahir di kabupaten Mojokerto pada tanggal 24 September 2001, biasa dipanggil Arya. Anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan bapak Zainul Arifin dan ibu Nur Saidah. Penulis mengawali pendidikan di SD Negeri 1 Kutoreja dan lulus pada tahun 2014, lalu melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Mojosari dan lulus pada tahun 2017, kemudian pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Sooko Kabupaten Mojokerto. Pada tahun 2020 penulis mulai menempuh kuliah di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil program studi Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi di dalam kampus meliputi Anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan “Integral” Matematika, mengikuti kepanitiaan SIGMA, kepanitiaan KOMET, kepanitiaan Seminar Anti Radikalisme, dan menjadi anggota MEC (*Mathematics English Club*) di tahun 2022. Selain organisasi dalam kampus, penulis juga aktif mengikuti organisasi di luar kampus meliputi Indonesian Youth Opportunities In Internasional Networking (IYOIN) Lc Malang pada tahun 2022. Penulis sangat terbuka terhadap masukan, kritik dan saran demi kebermanfaatan penulisan skripsi ini dengan menghubungi alamat email: [muhammadarya022@gmail.com](mailto:muhammadarya022@gmail.com).



**KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Muhammad Arya Mardhotillah  
NIM : 200601110113  
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika  
Judul Skripsi : Pemodelan Inflasi Di Indonesia Menggunakan Regresi Semiparametrik *Truncated Spline*  
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si.  
Pembimbing II : Erna Herawati, M.Pd.

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	30 Juli 2023	Konsultasi Topik dan Data	1.
2.	30 Oktober 2023	Konsultasi Bab I, II, dan III	2.
3.	11 Desember 2023	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	3.
4.	20 Desember 2023	Konsultasi Revisi Bab I, II, dan III	4.
5.	25 Desember 2023	ACC Bab I, II, dan III	5.
6.	28 Desember 2023	Konsultasi Revisi Kajian Agama Bab I dan II	6.
7.	15 Januari 2024	ACC Kajian Agama Bab I dan II	7.
8.	25 Januari 2024	ACC Seminar Proposal	8.
9.	25 Maret 2024	Konsultasi Revisi Seminar Proposal	9.
10.	23 April 2024	Konsultasi Bab IV dan V	10.
11.	9 Mei 2024	Konsultasi Revisi Bab IV dan V	11.
12.	18 Mei 2024	ACC Bab IV dan V	12.
13.	15 Mei 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	13.
14.	20 Mei 2024	ACC Kajian Agama Bab IV	14.
15.	30 Mei 2024	ACC Seminar Hasil	15.



**KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933**

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
16.	10 Juni 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	16.
17.	12 Juni 2024	ACC Matriks Revisi Seminar Hasil	17.
18.	20 Juni 2024	ACC Sidang Skripsi	18.
19.	26 Juni 2024	ACC Revisi Akhir	19.

Malang, 26 Juni 2024

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika

Dr. Illy Susanti, M.Sc.

NIP. 19741129 200012 2 005