

**REGRESI SEMIPARAMETRIK MENGGUNAKAN METODE
B-SPLINE UNTUK MEMODELKAN INFLASI DI INDONESIA**

SKRIPSI

**OLEH
INAYATUL FACHRIYAH
NIM. 200601110051**



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

**REGRESI SEMIPARAMETRIK MENGGUNAKAN METODE
B-SPLINE UNTUK MEMODELKAN INFLASI DI INDONESIA**

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
Inayatul Fachriyah
NIM. 200601110051**

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

**REGRESI SEMIPARAMETRIK MENGGUNAKAN METODE
B-SPLINE UNTUK MEMODELKAN INFLASI DI INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh
Inayatul Fachriyah
NIM. 200601110051

Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diuji
Malang, 20 Juni 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



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



Achmad Nashichuddin, M.A.
NIP. 19730705 200003 1 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



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

REGRESI SEMIPARAMETRIK MENGGUNAKAN METODE B-SPLINE UNTUK MEMODELKAN INFLASI DI INDONESIA

SKRIPSI

Oleh
Inayatul Fachriyah
NIM. 200601110051

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

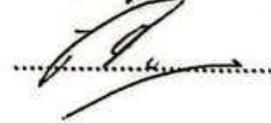
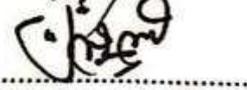
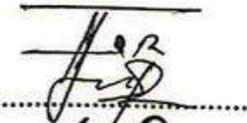
Tanggal 26 Juni 2024

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 : Ach. Nashichuddin, M.A.



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 : Inayatul Fachriyah
NIM : 200601110051
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Regresi Semiparametrik menggunakan Metode
B-Spine untuk Memodelkan Inflasi di Indonesia

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 atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2024
Yang membuat pernyataan,



Inayatul Fachriyah
Inayatul Fachriyah
NIM. 200601110051

MOTO

“.....dan aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada Engkau, ya Tuhanku”

(QS. Maryam/19:4)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

Bapak Kasnawi, yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, doa, dan dukungan tanpa batas. Terima kasih atas bimbingan dan dorongan yang mengantarkan langkah peneliti hingga sejauh ini. Almarhumah Ibu Musri'ah, terima kasih atas cinta dan kasih sayang yang tiada tara. Kenangan dan doa Ibu selalu menjadi kekuatan dalam setiap langkah peneliti. Khumaidatus Sa'adah, terima kasih atas doa, serta nasihat yang menemani jalannya peneliti menyelesaikan penelitiannya.

Najakha Wildana Syifa, semoga pesan ini menjadi pengingat untuk terus semangat dalam menempuh jalan ilmu pengetahuan. Semoga kita semua senantiasa meraih kesuksesan. Dan untuk diri sendiri, terima kasih atas ketahanan dan kerja keras dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga hasil ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat dan membanggakan bagi semua pihak yang telah mendukung selama ini. Semoga skripsi ini menjadi awal dari babak baru yang penuh keberkahan dan kesuksesan. *Aamiin.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya yang senantiasa melimpah dalam perjalanan penyusunan skripsi yang berjudul “Regresi Semiparametrik menggunakan Metode *B-Spline* untuk Memodelkan Inflasi di Indonesia”.

Sholawat serta salam yang tiada terhingga kepada Nabi Muhammad SAW, utusan Allah yang menjadi suri tauladan sempurna dalam setiap aspek kehidupan. Semoga keberkahan dan keinspirasian dari Rasulullah senantiasa mengiringi langkah-langkah peneliti dalam menggapai kesuksesan dan kebermanfaatannya.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini, peneliti membutuhkan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Sehingga dengan rendah hati, peneliti ingin menyampaikan rasa syukur dan mengucapkan 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. Achmad Nashichuddin, M.A., selaku dosen pembimbing II yang juga telah melimpahkan pengetahuan, bimbingan, nasihat, motivasi, dan saran yang membangun kepada peneliti.
6. Dr. Fachrur Rozi, M.Si., sebagai dosen penguji dalam seminar proposal, seminar hasil, dan sidang skripsi, beliau juga memberikan saran-saran yang sangat bermanfaat bagi perkembangan penelitian ini.
7. Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si., sebagai dosen penguji dalam seminar proposal, seminar hasil, dan sidang skripsi, beliau juga

memberikan saran-saran yang sangat bermanfaat bagi perkembangan penelitian ini.

8. Seluruh civitas academica Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang khususnya seluruh dosen yang memberikan banyak ilmu dan pengalaman berharga bagi para peneliti.
9. 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.
10. Teman teman "Cinta", Hafiz, Alisa, Fida, Shoha, Dinda dan Arini yang selalu menemani dan mendukung peneliti.
11. Rekan seperjuangan satu bimbingan peneliti yang telah banyak membantu peneliti dan saling menyemangati untuk berjuang bersama.
12. Seluruh teman teman "Mahatma'20".
13. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu menyelesaikan skripsi baik moril maupun materil.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan berupa rahmat dan karunia-Nya. Demikian skripsi ini disusun, peneliti berharap semoga laporan ini tidak hanya menjadi bagian dari tugas akhir, tetapi juga menjadi kontribusi kecil dalam upaya memperkaya ilmu pengetahuan dan pengalaman di dunia pendidikan. Semoga usaha kami mendapatkan ridha Allah SWT dan memberikan manfaat bagi semua yang terlibat.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 26 Juni 2024

Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
مستخلص البحث	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
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
BAB II KAJIAN TEORI	10
2.1 Teori Pendukung	10
2.1.1 Analisis Regresi	10
2.1.1.1 Regresi Parametrik	10
2.1.1.2 Regresi Nonparametrik.....	11
2.1.1.3 Regresi Semiparametrik	13
2.1.2 <i>Rescaling</i>	14
2.1.3 Uji Korelasi <i>Pearson</i>	15
2.1.4 Estimasi Model Regresi Nonparametrik.....	17
2.1.4.1 Fungsi <i>B-Spline</i>	17
2.1.4.2 Titik Knot Optimal	20
2.1.4.3 Metode <i>Generalized Cross Validation</i>	21
2.1.5 Metode <i>Least Square</i>	21
2.1.6 Keakuratan Model.....	23
2.1.7 Inflasi	24
2.1.8 <i>Kurs</i>	25
2.1.9 <i>BI-Rate</i>	26
2.2 Keadilan Ekonomi dalam Islam	26
2.3 Kajian Topik dengan Teori Pendukung.....	29
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Jenis Penelitian	33
3.2 Data dan Sumber Data.....	33

3.3 Tahapan Penelitian	34
3.4 <i>Flowchart</i> Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Persiapan Data	37
4.1.1 Statistik Deskriptif	37
4.1.2 Transformasi dan Pola Data	40
4.1.3 Uji Korelasi <i>Pearson</i>	43
4.2 Pemodelan Regresi Semiparametrik <i>B-Spline</i>	46
4.2.1 Estimasi Regresi Semiparametrik <i>B-Spline</i>	46
4.2.2 Implementasi Matriks Basis Z Orde 2 dan 3 dengan 1 Titik Knot ..	50
4.2.3 Pemilihan Titik Knot Optimal Regresi Semiparametrik <i>B-Spline</i> ..	55
4.2.4 Pemodelan Regresi Semiparametrik <i>B-Spline</i> Terbaik	57
4.3 Keakuratan Regresi Semiparametrik <i>B-Spline</i>	60
4.4 Prediksi Inflasi Menggunakan Regresi Semiparametrik <i>B-Spline</i>	61
4.5 Model Regresi Semiparametrik dalam Tinjauan Islam	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	74
RIWAYAT HIDUP	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Korelasi.....	17
Tabel 2.2 Kriteria Nilai MAPE	24
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	34
Tabel 4.1 Nilai Minimum dan Maksimum Data	37
Tabel 4.2 Nilai GCV dan Titik Knot Optimal.....	55
Tabel 4.3 Estimasi Parameter Model <i>B-Spline</i> Terbaik.....	57
Tabel 4.4 Data <i>testing</i>	61
Tabel 4.5 Hasil Prediksi Inflasi.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	36
Gambar 4.1	<i>Scatterplot</i> Data Inflasi Indonesia	38
Gambar 4.2	<i>Scatterplot</i> Data <i>Kurs</i>	39
Gambar 4.3	<i>Scatterplot</i> Data <i>BI-Rate</i> (Suku Bunga).....	39
Gambar 4.4	<i>Scatterplot Rescaling Kurs</i>	41
Gambar 4.5	<i>Scatterplot</i> Inflasi (y) dengan <i>Kurs</i> (x).....	42
Gambar 4.6	<i>Scatterplot</i> Inflasi (y) dengan <i>BI-rate</i> (z).....	42
Gambar 4.7	Uji Korelasi Inflasi dengan <i>Kurs</i>	44
Gambar 4.8	Uji Korelasi Inflasi dengan <i>BI-rate</i>	45
Gambar 4.9	Nilai GCV Orde 2 pada Setiap Iterasi Titik Knot	56
Gambar 4.10	Nilai GCV Orde 3 pada Setiap Iterasi Titik Knot	56
Gambar 4.11	Perbandingan Data Observasi dan Regresi Semiparametrik.....	59
Gambar 4.12	<i>Error</i> Regresi Semiparametrik	59
Gambar 4.13	Perbandingan Data Observasi dan Regresi Semiparametrik.....	63
Gambar 4.14	Plot Perbesaran.....	64
Gambar 4.15	<i>Error</i> Regresi Semiparametrik Data <i>Testing</i>	65

DAFTAR SIMBOL

Simbol-simbol yang digunakan dalam skripsi ini yaitu:

y_t	:	Variabel respon pengamatan ke- t
x_t	:	Variabel prediktor pengamatan ke- t
z_t	:	Variabel prediktor pengamatan ke- t
ε_t	:	<i>Error</i> acak pada pengamatan ke- t
β_0	:	Intersep dari model
β_1	:	Koefisien regresi
$f(z_t)$:	Fungsi <i>smooth</i> yang tidak diketahui ke- t
λ_j	:	Parameter regresi <i>B-Spline</i>
$B_{j-m,m}(Z_t)$:	Basis <i>B-Spline</i>
m	:	Orde
k_i	:	Titik knot ke- i , $i=1,2,\dots,n$
\mathbf{I}	:	Matriks identitas
\hat{y}_t	:	Hasil estimasi variabel respon pada observasi ke- t
\hat{z}_t	:	Nilai yang diprediksi pada observasi ke- t
Z_t'	:	Data hasil <i>rescaling</i> pada observasi ke- t
$\min(Z)$:	Nilai paling rendah dari Z
$\max(Z)$:	Nilai paling tinggi dari Z
r_{xy}	:	Angka indeks korelasi antara variabel x dan variabel y

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Aktual Penelitian Januari 2013 hingga Desember 2023	74
Lampiran 2. Data Hasil <i>Rescaling</i>	75
Lampiran 3. Matriks Basis Z , \hat{Y} , dan <i>Error</i> Hasil <i>Running R-Studio</i>	76
Lampiran 4. Program <i>Running R-Studio</i>	77

ABSTRAK

Fachriyah, Inayatul. 2024. **Regresi Semiparametrik Menggunakan Metode *B-Spline* untuk Memodelkan Inflasi di Indonesia**. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Achmad Nashichuddin, M.A.

Kata Kunci: Regresi Semiparametrik, *B-Spline*, Inflasi, *Generalized Cross Validation* (GCV), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), Prediksi.

Regresi semiparametrik menggabungkan elemen parametrik dan nonparametrik, memberikan fleksibilitas lebih besar dalam mengatasi pola data kompleks dan nonlinier. Metode *B-Spline*, sebagai fungsi basis dengan banyak segmen polinomial, memberikan fleksibilitas tinggi dalam menangkap bentuk fungsional yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model regresi semiparametrik *B-Spline* untuk faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia, mengetahui keakuratan modelnya menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan memprediksi Inflasi di Indonesia. Inflasi digunakan sebagai variabel respon dalam penelitian ini, sementara *BI Rate* dan *kurs* dijadikan variabel prediktor yang mempengaruhinya. Penelitian menghasilkan model regresi semiparametrik *B-Spline* terbaik adalah orde 2, yang ditentukan berdasarkan titik knot optimal sebesar 0,065, yang diperoleh dari nilai GCV minimum sebesar 0,0001680770. Keakuratan model diukur menggunakan MAPE, dengan hasil 27,64889579%. menunjukkan hubungan yang cukup kuat antar variabel. Prediksi inflasi dengan regresi semiparametrik *B-Spline* terbaik untuk Januari hingga Mei 2024 adalah 0,026339723, 0,024342182, 0,024990414, 0,024042727, dan 0,029497937.

ABSTRACT

Fachriyah, Inayatul. 2024. **Semiparametric B-Spline Regression for Modeling Inflation in Indonesia**. Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (1) Abdul Aziz, M.Si. (II) Achmad Nashichuddin, M.A.

Keywords: Semiparametric Regression, B-Spline, Inflation, Generalized Cross Validation (GCV), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Prediction.

Semiparametric regression combines parametric and nonparametric elements, providing greater flexibility in handling complex and nonlinear data patterns. The B-Spline method, as a basis function with multiple polynomial segments, offers high flexibility in capturing complex functional shapes. The purpose of this research is to tell the model of semiparametric B-Spline regression on the factors that affect inflation in Indonesia and to tell the accuracy of the model using Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and predict inflation in Indonesia. Inflation is used as the response variable in this study, while the BI Rate and exchange rate are used as predictor variables influencing it. The research found that the best B-Spline semiparametric regression model is of order 2, determined based on an optimal knot point of 0,065, obtained from the minimum GCV value of 0,0001680770. The model accuracy was measured using MAPE, resulting in 27,64889579%, indicating a fairly strong relationship among the variables. The best B-Spline semiparametric regression model predicts inflation for January to May 2024 as 0,026339723, 0,024342182, 0,024990414, 0,024042727, and 0,029497937.

مستخلص البحث

الفخريه، عناية ٢٠٢٤. الانحدار شبه البامتري باستخدام طريقة ب-سبلين لنمذجة التضخم في إندونيسيا - نيسيا البحث العلمي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (١) عبد العزيز، الماجستير (٢) أحمد نصح الدين، الماجستير

الكلمة الرئيسية: الانحدار شبه البامتري (Regresi Semiparametrik)، ب-سبلين (B-Spline)، التضخم الاقتصادي (GCV)، الخطأ المئوي المطلق المتوسط (MAPE)، تنبؤ.

لانحدار شبه البامتري (Regresi Semiparametrik) يجمع بين العناصر المعلمية وغير المعلمية، مما يوفر مرونة أكبر في التعامل مع أنماط البيانات المعقدة وغير الخطية. طريقة ب-سبلين (B-Spline)، كوظيفة أساسية تحتوي على عدة قطاعات متعددة الحدود، توفر مرونة عالية في التقاط الأشكال الوظيفية المعقدة. يهدف هذا البحث إلى تحديد نموذج الانحدار شبه البامتري ب-سبلين (B-Spline) للعوامل التي تؤثر على التضخم في إندونيسيا، وتقييم دقة النموذج باستخدام متوسط الخطأ المطلق (MAPE) والتنبؤ بالتضخم في إندونيسيا. يتم استخدام التضخم كمتغير استجابة في هذا البحث، بينما يتم استخدام معدل بنك إندونيسيا وسعر الصرف كمتغيرات توقع تؤثر عليه. أسفرت البحث عن نموذج الانحدار شبه البامتري ب-سبلين (B-Spline) الأفضل والذي يتميز بالدرجة ٢، والذي يتم تحديده بناءً على نقطة الضم في ٠.٠٦٥، والتي تم الحصول عليها من قيمة (GCV) الدنيا بلغت ٠,٠٠٠١٦٨٠٧٧٠. تم قياس دقة النموذج باستخدام معدل متوسط الخطأ المطلق (MAPE)، وكانت النتيجة ٢٧.٦٤٨٨٩٥٧٩٪، مما أشار إلى وجود علاقة قوية بين المتغيرات. أفضل نموذج انحدار شبه البامتري ب-سبلين (B-Spline) يتنبأ بمعدل التضخم لشهر يناير إلى مايو ٢٠٢٤ بالترتيب كالتالي: ٠,٢٦٣٣٩٧٢٣.٠، ٠,٢٤٣٤٢١٨٢.٠، ٠,٢٤٩٩٠٤١٤.٠ و ٠,٢٤٠٤٢٧٢٧.٠ و ٠,٢٩٤٩٧٩٣٧.٠

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matematika merupakan bidang ilmu yang mempelajari pola, struktur, hubungan, dan properti abstrak. Matematika menggunakan simbol dan notasi untuk menggambarkan ide dan konsep yang berhubungan dengan kuantitas, ruang, perubahan, dan banyak hal lainnya. Matematika seringkali digunakan dalam lingkup akademik untuk memodelkan dan menganalisis fenomena alam, sosial, dan berbagai bidang ilmu, termasuk dalam analisis regresi (Spivak, 2018). Dalam analisis regresi, matematika digunakan untuk membangun model matematika yang memungkinkan untuk memahami dan menggambarkan hubungan antara variabel respon dan prediktor (Draper & Smith, 1992). Variabel prediktor adalah variabel yang berfungsi untuk memprediksi atau menggambarkan variabel respon. Variabel yang ingin diprediksi atau dijelaskan oleh variabel prediktor, juga dikenal sebagai variabel respon (Shofiyah & Sofro, 2018).

Terdapat tiga pendekatan regresi yaitu regresi parametrik, regresi nonparametrik, dan regresi semiparametrik dapat digunakan untuk mempelajari pola hubungan antar variabel, seperti yang disebutkan Budiantara dalam Toruan (2018). Dalam analisis statistika, metode yang paling umum digunakan adalah regresi parametrik. Metode ini mengambil asumsi bahwa hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon berbentuk fungsional. Regresi parametrik memiliki keuntungan dalam hal interpretasi yang sederhana dan efisiensi komputasi yang tinggi. Namun, kelemahannya adalah ketidaksesuaian dengan asumsi bentuk

fungsional yang diasumsikan dapat menyebabkan bias dalam perkiraan dan prediksi yang tidak akurat. Regresi nonparametrik tidak membuat asumsi khusus tentang bentuk fungsional hubungan antara variabel prediktor dan respon. Regresi ini memungkinkan data untuk mengungkapkan bentuk hubungan yang sebenarnya tanpa membatasinya pada model matematika tertentu. Regresi nonparametrik memiliki keuntungan dalam hal fleksibilitas dalam memodelkan hubungan yang kompleks, namun, interpretasi yang lebih sulit dan estimasi yang lebih rumit dibutuhkan (Hidayah, 2019). Sedangkan, regresi semiparametrik merupakan pendekatan yang memadukan elemen parametrik dan nonparametrik dalam memodelkan hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon, namun tidak ingin mengasumsikan bentuk fungsi tertentu secara spesifik. Dengan demikian, regresi semiparametrik memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam mengatasi pola data yang kompleks dan nonlinier tanpa harus membatasi diri pada regresi parametrik yang kaku dan lebih efisien daripada regresi nonparametrik (Budiantara dalam Khairunnisa, dkk., 2020).

Dalam analisis parameter model regresi semiparametrik, salah satu permasalahan yang dihadapi adalah keberadaan komponen nonparametrik, yang berupa fungsi dengan bentuk yang tidak diketahui bentuknya. Pendekatan nonparametrik yang dikenal sebagai regresi *spline* sering digunakan untuk memecahkan masalah ini. *Splines* adalah bentuk bagian polinomial dengan properti tersegmentasi, memungkinkan lebih banyak fleksibilitas dalam mendeskripsikan fungsi atau properti data. Kelebihan *spline* terletak pada kemampuan untuk menggunakan titik knot, yang merupakan titik perpaduan bersama dan memiliki kemampuan untuk menunjukkan perubahan pola perilaku data. Dengan

menggunakan *spline*, kita dapat menghadapi heterogenitas dalam data dan memodelkan hubungan yang kompleks antara variabel tanpa harus bergantung pada bentuk distribusi yang telah ditentukan sebelumnya (Eubank, 1999).

Regresi *spline* menggunakan basis fungsi yang umumnya terdiri dari basis *truncated power* dan basis *B-Spline* (Eubank, 1999). Kelemahan pada *spline* dengan basis *truncated power* terjadi ketika orde *spline* mempunyai derajat yang tinggi, jumlah knot yang banyak, dan jarak knot yang terlalu berdekatan. Hal ini dapat menyebabkan matriks persamaan normal yang hampir *singular*, sehingga mempersulit proses penyelesaiannya. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, digunakan basis *B-Spline* yang merupakan fungsi basis yang terdiri dari banyak segmen polinomial. Fungsi basis ini memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam menangkap bentuk fungsional yang kompleks dan tidak terbatas (Eubank dalam Wulandary & Purnama, 2020).

Pada metode *B-Spline* terdapat beberapa penelitian terdahulu di antaranya adalah Rahasia, dkk. (2020), penelitian ini menggunakan pendekatan nonparametrik *B-Spline* untuk menganalisis data *time series* nilai tukar mata uang. Pemilihan titik knot terbaik dengan kriteria GCV minimum menghasilkan model terbaik. Model ini dapat digunakan untuk memprediksi perubahan nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika dari Januari 2014 hingga Desember 2018. Penelitian lain yaitu Suwarno (2023), dengan menggunakan satu titik knot optimal dan nilai GCV minimum sebesar 0,012985, model *B-Spline* terbaik ditemukan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) mencapai 87,53%. Model *B-Spline* yang dihasilkan dalam penelitian ini dengan sukses menggambarkan data dengan akurat.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Hidayati (2014), penelitian ini menggunakan pendekatan *B-Spline* untuk estimasi regresi semiparametrik, diasumsikan berdistribusi normal. Hasil analisis menunjukkan bahwa berat badan dan umur balita mempengaruhi pertumbuhan balita, dengan $R^2=66,7\%$. Meskipun model belum sepenuhnya menjelaskan situasi sebenarnya, dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan balita, membantu orang tua memperhatikan perkembangan anak.

Inflasi adalah fenomena di mana harga barang dan jasa umumnya meningkat dalam jangka waktu tertentu. Data inflasi dapat memberikan informasi tentang kenaikan harga barang dan jasa tersebut, yang dapat mempengaruhi daya beli masyarakat serta kebijakan moneter yang diterapkan oleh bank sentral (Widjajanta & Widyaningsih dalam Jamilah, dkk., 2017). Ketika terjadi kenaikan inflasi, maka daya beli masyarakat akan mengalami penurunan akibat dari harga barang dan jasa yang semakin tinggi. Hal ini dapat mempengaruhi berbagai aspek ekonomi, seperti pertumbuhan ekonomi, investasi, dan stabilitas harga (Ginting, 2016).

Selain itu, inflasi dapat berdampak langsung pada *kurs* dan *BI-Rate*. *Kurs* sering disebut sebagai nilai tukar mata uang, adalah perbandingan antara harga mata uang suatu negara dengan mata uang negara lain. *Kurs* ini dapat dijadikan sebagai indikator untuk menilai kondisi perekonomian suatu negara, jika nilai tukar mata uang tinggi, hal itu menunjukkan kondisi ekonomi negara tersebut baik, dan sebaliknya (Purwanti, 2019). Sedangkan, *BI-rate* atau yang biasa disebut dengan suku bunga adalah biaya yang harus dibayar oleh peminjam untuk pinjaman yang diterima dan merupakan imbalan atas investasi peminjam (Ginting, 2016). Konsep

inflasi, *kurs*, dan *BI-Rate* juga memiliki relevansi dalam pandangan Islam terkait dengan keadilan dan integritas dalam transaksi ekonomi. Oleh karena itu, penting untuk memastikan kebijakan moneter dan kebijakan ekonomi secara keseluruhan berusaha menjaga stabilitas harga. Dalam hal ini, Islam menekankan pentingnya keadilan dan kebersamaan dalam transaksi. Dalam Qur'an Kemenag (2022) Surah Al-Baqarah ayat 188, Allah berfirman yang artinya:

"Dan janganlah kamu memakan harta-harta sesamamu dengan jalan yang batil dan kamu membawa sebagiannya kepada hakim dengan maksud hendak memakan sebahagian harta orang lain dengan tidak benar, padahal kamu mengetahui."

Ayat ini memberikan pengingat pentingnya integritas dalam transaksi ekonomi dan larangan terhadap praktik-praktik yang curang, termasuk dalam hal pengelolaan mata uang dan transaksi dengan mata uang asing. Dengan mengacu pada ayat-ayat Al-Qur'an yang mengandung prinsip-prinsip tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang pandangan Islam dalam mengelola fenomena ekonomi ini (Muhammad, 2004).

Berdasarkan hasil penelitian oleh Rahasia, dkk. (2020), Suwarno (2023), yang meneliti tentang regresi nonparametrik *B-Spline* dan Hidayati (2014) yang meneliti regresi semiparametrik *B-Spline*, peneliti akan melakukan penelitian tentang regresi semiparametrik menggunakan metode *B-Spline* untuk memodelkan inflasi di Indonesia dengan *BI-Rate* dan *kurs*, mengevaluasi keakuratan model, dan memprediksi data inflasi. Hal tersebut bertujuan untuk memperdalam pemahaman tentang hubungan antara inflasi, *BI-Rate*, dan *kurs* di Indonesia. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang mengandalkan pendekatan nonparametrik, penelitian ini memilih pendekatan yang lebih kompleks yaitu metode *B-Spline* semiparametrik. Dengan pendekatan semiparametrik, penelitian ini tidak hanya

berfokus pada hubungan linier atau nonlinier sederhana, tetapi juga memperhitungkan fleksibilitas dalam menangkap pola yang lebih kompleks dan bervariasi. Selain itu, melanjutkan penelitian sebelumnya dengan menerapkan metode ini pada data inflasi di Indonesia dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap literatur ekonomi dan kebijakan moneter. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan lebih dalam kepada pengambil kebijakan ekonomi, praktisi, dan akademisi dalam memahami faktor-faktor yang memengaruhi inflasi, khususnya dalam konteks kurs dan *BI-Rate*. Penelitian ini juga bertujuan untuk menguji kegeneralan hasil penelitian sebelumnya dengan menggunakan dataset yang berbeda, sehingga dapat memberikan validitas eksternal terhadap temuan sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menjadi kelanjutan dari penelitian sebelumnya tetapi juga merupakan langkah maju dalam menjelajahi variasi data dan memperkaya pemahaman tentang hubungan ekonomi yang kompleks.

1.2 Rumusan Masalah

Peneliti mengambil rumusan masalah berdasarkan latar belakang, yaitu:

1. Bagaimana model regresi semiparametrik dengan menggunakan metode *B-Spline* pada *kurs* dan *BI-Rate* yang mempengaruhi inflasi di Indonesia?
2. Bagaimana keakuratan model regresi semiparametrik *B-Spline* dalam menjelaskan *kurs* dan *BI-Rate* terhadap inflasi di Indonesia?
3. Bagaimana prediksi inflasi di Indonesia menggunakan model regresi semiparametrik *B-Spline* berdasarkan *kurs* dan *BI-Rate*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan berdasarkan latar belakang diatas, adalah:

1. Mengidentifikasi model regresi semiparametrik *B-Spline* yang berkaitan dengan pengaruh *kurs* dan *BI-Rate* terhadap inflasi di Indonesia.
2. Menentukan tingkat keakuratan model regresi semiparametrik *B-Spline* dalam menjelaskan hubungan antara *kurs*, *BI-Rate* dan inflasi di Indonesia.
3. Memprediksi inflasi di Indonesia menggunakan model regresi semiparametrik *B-Spline* berdasarkan *kurs* dan *BI-Rate*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam hal ini, terdapat beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian yang dilakukan berdasarkan tujuan penelitian sebelumnya:

1. Bagi Peneliti

Peneliti dapat memperluas pemahaman dan keahliannya dalam menerapkan metode regresi semiparametrik *B-Spline*.

2. Bagi Pembaca

Penelitian ini memberikan informasi tambahan atau referensi tentang regresi semiparametrik *B-Spline*, serta memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang penggunaan regresi semiparametrik dan metode *B-Spline*.

3. Bagi Program Studi

Hasil penelitian dapat berkontribusi pada penyempurnaan kurikulum program studi dengan mengintegrasikan metode dan teknik analisis terkini,

serta meningkatkan mutu pembelajaran yang bersumber dari temuan penelitian ini.

4. Bagi Instansi Bidang Ekonomi

Memberikan wawasan bagi instansi di bidang ekonomi dalam perencanaan kebijakan, manajemen risiko, dan pemantauan inflasi.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memastikan fokus dan relevansi penelitian ini, akan diaplikasikan sejumlah batasan masalah sebagai berikut:

1. Data *kurs*, *BI-Rate* dan inflasi Indonesia merupakan data sekunder dengan fokus periode Januari 2013 sampai dengan Desember 2023.
2. Estimasi fungsi nonparametrik *B-Spline* menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS).
3. Metode *Generalized Cross Validation* (GCV) digunakan untuk memilih titik knot optimal.
4. Perhitungan akurasi model menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
5. Orde yang digunakan yakni orde 2 dan 3.
6. Inflasi diprediksi untuk 5 bulan ke depan.

1.6 Definisi Istilah

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*)
- Rescaling* : Proses mengubah skala atau rentang suatu variabel dalam suatu dataset. Untuk menyamakan atau menyesuaikan skala variabel agar dapat diolah atau dibandingkan lebih mudah
- Matriks *Transpose* : Matriks yang dihasilkan dengan menukar posisi baris dan kolomnya
- Matriks Identitas : Matriks yang seluruh elemennya adalah nol, kecuali pada elemen diagonal utama yang memiliki nilai satu
- Titik Knot : Pertemuan titik persilangan yang mencerminkan perubahan dalam pola perilaku data

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Teori Pendukung

2.1.1 Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan metode sederhana untuk memperkirakan hubungan antara variabel terikat (*dependent*) dan variabel bebas (*Independent*). (Surmajaya dalam Maksum, 2019). Analisis regresi bertujuan untuk memperoleh perkiraan parameter yang sesuai dengan pola kurva regresi. Jika pola kurva regresi telah diketahui, metode parametrik dapat diterapkan. Sebaliknya, jika pola kurva regresi tidak diketahui dan informasi sebelumnya tidak lengkap, metode nonparametrik dapat digunakan. Pendekatan semiparametrik dapat menjadi pilihan ketika hubungan antara variabel prediktor dan respon melibatkan kombinasi elemen parametrik dan nonparametrik (Budiantara dalam Toruan, 2018).

2.1.1.1 Regresi Parametrik

Regresi parametrik merupakan metode statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor yang mengasumsikan bahwa bentuk kurva regresi telah diketahui. Salah satu contoh bentuk regresi parametrik adalah model regresi linier sederhana, yang secara umum diungkapkan sebagai berikut (Purwahyuningsih dan Sunaryo dalam Gusti, 2011):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, n. \quad (2.1)$$

di mana:

- y_t : Variabel respon pengamatan ke- t
 x_t : Variabel prediktor pengamatan ke- t
 β_0 : Intersep dari model (konstanta)
 β_1 : Koefisien regresi
 ε_t : *Error* acak pada pengamatan ke- t

Sehingga, persamaan (2.1) dapat diuraikan secara detail dengan menuliskan matriks dan vektor-vektornya sebagai berikut (Ruppert, dkk., 2003):

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix}, \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Dari uraian matriks yang telah disajikan pada persamaan (2.2), dapat disederhanakan dalam bentuk persamaan berikut:

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

di mana:

- \mathbf{y} : Variabel respon
 \mathbf{X} : Variabel prediktor
 $\boldsymbol{\beta}$: Parameter regresi
 $\boldsymbol{\varepsilon}$: *Error*

2.1.1.2 Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik digunakan ketika tidak diketahui secara pasti bentuk kurva hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Pada

regresi nonparametrik, kurva regresi diasumsikan bersifat mulus (*smooth*) dalam suatu ruang fungsi tertentu, yang mengindikasikan tingginya fleksibilitas dalam memodelkan hubungan antar variabel tersebut (Purwahyuningsih dan Sunaryo dalam Gusti, 2011). Secara umum, model regresi nonparametrik dapat ditulis sebagai berikut (Eubank, 1999):

$$y_t = f(z_t) + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

di mana:

- y_t : Variabel respon pengamatan ke- t
- $f(z_t)$: Fungsi *smooth* yang tidak diketahui ke- t
- z_t : Variabel prediktor pengamatan ke- t
- ε_t : *Error* acak pada pengamatan ke- t

Persamaan (2.4) dapat diuraikan secara detail dengan menuliskan matriks dan vektor-vektornya sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, f(\mathbf{Z}) = \begin{bmatrix} f(z_1) \\ f(z_2) \\ \vdots \\ f(z_n) \end{bmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Dari uraian matriks yang telah disajikan pada persamaan (2.5), dapat disederhanakan dalam bentuk persamaan berikut:

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

di mana:

- \mathbf{y} : Variabel respon
- f : Fungsi *smooth* yang tidak diketahui

Z : Variabel prediktor komponen nonparametrik

ε : *Error*

Kurva regresi dievaluasi dengan metode nonparametrik tanpa menentukan model terlebih dahulu, berbeda dengan regresi parametrik yang memerlukan spesifikasi model sebelumnya. Fungsi *spline* adalah salah satu pendekatan nonparametrik yang dapat digunakan (Laome dalam Maksun, 2019).

2.1.1.3 Regresi Semiparametrik

Penggabungan teknik regresi parametrik dan nonparametrik menghasilkan regresi semiparametrik. Dalam hal ini, model semiparametrik diperkirakan dengan menghitung perkiraan parameter pada bagian parametrik dan perkiraan fungsi pada bagian nonparametrik (Hamzah dalam Gusti, 2011). Model regresi semiparametrik diberikan sebagai berikut (Ruppert, dkk., 2003):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + f(z_t) + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, n \quad (2.7)$$

di mana:

y_t : Variabel respon pengamatan ke- t

x_t : Variabel prediktor pengamatan ke- t komponen parametrik

β : Parameter prediktor ke- t untuk komponen parametrik

$f(z_t)$: Fungsi *smooth* yang tidak diketahui

z_t : Variabel prediktor pengamatan ke- t komponen nonparametrik

ε_i : *Error* acak pada pengamatan ke- t

Di bawah ini adalah matriks yang dapat digunakan untuk menulis persamaan (2.7) adalah (Salam, 2013):

$$y = X\beta + f(Z) + \varepsilon \quad (2.8)$$

di mana:

- y : Variabel respon
- X : Variabel prediktor komponen parametrik
- β : Parameter komponen parametrik
- f : Fungsi *smooth* yang tidak diketahui
- Z : Variabel prediktor komponen nonparametrik
- ε : *Error*

2.1.2 *Rescaling*

Teknik normalisasi yang digunakan dalam praproses data untuk memperoleh keseragaman skala pada semua variabel yang akan digunakan dalam pemodelan regresi disebut *rescaling* data. Salah satu tujuan dalam menyamakan skala variabel adalah untuk memperhatikan agar semua variabel memiliki rentang nilai yang serupa, yakni di antara 0 dan 1 (Chamidah, dkk., 2012). 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):

$$Z'_t = \frac{Z_t - \min(Z)}{\max(Z) - \min(Z)} \times 100\% \quad (2.9)$$

keterangan:

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

2.1.3 Uji Korelasi *Pearson*

Uji korelasi adalah teknik statistika yang digunakan untuk menentukan besaran yang menunjukkan bahwa ada hubungan linier antara dua variabel. Nilai korelasi setiap variabel berkorelasi dengan keeratannya satu sama lain. Korelasi dua variabel akan semakin erat saat nilai korelasinya mendekati satu, dan sebaliknya. Koefisien korelasi yang dihitung untuk data populasi dinotasikan dengan ρ sedangkan koefisien korelasi yang dihitung untuk data sampel dinotasikan dengan r . Dengan hipotesis sebagai berikut (Altman, 2020):

1. $H_0 : r = 0$, yaitu tidak terjadi korelasi secara signifikan antar variabel.
2. $H_1 : r \neq 0$, yaitu terjadi korelasi secara signifikan antar variabel.

Statistik uji t digunakan untuk menguji apakah koefisien korelasi yang diperoleh signifikan secara statistik, menggunakan statistik uji:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2.10)$$

Kriteria penerimaan dan penolakan sebagai berikut:

1. Jika nilai p -*valu*nya < 0.05 maka H_0 ditolak, sehingga ada hubungan secara signifikan antara variabel yang di uji.
2. Jika nilai p -*valu*nya > 0.05 maka H_0 diterima, sehingga tidak ada hubungan secara signifikan antara variabel yang di uji.

Uji korelasi *Pearson* digunakan untuk mengukur derajat keeratan hubungan linier antar dua variabel dengan distribusi normal, interval, atau rasio, serta rentang nilai koefisien korelasi, yang berkisar antara -1,0 dan 1. Uji korelasi *Pearson* dapat dituliskan dalam persamaan berikut (Zhang, dkk., 2020):

$$r_{xy} = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (2.11)$$

di mana:

- r_{xy} : Angka indeks korelasi antara variabel x dan variabel y
- x : Variabel pertama
- y : Variabel kedua
- n : Banyaknya data

Tujuan analisis korelasi secara umum adalah untuk mengetahui tingkat kekuatan (keeratan) hubungan linier dua variabel, mengetahui arah (jenis) hubungan dua variabel dan mengetahui tingkat signifikan hubungan antara dua

variabel. Berikut adalah kriteria tingkat hubungan antar variabel (Sugiyono dalam Novia, 2017):

Tabel 2.1 Kriteria Korelasi

Interval koefisien	Tingkat Akurasi
$0 < r \leq 0.2$	Sangat rendah
$0,2 < r \leq 0.4$	Rendah
$0,4 < r \leq 0.6$	Sedang
$0,6 < r \leq 0.8$	Kuat
$0,8 < r \leq 1$	Sangat Kuat

Arah korelasi dilihat pada angka koefisien korelasi sebagaimana tingkat kekuatan korelasi. Besarnya nilai koefisien korelasi tersebut terletak antara -1 sampai dengan +1. Jika koefisien korelasi bernilai positif, maka hubungan kedua variabel dikatakan searah, artinya jika variabel X meningkat maka variabel Y juga akan meningkat. Sebaliknya, jika koefisien korelasi bernilai negatif maka hubungan kedua variabel tersebut tidak searah, artinya jika variabel X meningkat maka variabel Y akan menurun. Kekuatan dan arah korelasi (hubungan) akan mempunyai arti jika hubungan antar variabel tersebut bernilai signifikan. (Sugiyono dalam Novia, 2017).

2.1.4 Estimasi Model Regresi Nonparametrik

2.1.4.1 Fungsi *B-Spline*

Regresi *spline* adalah sebuah metode dalam analisis regresi yang menggunakan fungsi *spline* sebagai model pendekatan. Fungsi *spline* adalah fungsi matematika yang terdiri dari potongan-potongan polinomial dengan potongan titik

yang disebut sebagai titik *spline*. Metode regresi *spline* digunakan saat tidak mungkin menjelaskan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dengan bentuk fungsi yang sederhana, seperti linier atau polinomial. Dengan menggunakan regresi *spline*, bentuk fungsional hubungan dapat disesuaikan secara fleksibel dengan menggunakan fungsi *spline* yang dapat menyesuaikan pola data dengan lebih baik (Similä & Tikka, 2007). Regresi *spline* menggunakan basis fungsi yang umumnya terdiri dari basis *truncated power* dan basis *B-Spline* (Eubank, 1999).

B-Spline memiliki peranan penting dalam memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh fungsi *truncated power* ketika memiliki orde yang tinggi. Jika orde tinggi suatu persamaan, jumlah knot yang besar, dan penempatan knot terlalu dekat, dapat menghasilkan persamaan yang sulit untuk dipecahkan karena membentuk matriks yang mendekati singular (Budiantara dkk., 2006). Dalam pembentukan model regresi *spline* menggunakan basis fungsi *B-Spline*, ada tiga kriteria yang perlu diperhatikan dalam hal ini. Pertama, menentukan orde model yang akan digunakan. Kedua, menentukan jumlah knot yang akan digunakan. Dan yang terakhir, menetapkan lokasi knot dalam model tersebut (Rahmawati dkk., 2017). Model regresi nonparametrik, apabila didekati menggunakan fungsi *B-Spline* dengan orde m dan k titik knot, dapat dituliskan melalui persamaan berikut:

$$f(z_t) = \sum_{j=1}^{m+k} \lambda_j B_{j-m,m}(z_t), \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (2.12)$$

di mana:

- λ_j : Parameter regresi *B-Spline* ke- j
 $B_{j-m,m}(Z_t)$: Basis *B-Spline*

Dalam rangka membangun fungsi *B-Spline* dengan tingkat orde m dan banyak titik knot k , diperlukan tambahan knot sebanyak $2m$, yaitu $k_{-(m-1)}, k_{-(m-2)}, \dots, k_{-1}, k_0, k_1, k_2, \dots, k_k, k_{k+1}, \dots, k_{(m+k)}$, di mana $k_{-(m-1)} = k_{-(m-2)} = \dots = k_{-1} = k_0 = a$ dan $k_{k+1} = k_{k+2} = \dots = k_{(k+m)} = b$. Nilai a diperoleh sebagai nilai minimum dari z dan b diperoleh sebagai nilai maksimum dari z , sedangkan nilai k biasanya diperoleh dari nilai kuartil data.

Menurut Devi, dkk. (2014) dari persamaan (2.4) dan (2.12), model regresi nonparametrik yang didekati menggunakan fungsi *B-Spline* dengan orde m dan k titik knot, didapatkan suatu persamaan yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$y_t = \sum_{j=1}^{m+k} \lambda_j B_{j-m,m}(z_t) + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (2.13)$$

Fungsi *B-Spline* dengan orde m pada titik knot ke- j dapat dijelaskan secara rekursif sebagai berikut (Eubank, 1999):

$$B_{j,m}(z_t) = \frac{z - k_j}{u_{j+m-1} - k_j} B_{j,m-1}(z_t) + \frac{k_{j+m} - z}{k_{j+m} - k_{j+1}} B_{j+1,m-1}(z_t) \quad (2.14)$$

dengan $j = -(m-1), \dots, k$, dan

$$B_{j,1}(z_t) = \begin{cases} 1, & \text{jika } k_j < z_t \leq k_{j+1}, \\ 0, & \text{untuk yang lainnya.} \end{cases} \quad (2.15)$$

Menurut Rahmawati, dkk. (2017), simbol m dapat mewakili derajat atau orde dari *B-Spline*. Berdasarkan orde m , variasi basis fungsi *B-Spline* dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yang berbeda:

1. Orde $m = 2$ menghasilkan basis fungsi *B-Spline* linier, yang terdiri dari fungsi sebagai berikut:

$$B_{j,2}(z_t) = \frac{z - k_j}{k_{j+1} - k_j} B_{j,1}(z_t) + \frac{k_{j+2} - z}{k_{j+2} - k_{j+1}} B_{j+1,1}(z_t), \quad j = -1, \dots, k \quad (2.16)$$

2. Orde $m = 3$ menghasilkan basis fungsi *B-Spline* kuadratik, yang terdiri dari fungsi sebagai berikut:

$$B_{j,3}(z_t) = \frac{z - k_j}{k_{j+2} - k_j} B_{j,2}(z_t) + \frac{k_{j+3} - z}{k_{j+3} - k_{j+1}} B_{j+1,2}(z_t), j = -2, \dots, k \quad (2.17)$$

3. Orde $m = 4$ menghasilkan basis fungsi *B-Spline* kubik, yang terdiri dari fungsi sebagai berikut:

$$B_{j,4}(z_t) = \frac{z - k_j}{k_{j+3} - k_j} B_{j,3}(z_t) + \frac{k_{j+4} - z}{k_{j+4} - k_{j+1}} B_{j+1,3}(z_t), j = -3, \dots, k \quad (2.18)$$

2.1.4.2 Titik Knot Optimal

Dalam konteks kurva *spline*, titik knot merujuk pada titik fokus yang menunjukkan bahwa kurva yang dihasilkan dari fungsi *spline* ini tersegmentasi pada titik tertentu. Dalam *spline*, titik knot juga dapat diinterpretasikan sebagai parameter penghalus. Penentuan titik knot dapat dilakukan dengan membuat plot data terlebih dahulu, Setelah itu, lokasi titik knot ditentukan berdasarkan intervensi yang terlihat pada plot tersebut (Yuniartika, dkk., 2013). Huang dan Shen dalam Suwarno (2023), juga menyatakan bahwa penentuan lokasi titik knot dapat dilakukan dengan beberapa cara. Cara pertama adalah dengan melakukan pemisahan berdasarkan nilai tengah. Cara kedua adalah dengan membagi jumlah observasi menjadi bagian yang sama banyak menggunakan knot kuantil. Dalam menentukan posisi secara eksploratif, langkah terakhir yang dapat dilakukan adalah melihat perubahan bentuk kurva. Cara kedua seringkali dipilih karena dianggap lebih efektif, di mana observasi dibagi menjadi bagian yang sama banyak (knot kuantil).

2.1.4.3 Metode *Generalized Cross Validation*

Metode yang digunakan dalam pemilihan titik knot yang optimal adalah GCV. Para peneliti dapat mencari titik knot terbaik untuk model *B-Spline* dengan mencari nilai GCV yang minimum. Model regresi *B-Spline* yang dihasilkan akan semakin baik jika nilai GCV yang diperoleh semakin kecil. Metode GCV dapat dijelaskan sebagai berikut (Eubank, 1999):

$$GCV(u_1, u_2, \dots, u_n) = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{f}(z_i))^2}{(n^{-1} \text{trace}[\mathbf{I} - \mathbf{X}(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'])^2} \quad (2.19)$$

di mana:

- k_i : Titik knot ke- i , $i=1,2,\dots,n$
- n : Banyaknya data yang tersedia
- \mathbf{I} : Matriks identitas
- \mathbf{X} : Matriks data
- \mathbf{X}^T : Matriks *transpose*
- y_i : Variabel respon pada observasi ke- i
- $\hat{f}(z_i)$: Hasil estimasi variabel respon pada observasi ke- i

2.1.5 Metode *Least Square*

Misalkan parameter β_0, β_1 pada Persamaan (2.1) tidak diketahui, maka parameter-parameter tersebut perlu diestimasi. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah estimasi metode kuadrat terkecil (*least square*), di mana tujuannya adalah untuk meminimalkan jumlah kuadrat *error*. Ini dapat direpresentasikan dengan persamaan berikut (Dzulhijjah, 2021):

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 + \beta_1 x_i)^2 \quad (2.20)$$

dalam notasi matriks dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\varepsilon^T \varepsilon = [\varepsilon_1 \quad \varepsilon_2 \quad \cdots \quad \varepsilon_n] \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} = \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \cdots + \varepsilon_n^2 \quad (2.21)$$

Berdasarkan Persamaan (2.21), maka diperoleh:

$$\begin{aligned} J &= \varepsilon^T \varepsilon \\ &= (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= (\mathbf{Y}^T - \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X}^T) (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - \mathbf{Y}^T \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X}^T \mathbf{Y} + \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X}^T \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - (\mathbf{Y}^T \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})^T - \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X}^T \mathbf{Y} + \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X}^T \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X}^T \mathbf{Y} - \mathbf{Y}^T \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X}^T \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - 2\boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X}^T \mathbf{Y} + \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X}^T \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \end{aligned} \quad (2.22)$$

Kemudian, J didiferensialkan terhadap $\boldsymbol{\beta}$ untuk meminimumkan jumlah kuadrat *error* dan hasilnya disamakan dengan nol sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(J)}{\partial \boldsymbol{\beta}} \Big|_{\boldsymbol{\beta}=\hat{\boldsymbol{\beta}}} &= \frac{\partial(\mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - 2\hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{X}^T \mathbf{Y} + \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{X}^T \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial \hat{\boldsymbol{\beta}}} \\ 0 &= -2\mathbf{X}^T \mathbf{Y} + 2\mathbf{X}^T \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}} \\ \mathbf{X}^T \mathbf{Y} &= \mathbf{X}^T \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}} \end{aligned} \quad (2.23)$$

Selanjutnya, untuk menyelesaikan Persamaan (2.23), kalikan kedua ruas dengan invers dari $(\mathbf{X}^T \mathbf{X})$ sehingga diperoleh penaksir kuadrat terkecil dari $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ berbentuk (Dzulhijjah, 2021):

$$\begin{aligned} (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}^T \mathbf{X}) \hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \\ \mathbf{I} \hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \\ \hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \end{aligned} \quad (2.24)$$

untuk memastikan bahwa estimator OLS yang diperoleh adalah benar minimal, langkah selanjutnya adalah melakukan penurunan kedua terhadap parameter beta, sebagaimana berikut:

$$\frac{\partial^2(J)}{\partial\beta^2} = 2X^T X \quad (2.25)$$

Oleh karena itu, didapati bahwa Persamaan (2.25) menunjukkan sifat positif definit. Hal ini mengonfirmasi bahwa titik kritis yang dihasilkan melalui estimasi OLS merupakan minimum lokal yang valid. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa estimasi OLS memberikan solusi optimal bagi model regresi yang dianalisis. Kesimpulan ini memperkuat kepercayaan terhadap hasil penelitian serta keakuratan model yang diterapkan dalam analisis data.

2.1.6 Keakuratan Model

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah suatu metrik evaluasi kinerja yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi dari suatu model peramalan atau prediksi. MAPE mengukur rata-rata persentase kesalahan absolut antara nilai aktual dan nilai yang diprediksi. Menurut Wei (2006), MAPE dirumuskan mengikuti persamaan berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right| \times 100\% \quad (2.26)$$

dengan Z_t adalah nilai observasi pada waktu ke- t , \hat{Z}_t adalah nilai peramalan pada waktu ke- t dan n adalah banyaknya observasi. MAPE mengukur persentase kesalahan rata-rata untuk setiap observasi. Semakin rendah nilai MAPE, semakin

baik kinerja model, dan nilai MAPE sebesar 0% menunjukkan bahwa tidak ada kesalahan prediksi. Kriteria nilai MAPE seperti pada Tabel 2.2:

Tabel 2.2 Kriteria Nilai MAPE

MAPE (%)	Tingkat Akurasi
$0 \leq \text{MAPE} < 10$	Sangat Akurat
$10 \leq \text{MAPE} < 20$	Akurat
$20 \leq \text{MAPE} < 50$	Cukup
$\text{MAPE} \geq 50$	Tidak Akurat

2.1.7 Inflasi

Istilah "inflasi" berasal dari bahasa latin "*inflance*", yang berarti peningkatan. Secara umum, inflasi merupakan suatu fenomena di dalam perekonomian dimana terjadi peningkatan harga dan upah. Selain itu, ada juga kondisi di mana permintaan tenaga kerja lebih besar daripada pasokannya dan jumlah uang yang beredar mengalami peningkatan yang signifikan. Inflasi selalu dicirikan oleh peningkatan harga-harga yang terjadi dengan cepat (Nopirin dalam Mahendra, 2016). Menurut Mankiw (2006), dalam ilmu ekonomi makro, negara-negara sering menghadapi serangkaian masalah yang mencakup pertumbuhan ekonomi, ketidakstabilan aktivitas ekonomi, pengangguran, neraca perdagangan, dan inflasi. Di antara beberapa masalah tersebut, inflasi adalah salah satu yang sangat diperhatikan, karena inflasi adalah fenomena di mana harga-harga umum meningkat dari satu periode ke periode berikutnya dan memiliki dampak yang signifikan pada kondisi makroekonomi. Inflasi berperan sebagai indikator penting

dalam menilai stabilitas perekonomian. Pertumbuhan ekonomi dapat didorong oleh inflasi yang tetap dan rendah. Menurut Fadilla (2017), menurut tingkat kenaikan harganya, inflasi dapat dimasukkan ke dalam empat kategori. Inflasi kategori pertama adalah "ringan" dan terjadi apabila inflasi tahunan berada di bawah 10 persen. Sementara itu, inflasi yang masuk dalam kategori "sedang" terjadi ketika tingkat kenaikan harga bervariasi dari 10 hingga 30% per tahun. Ketika peningkatan harga melampaui angka 30 hingga 100 persen per tahun, maka inflasi dianggap sebagai "berat". Terakhir, hiperinflasi yang juga disebut sebagai inflasi yang tidak terkendali, hal ini terjadi ketika kenaikan harga melebihi 100 persen per tahun.

Menjaga stabilitas inflasi di suatu negara adalah penting agar daya beli masyarakat tetap terjaga dan pertumbuhan ekonomi terstimulasi. Untuk memastikan stabilitas ini, suatu negara dapat mengimplementasikan strategi untuk menangani inflasi yang berada di tingkat yang tidak optimal, baik itu terlalu tinggi atau terlalu rendah. Kepastian dan konsistensi dalam inflasi memberikan kepercayaan kepada pelaku ekonomi untuk menjalankan aktivitas ekonominya. Keadaan ini memberikan manfaat signifikan bagi situasi ekonomi suatu negara, menegaskan bahwa stabilitas inflasi menjadi landasan untuk mencapai stabilitas ekonomi secara keseluruhan (Ginting, 2016).

2.1.8 *Kurs*

Menurut Mahendra (2016), *Kurs* mata uang, juga dikenal sebagai nilai tukar, adalah perbandingan nilai mata uang asing dengan mata uang domestik masing-masing. Dengan kata lain, kurs adalah nilai tukar suatu mata uang terhadap mata uang lain. *Kurs* yang paling umum adalah kurs rupiah terhadap dolar AS

karena nilai dolar cenderung lebih stabil dalam perekonomian. Jadi, tidak ada perubahan yang signifikan pada nilai *kurs*. *Kurs* adalah perbandingan nilai mata uang asing terhadap rupiah. Nilai tukar rupiah, di sisi lain, adalah besarnya perbandingan nilai rupiah terhadap mata uang asing. Selain itu, dia berpendapat bahwa dengan menggunakan standar yang sama, nilai tukar dapat digunakan untuk menggambarkan nilai barang dan jasa antara negara. Akibatnya, nilai tukar sangat penting untuk pembelanjaan.

2.1.9 BI-Rate

Inflasi disebabkan oleh *BI-Rate* atau suku bunga. Suku bunga adalah biaya yang harus dibayar oleh peminjam untuk pinjaman yang diterima dan merupakan imbalan bagi pemberi pinjaman atas investasi peminjam. Variabel makroekonomi yang berdampak pada inflasi dipengaruhi oleh suku bunga. Salah satu tujuan dari menaikkan suku bunga adalah untuk mengurangi laju aktivitas ekonomi yang dapat menyebabkan penurunan inflasi. Jika suku bunga *BI-Rate* naik, suku bunga kredit dan deposito akan naik. Ketika suku bunga deposito naik, masyarakat akan cenderung menyimpan lebih banyak uang di bank, sehingga jumlah uang yang beredar akan berkurang. Jika suku bunga kredit naik, para pelaku usaha akan mengurangi investasi karena biaya modal akan meningkat (Ginting, 2016).

2.2 Keadilan Ekonomi dalam Islam

Keadilan ekonomi merupakan prinsip utama dalam ajaran Islam. Islam menekankan pentingnya keadilan dalam seluruh aspek kehidupan, termasuk dalam ekonomi. Konsep keadilan ekonomi dalam Islam mencakup berbagai aspek, termasuk distribusi kekayaan, transaksi ekonomi, dan perlindungan terhadap

eksploitasi (Munandar & Ridwan, 2023). Konsep inflasi, kurs, *BI-Rate* juga memiliki relevansi dalam pandangan Islam terkait dengan keadilan dan integritas dalam transaksi ekonomi. Oleh karena itu, penting untuk memastikan kebijakan moneter dan kebijakan ekonomi secara keseluruhan berusaha menjaga stabilitas harga. Dalam hal ini, Islam menekankan pentingnya keadilan dan kebersamaan dalam transaksi. Dalam Qur'an Kemenag (2022) Surah Al-Baqarah ayat 188, Allah berfirman yang artinya:

"Dan janganlah kamu memakan harta-harta sesamamu dengan jalan yang batil dan kamu membawa bagiannya kepada hakim dengan maksud hendak memakan sebahagian harta orang lain dengan tidak benar, padahal kamu mengetahui."

Ayat ini menekankan agar individu menjauhi tindakan yang tidak adil dalam hal keuangan dan transaksi ekonomi, serta untuk selalu berpegang pada prinsip-prinsip kejujuran dan keadilan dalam seluruh aspek kehidupan, termasuk ekonomi, sesuai dengan ajaran Islam (Muhammad, 2004). Menurut Az-Zuhaili (2013), ayat ini melarang seluruh umat Islam untuk mengambil harta milik sesama dengan cara yang tidak sesuai. Ini mencakup praktik-praktik seperti judi, penipuan, perampasan, mengabaikan hak orang lain, dan metode lain yang bertentangan dengan nilai-nilai yang dianut atau dilarang oleh syariat Islam, bahkan jika seseorang memberikannya secara sukarela. Contoh-contoh yang termasuk dalam kategori ini adalah upah pelacur, bayaran bagi seorang peramal, harga minuman beralkohol dari babi, dan segala bentuk perjudian yang diharamkan.

Dalam hadist *shahih* al-Bukhari dan Muslim dari Ummu Salamah dalam tafsir Muhammad (2004), bahwa Rasulullah bersabda yang artinya:

"Ketahuilah, aku hanyalah manusia biasa, dan datang kepadaku orang-orang yang bersengketa. Boleh jadi sebagian dari kalian lebih pintar berdalih dari pada sebagian lainnya sehingga aku memberi keputusan yang menguntungkannya. Karena itu, barangsiapa yang aku putuskan mendapat hak orang muslim yang lain,

maka sebenarnya itu tidak lain hanyalah sepotong api neraka. Maka terserah ia, mau membawanya atau meninggalkannya.”

Seorang mukmin diharapkan untuk tidak mengambil harta saudaranya atau barang yang bukan haknya, bahkan jika keputusan hakim telah menyatakan bahwa harta tersebut seharusnya menjadi miliknya. Hal ini karena hakim adalah manusia yang mengambil keputusan berdasarkan bukti-bukti yang tersedia secara terang-terangan, dan keputusan hakim tersebut tidak mengubah kenyataan yang sesungguhnya. Yang perlu diperhatikan oleh seorang mukmin adalah melaksanakan tindakan yang adil di mata Allah Ta'ala, yang tidak ada yang tersembunyi dari-Nya, dan Dia akan membalas setiap tindakan manusia sesuai dengan perbuatannya. Dalam segala situasi, seorang mukmin perlu selalu memperhatikan bahwa Allah senantiasa memperhatikan mereka, baik saat sendirian maupun saat berada di tengah keramaian, dan takut akan konsekuensi tindakannya, baik dalam tindakan yang terlihat maupun yang tersembunyi. Menyuiap hakim dianggap menyia-nyiakan kekayaan. Tidak dibenarkan bagi seorang mukmin menyuiap seorang hakim agar putusannya lebih menguntungkannya daripada yang akan atau tidak akan diterimanya. Menurut pemahaman ahlus-sunnah, siapa pun yang mengambil sesuatu yang dapat disebut sebagai harta, baik dalam jumlah kecil atau besar, akan dianggap sebagai orang yang berperilaku fasik, dan dia diharamkan untuk mengambil barang tersebut (Muhammad, 2004).

Konsep keadilan ekonomi dalam Islam mengajarkan pentingnya menjaga integritas dalam transaksi ekonomi dan menghindari praktik-praktik yang tidak adil. Dalam konteks inflasi, fenomena inflasi dapat mengakibatkan perubahan signifikan dalam *kurs* dan *BI-Rate* yang berdampak pada distribusi kekayaan masyarakat. Ketika inflasi meningkat, nilai mata uang menjadi semakin rendah, dan

ini dapat merugikan orang-orang dengan pendapatan tetap atau tabungan yang nilainya terkikis oleh inflasi. Dalam kerangka keadilan ekonomi dalam Islam, perubahan ini harus dihadapi dengan penuh keadilan. Ini berarti bahwa ketika inflasi meningkat, pemerintah dan lembaga keuangan harus memastikan bahwa tidak ada pihak yang diuntungkan secara tidak adil dari situasi ini, sementara pihak lainnya menderita kerugian yang signifikan. Pentingnya keadilan dalam mengatasi inflasi adalah agar perubahan ekonomi ini tidak menyebabkan ketidaksetaraan yang lebih besar dalam masyarakat. Ini mengacu pada ide bahwa semua pihak yang terlibat dalam ekonomi, baik individu maupun institusi, harus menjalani praktik-praktik yang adil dan berpegang pada prinsip-prinsip keadilan dalam transaksi (Nabei, 2023).

Oleh karena itu, pemahaman konsep keadilan ekonomi dalam Islam dapat menjadi dasar untuk merumuskan kebijakan yang mempertimbangkan kepentingan semua pihak dalam menghadapi perubahan ekonomi, termasuk inflasi, dan berusaha menjaga keseimbangan dan keadilan dalam distribusi kekayaan dan manfaat ekonomi. Hal ini memungkinkan upaya mencapai stabilitas harga dan pengelolaan inflasi secara konsisten dengan nilai-nilai dan prinsip keadilan ekonomi yang diajarkan dalam Islam.

2.3 Kajian Topik dengan Teori Pendukung

Pada metode *B-spline* terdapat beberapa penelitian terdahulu di antaranya adalah Rahasia, dkk. (2020), meneliti data *time series* yang terdiri dari nilai tukar mata uang menggunakan pendekatan nonparametrik *B-Spline*. Ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam pemodelan *B-Spline*, termasuk penentuan

orde untuk model, banyaknya knot, dan letak penempatan knot. Model *B-Spline* terbaik dicapai dengan memilih titik knot terbaik dengan kriteria minimum GCV. Data yang digunakan untuk pemodelan adalah nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika dari Januari 2014 hingga Desember 2018. Dengan nilai GCV sebesar 55683,09 dan dua titik knot terletak pada titik 11935,10 dan 12438,29, metode ini menghasilkan model *B-Spline* terbaik.

Selanjutnya penelitian Suwarno (2023), Meneliti regresi nonparametrik *B-Spline* untuk mensimulasikan inflasi Indonesia. Dalam penelitian yang dilakukan dengan data *BI Rate*, Jumlah Uang Beredar (JUB), kurs mata uang asing terhadap data inflasi periode Januari 2019 - Desember 2022. Dengan menggunakan satu titik knot optimal dan nilai GCV minimum sebesar 0,012985, model *B-Spline* terbaik ditemukan. Model regresi nonparametrik *B-Spline* terbukti sangat akurat untuk menjelaskan variabel yang memengaruhi inflasi di Indonesia dengan nilai koefisien determinasi (R^2) mencapai 87,53%. Tingkat hubungan yang sangat kuat antar variabel dalam model menunjukkan bahwa model *B-Spline* yang dihasilkan dalam penelitian ini dengan sukses menggambarkan data dengan akurat.

Sedangkan penelitian oleh Hidayati (2014), dalam penelitian ini, estimasi regresi semiparametrik diperoleh dengan menggunakan pendekatan *B-Spline* yang diasumsikan berdistribusi normal. Estimator β kemudian dianalisa, yang menghasilkan bentuk estimasi regresi semiparametrik menggunakan pendekatan *B-Spline*. Berdasarkan analisis data yang dilakukan pada model regresi semiparametrik dengan pendekatan *B-Spline*, ditemukan bahwa berat badan dan umur balita mempengaruhi pertumbuhan balita, dengan $R^2= 66,7\%$. Ini menunjukkan bahwa model belum dapat menjelaskan situasi yang sebenarnya,

tetapi dapat digunakan untuk mengidentifikasi komponen yang dapat mempengaruhi pertumbuhan balita, sehingga orang tua dapat lebih memperhatikan pertumbuhan dan perkembangan anak mereka.

Berdasarkan hasil penelitian oleh Rahasia, dkk. (2020), Suwarno (2023), yang meneliti tentang regresi nonparametrik *B-Spline* dan Hidayati (2014) yang meneliti regresi semiparametrik *B-Spline*, peneliti akan melakukan penelitian tentang regresi semiparametrik menggunakan metode *B-Spline* untuk memodelkan inflasi di Indonesia dengan kurs dan *BI-Rate*, mengevaluasi keakuratan model, dan memprediksi data inflasi. Hal tersebut bertujuan untuk memperdalam pemahaman tentang hubungan antara inflasi, kurs dan *BI-Rate* di Indonesia. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang mengandalkan pendekatan nonparametrik, penelitian ini memilih pendekatan yang lebih kompleks yaitu metode *B-Spline* semiparametrik. Dengan pendekatan semiparametrik, penelitian ini tidak hanya berfokus pada hubungan linier atau nonlinier sederhana, tetapi juga memperhitungkan fleksibilitas dalam menangkap pola yang lebih kompleks dan bervariasi. Selain itu, melanjutkan penelitian sebelumnya dengan menerapkan metode ini pada data inflasi di Indonesia dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap literatur ekonomi dan kebijakan moneter. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan lebih dalam kepada pengambil kebijakan ekonomi, praktisi, dan akademisi dalam memahami faktor-faktor yang memengaruhi inflasi, khususnya dalam konteks kurs dan *BI-Rate*. Penelitian ini juga bertujuan untuk menguji kegeneralan hasil penelitian sebelumnya dengan menggunakan dataset yang berbeda, sehingga dapat memberikan validitas eksternal terhadap temuan sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menjadi

kelanjutan dari penelitian sebelumnya tetapi juga merupakan langkah maju dalam menjelajahi variasi data dan memperkaya pemahaman tentang hubungan ekonomi yang kompleks.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan kombinasi pendekatan kuantitatif dan studi literatur. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan referensi dan sumber daya yang relevan dengan topik penelitian. Sumber-sumber ini mencakup buku dan artikel jurnal yang digunakan sebagai dasar untuk memahami konteks penelitian. Sedangkan, pendekatan kuantitatif melibatkan pengumpulan dan analisis data numerik sesuai dengan kebutuhan penelitian. Data numerik disusun secara terstruktur oleh peneliti untuk mempermudah proses pemodelan data dengan menerapkan metode *B-Spline*. Penelitian ini berfokus pada penggunaan data yang telah ada dengan menggunakan teori tertentu untuk mencapai kesimpulan pada penelitian.

3.2 Data dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder sebagai sumber informasi. Data inflasi, kurs dan *BI-Rate* diperoleh melalui akses ke *website* resmi Bank Indonesia (BI), yang merupakan sumber yang terpercaya dan otoritatif dalam hal data moneter dan keuangan.

Peneliti menggunakan data yang difokuskan pada bulan Januari 2013 hingga Desember 2023, dan semua data diambil pada tanggal 18 Januari 2023. Penelitian ini melibatkan variabel-variabel data sesuai yang tercantum pada Tabel 3.1:

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

Berikut ini adalah prosedur yang akan diterapkan dalam penelitian ini:

1. Persiapan Data.
 - a. Mendeskripsikan data penelitian yakni data inflasi, *kurs*, *BI-Rate* dan membuat *scatterplot* untuk setiap variabel bertujuan untuk menggambarkan pola data dan memahaminya lebih baik.
 - b. *Pre-processing* data, yaitu dimulai dengan melakukan *rescaling* data menggunakan metode *min-max normalization* untuk mengukur ulang skala data penelitian guna mencapai standarisasi, diikuti dengan pembuatan *scatter plot* untuk menganalisis pola hubungan antara masing-masing variabel prediktor dan variabel respon sehingga dapat memahami komponen parametrik dan nonparametrik dalam data.
 - c. Melakukan uji korelasi *Pearson* antara variabel prediktor dan variabel respon untuk menilai tingkat keeratan korelasi antar variabel, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih baik tentang pola hubungan antar variabel dalam dataset.
2. Pemodelan Regresi Semiparametrik *B-Spline*.
 - a. Menentukan model regresi semiparametrik

- b. Mengasumsikan nilai β (vektor parameter parametrik) sementara secara OLS ke dalam persamaan sederhana Regresi Semiparametrik.
 - c. Mengestimasi fungsi nonparametrik *B-Spline* dengan OLS, sehingga mendapatkan nilai $\hat{\lambda}$.
 - d. Mengestimasi parameter β menggunakan OLS, sehingga mendapatkan nilai $\hat{\beta}$.
 - e. Mengidentifikasi orde dan lokasi titik knot optimal dengan merujuk pada nilai GCV yang paling rendah dari data yang ada.
 - f. Melakukan pemodelan regresi semiparametrik dengan menggunakan *B-Spline*.
3. Evaluasi keakuratan model regresi semiparametrik *B-Spline* dalam mengestimasi inflasi melalui penggunaan MAPE.
 4. Memprediksi inflasi menggunakan model semiparametrik *B-Spline*.
 5. Mengintegrasikan nilai-nilai Islam dalam penelitian

3.4 *Flowchart* Penelitian

Berikut adalah representasi grafis dari tahapan penelitian yang mengeksplorasi penggunaan metode Regresi Semiparametrik *B-Spline* dalam memodelkan inflasi di Indonesia.

Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Persiapan Data

4.1.1 Statistik Deskriptif

Dalam penelitian ini, data inflasi di Indonesia dengan faktor yang mempengaruhi inflasi yaitu *kurs* valuta asing dolar Amerika terhadap rupiah Indonesia dan *BI-Rate* akan dijelaskan secara statistik deskriptif. Data-data ini, selengkapnya pada Lampiran 1, akan disajikan dalam bentuk tabel, yang memudahkan penyajian nilai minimum dan maksimum. Selain menggunakan tabel, deskriptif ini juga menggunakan diagram garis untuk menentukan apakah datanya berfluktuasi atau tidak. Data penelitian ini difokuskan dari Januari 2013 sampai Desember 2023. Tabel 4.1 menunjukkan nilai minimum dan maksimum untuk setiap variabel penelitian.

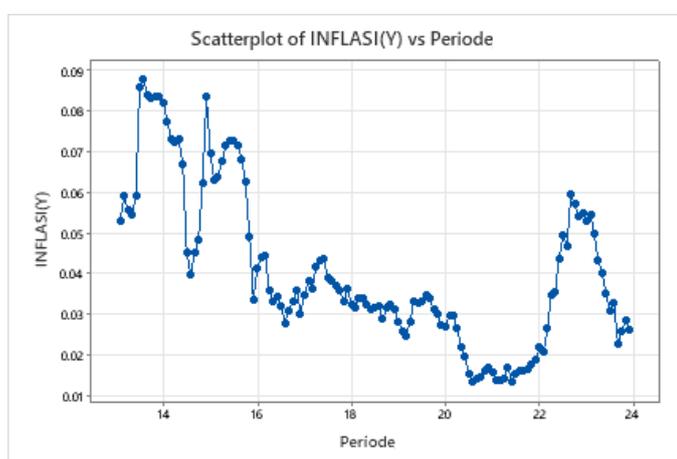
Tabel 4.1 Nilai Minimum dan Maksimum Data

Data	Minimum	Maksimum
Inflasi (%)	1.32	8.79
<i>Kurs</i> (Rp)	9667	16367
<i>BI-Rate</i> (%)	3.50	7.75

Tabel 4.1 menyajikan nilai minimum dan maksimum pada data inflasi, *kurs*, dan *BI-rate*, yang masing masing variabel sebanyak 131 data. Data inflasi memiliki nilai terendah sebesar 1.32% pada bulan Agustus 2020 dan nilai tertinggi sebesar 8.79% pada bulan Agustus 2013. Data *kurs* memiliki nilai terendah sebesar Rp. 9.667,- pada Februari 2013 dan nilai tertinggi sebesar Rp. 16.367,- pada bulan

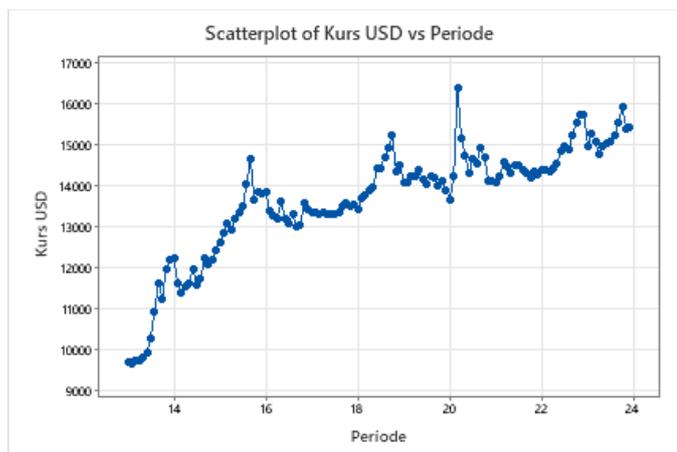
Maret 2020. Data *BI-rate* memiliki nilai terendah sebesar 3.50% pada Februari 2021 sampai dengan Juli 2022 dan nilai tertinggi sebesar 7.75% pada bulan November 2014 sampai dengan Januari 2015.

Untuk memahami fluktuasi data, digunakanlah diagram garis. Diagram garis digunakan untuk mengilustrasikan perubahan atau perkembangan data dari satu periode waktu ke periode waktu lainnya. Berikut ini akan disajikan diagram garis yang menggambarkan fluktuasi inflasi di Indonesia dari bulan Januari 2013 – Desember 2023:



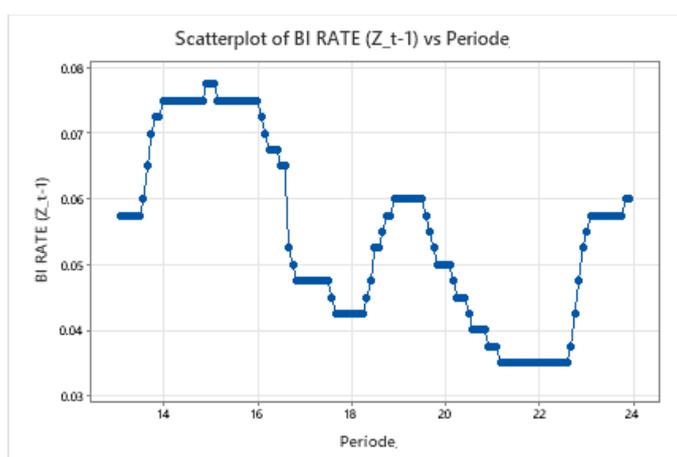
Gambar 4.1 *Scatterplot* Data Inflasi Indonesia

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa inflasi di Indonesia mengalami variasi yang signifikan. Pada Agustus 2020, mencapai titik terendah 1.32%, terutama karena dampak pandemi COVID-19 yang menurunkan aktivitas ekonomi dan harga komoditas global. Sebaliknya, pada Agustus 2013, mencapai puncaknya 8.79%, dipicu oleh kenaikan harga BBM dan pelemahan nilai tukar rupiah. Hal ini mencerminkan sensitivitas ekonomi Indonesia terhadap perubahan dalam kebijakan energi dan kondisi pasar global. Selain data inflasi, data *kurs* juga akan disajikan dalam format diagram garis yang serupa dengan gambar yang diperlihatkan di bawah ini:



Gambar 4.2 *Scatterplot* Data *Kurs*

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa *kurs* mencapai nilai terendah Rp9.667 pada Februari 2013, didorong oleh ekspor yang meningkatkan permintaan terhadap rupiah, dan kondisi ekonomi global yang membaik, menarik masuknya modal asing. Sebaliknya, *kurs* rupiah mencapai nilai tertinggi Rp16.367 pada Maret 2020 akibat pandemi COVID-19 yang menciptakan ketidakpastian di pasar keuangan global. Variabel prediktor lain yaitu data *BI-rate* juga disajikan diagram garis seperti gambar di bawah ini:



Gambar 4.3 *Scatterplot* Data *BI-Rate* (Suku Bunga)

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa *BI Rate* mencapai nilai terendah 3.50% pada Februari 2021 hingga Juli 2022 akibat pandemi COVID-19 yang mendorong Bank

Indonesia menurunkan suku bunga untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan konsumsi. Sebaliknya, *BI Rate* mencapai puncak 7.75% pada November 2014 hingga Januari 2015 karena kenaikan inflasi dan pertumbuhan ekonomi domestik yang kuat.

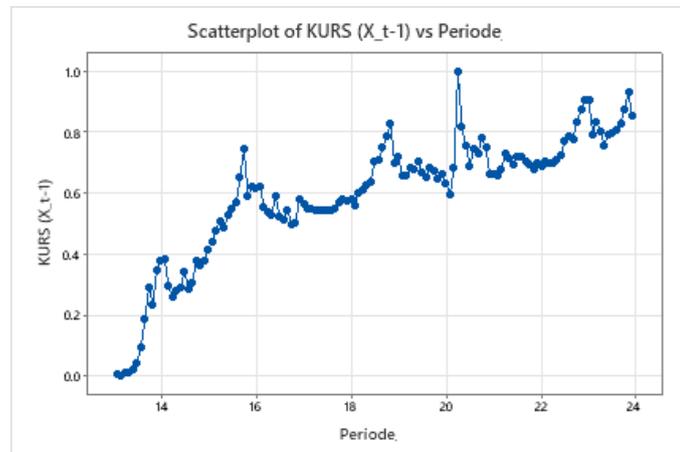
Dari ketiga diagram garis tersebut dapat diketahui bahwa data inflasi, *kurs*, dan *BI-rate* bersifat fluktuatif, artinya data ini cenderung berubah-ubah dari waktu ke waktu. Ketiga plot tersebut menunjukkan bahwa ekonomi Indonesia terus berubah dan memperlihatkan hubungan kompleks antara variabel ekonomi yang berbeda. Data penelitian juga menunjukkan bahwa skala antar variabel berbeda-beda. Untuk memahami hubungan pengaruh antar variabel tersebut, diperlukan *rescaling* atau transformasi data guna mengubah skala data sehingga semua variabel berada dalam rentang tertentu.

4.1.2 Transformasi dan Pola Data

Mengubah data dalam skala yang berbeda disebut transformasi data. Dalam penelitian ini, teknik normalisasi *min-max* digunakan, dengan mengubah nilai-nilai dalam rentang antara 0 dan 1. Dari Gambar 4.1 dan 4.3, terlihat bahwa satuan inflasi dan *BI Rate* sudah sama, yaitu dalam bentuk persentase, sementara satuan *kurs* memiliki perbedaan yang signifikan. Oleh karena itu, variabel yang perlu mengalami proses *rescaling* adalah *kurs*. Dengan menggunakan Persamaan (2.9), untuk data pertama yaitu bulan Januari 2013 (9698) diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z_i' &= \frac{9698 - 9666}{16367 - 9666} \times 100\% \\
 &= \frac{32}{6701} \times 100\% \\
 &= 0.48\% = 0.048
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

Hasil *rescaling* untuk semua data penelitian tersebut terdapat di Lampiran 2.

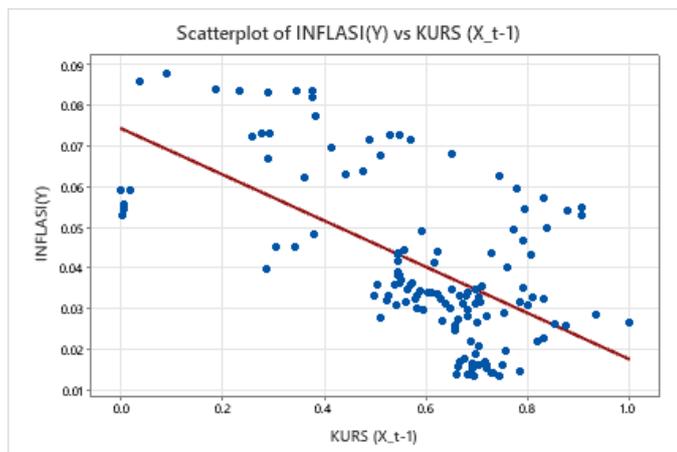


Gambar 4.4 *Scatterplot Rescaling kurs*

Gambar 4.4 *rescaling kurs* menunjukkan bahwa satuan *kurs* telah disesuaikan agar sebanding dengan variabel lain seperti inflasi dan *BI Rate*. Proses *rescaling* ini memastikan bahwa data *kurs* dapat dibandingkan secara langsung dengan data inflasi dan *BI Rate* dalam satu grafik. Dengan demikian, semua variabel dalam gambar tersebut memiliki skala yang sama.

Pada analisis statistik, jika hasil *scatterplot* menunjukkan pola yang jelas, seperti garis lurus atau pola tertentu yang dapat dimodelkan dengan persamaan matematika, maka data tersebut mungkin lebih cocok untuk dianalisis menggunakan pendekatan parametrik. Namun, jika hasil *scatterplot* tidak menunjukkan pola yang jelas atau pola yang terlihat acak, maka data tersebut mungkin lebih cocok dianalisis menggunakan regresi nonparametrik. Berikut ini akan ditampilkan hasil *scatterplot* untuk setiap variabel:

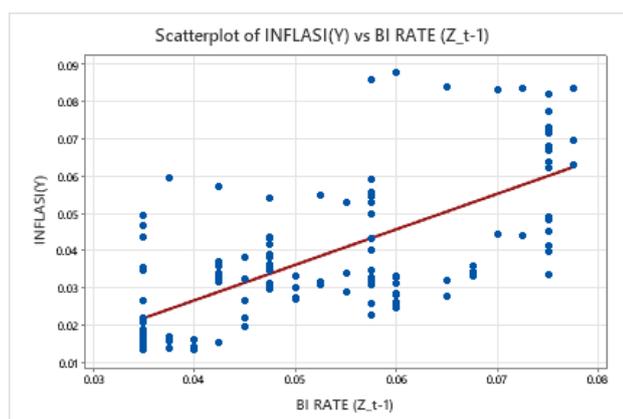
1. *Scatterplot* antara inflasi (y) dengan *kurs* (x).



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

Dalam Gambar 4.5, terlihat hubungan antara variabel *kurs* (x) dan variabel inflasi (y). Pola yang terlihat menunjukkan bahwa hubungan antar variabel cenderung linier, yang menunjukkan bahwa adanya kemungkinan untuk menggunakan pendekatan regresi parametrik untuk menganalisis dan memodelkan hubungan ini secara terinci.

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



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

Berbeda dengan Gambar 4.5, Gambar 4.6 menunjukkan pola hubungan antara inflasi (y) dan BI-rate yang tampak lebih tersebar. Dalam konteks ini, regresi nonparametrik mungkin menjadi pendekatan yang lebih

tepat untuk menganalisis dan memahami hubungan kompleks antara inflasi dan BI-*rate*. Pola ini cenderung dinamis dan tidak terikat pada asumsi tertentu tentang bentuk fungsional hubungan antar variabel. Meskipun hubungan dasarnya mungkin linier, akan tetapi pola yang muncul terlihat lebih menyebar.

Untuk mengetahui hubungan antar variabel seperti inflasi, BI *Rate*, dan *kurs*, diperlukan uji korelasi. Proses ini penting karena dengan melakukan uji korelasi, kita dapat memahami sejauh mana variabel-variabel seperti inflasi, BI *Rate*, dan *kurs* saling berhubungan. Dengan hasil uji korelasi, dapat dianalisis dan diinterpretasikan kekuatan serta arah hubungan antar variabel tersebut.

4.1.3 Uji Korelasi *Pearson*

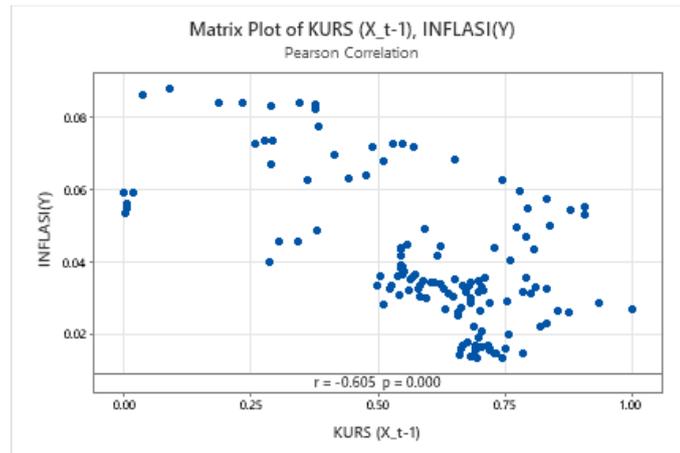
Uji korelasi *pearson* digunakan untuk mengukur derajat keeratan hubungan linier antar dua variabel. Berikut adalah hasil uji korelasi *pearson* antar variabel:

1. Uji korelasi *pearson* antara inflasi dengan *kurs*.

Berdasarkan data inflasi dan *kurs*, akan dilakukan uji korelasi dengan ketentuan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat korelasi antara inflasi dan *kurs*

H_1 : Terdapat korelasi antara inflasi dan *kurs*



Gambar 4.7 Uji Korelasi Inflasi dengan *Kurs*

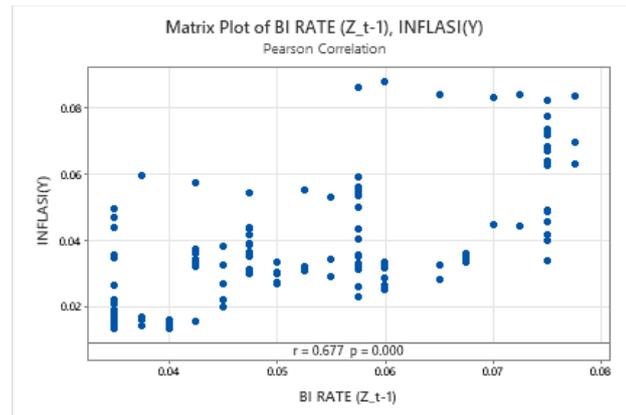
Hasil analisis korelasi *Pearson* antara inflasi dan *kurs*, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.7, dapat diambil keputusan untuk menolak H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa ada korelasi antara inflasi dan *kurs*. Hal ini disebabkan karena nilai *p-value* untuk variabel *kurs* adalah $0,000 < \alpha$ (dengan tingkat kesalahan atau tingkat signifikansi error $\alpha = 5\%$), menunjukkan bahwa hubungan antara *kurs* dan inflasi signifikan secara statistik. Koefisien korelasi antara keduanya sebesar $-0,605$. Berdasarkan Tabel 2.1, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara inflasi dan *kurs* adalah kuat. Korelasi yang negatif menandakan bahwa hubungan keduanya bersifat terbalik, yaitu jika inflasi naik, maka *kurs* cenderung turun, dan sebaliknya.

2. Hasil uji korelasi *pearson* antara inflasi dengan *BI-rate*.

Berdasarkan data inflasi dan *BI-rate*, akan dilakukan uji korelasi dengan ketentuan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat korelasi antara inflasi dan *BI-rate*

H_1 : Terdapat korelasi antara inflasi dan *BI-rate*



Gambar 4.8 Uji Korelasi Inflasi dengan BI-rate

Hasil analisis korelasi *Pearson* antara inflasi dan BI-rate, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.8, dapat diambil keputusan untuk menolak H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa ada korelasi antara inflasi dan BI rate. Hal ini disebabkan karena nilai *p-value* untuk variabel BI-rate adalah 0,000 (dengan tingkat kesalahan atau tingkat signifikansi error $\alpha = 5\%$), menunjukkan bahwa hubungan antara BI-rate dan inflasi signifikan secara statistik. Koefisien korelasi antara keduanya mencapai 0.677. Berdasarkan Tabel 2.1, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara inflasi dan BI-rate adalah kuat. Korelasi yang positif menandakan bahwa hubungan keduanya bersifat searah, yaitu jika inflasi naik, maka BI-rate juga naik, dan sebaliknya.

Dalam analisis data, uji korelasi pada BI Rate dianggap lebih baik dibandingkan dengan *kurs* karena sifatnya yang lebih linier dan diskrit. BI Rate menunjukkan nilai yang stabil dan tidak acak, dengan perubahan yang cenderung kontinu dan tidak melonjak-lonjak. Sebaliknya, *kurs* menunjukkan nilai yang lebih acak dan variatif, mencerminkan fluktuasi yang lebih sering dan tidak teratur. Hal tersebut menyebabkan munculnya nilai koefisien korelasi BI-Rate lebih tinggi. Namun demikian, peneliti tetap menggunakan pendekatan regresi parametrik untuk

variabel *kurs* dan pendekatan regresi nonparametrik untuk variabel *BI Rate* berdasarkan bentuk pola data yang ada dalam sub bab 4.1.2.

4.2 Pemodelan Regresi Semiparametrik *B-Spline*

Dalam konteks regresi semiparametrik dalam Persamaan (2.7), persamaan regresi parametrik (2.1) dan fungsi pada komponen nonparametrik secara umum (2.4) disubstitusikan. Dalam memodelkan inflasi pada periode terkini, perlu memperhitungkan *kurs* dan *BI-rate* pada periode sebelumnya. Dengan demikian, diperoleh persamaan model semiparametrik sebagai berikut:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + f(z_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (4.2)$$

Model ini dapat didekati menggunakan fungsi *B-Spline* dengan orde m dan k titik knot sebagaimana Persamaan (2.12), dengan asumsi bahwa nilai parameter (β) pada komponen parametrik telah diketahui. Sehingga model regresi semiparametrik pada persamaan (4.2) dapat diuraikan dengan *B-Spline* orde m dan k titik knot sebagai berikut:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \sum_{j=1}^{m+k} \lambda_j B_{j-m,m}(z_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (4.3)$$

4.2.1 Estimasi Regresi Semiparametrik *B-Spline*

Pada penelitian ini, proses estimasi regresi semiparametrik dilakukan secara bertahap, dimulai dengan estimasi komponen parametrik sementara yang diketahui secara OLS terhadap persamaan semiparametrik, estimasi fungsi nonparametrik menggunakan estimator *B-Spline* dan OLS, yang kemudian diikuti dengan estimasi

parameter pada komponen parametrik secara OLS. Berdasarkan Persamaan (4.3), dengan $t = 2, 3, \dots, n$ dapat diuraikan sebagai berikut:

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

Misalkan \mathbf{Y} adalah vektor respon,

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \tag{4.5}$$

\mathbf{X} adalah matriks prediktor komponen parametrik,

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_{n-1} \end{bmatrix} \tag{4.6}$$

$\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor parameter komponen parametrik,

$$\boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} \tag{4.7}$$

\mathbf{Z} adalah matriks basis *B-Spline*,

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} B_{1-m,m}(z_1) & B_{2-m,m}(z_1) & \cdots & B_{k,m}(z_1) \\ B_{1-m,m}(z_2) & B_{2-m,m}(z_2) & \cdots & B_{k,m}(z_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{1-m,m}(z_{n-1}) & B_{2-m,m}(z_{n-1}) & \cdots & B_{k,m}(z_{n-1}) \end{bmatrix} \tag{4.8}$$

dengan nilai-nilai basis pada elemen matriks \mathbf{Z} sesuai dengan Persamaan (2.14).

$\boldsymbol{\lambda}$ adalah vektor parameter komponen nonparametrik,

$$\boldsymbol{\lambda} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_{m+k} \end{bmatrix} \quad (4.9)$$

dan $\boldsymbol{\varepsilon}$ adalah vektor *error*,

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

Oleh karena itu, sistem persamaan (4.3) dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks yang lebih sederhana sebagai berikut:

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

Tahap awal yaitu melakukan estimasi $\boldsymbol{\beta}$ (vektor parameter parametrik) sementara secara OLS berdasarkan Persamaan (2.24) ke dalam Persamaan (4.11) yaitu:

$$\begin{aligned} Y &= X\boldsymbol{\beta} + Z\boldsymbol{\lambda} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ Y - X\boldsymbol{\beta} &= Z\boldsymbol{\lambda} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ Y^* &= Z\boldsymbol{\lambda} + \boldsymbol{\varepsilon} \end{aligned} \quad (4.12)$$

Dengan menggunakan metode regresi semiparametrik *B-Spline*, model diestimasi menggunakan metode OLS. Berikut adalah model yang terbentuk berdasarkan hasil substitusi Persamaan (4.12) ke dalam persamaan OLS sebagaimana Persamaan (2.22). Untuk mencari nilai minimum dari OLS terhadap $\boldsymbol{\lambda}$, Persamaan (2.24) samakan dengan nol:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(J)}{\partial\boldsymbol{\lambda}} \Big|_{\boldsymbol{\lambda}=\hat{\boldsymbol{\lambda}}} &= \frac{\partial(Y^{*T} Y^* - Y^{*T} Z\hat{\boldsymbol{\lambda}} - \hat{\boldsymbol{\lambda}}^T Z^T Y^* + \hat{\boldsymbol{\lambda}}^T Z^T Z\hat{\boldsymbol{\lambda}})}{\partial\hat{\boldsymbol{\lambda}}} \\ 0 &= -2Z^T Y^* + 2Z^T Z\hat{\boldsymbol{\lambda}} \\ Z^T Z\hat{\boldsymbol{\lambda}} &= Z^T Y^* \\ \hat{\boldsymbol{\lambda}} &= (Z^T Z)^{-1} Z^T Y^* \end{aligned} \quad (4.13)$$

Dengan demikian, didapatkan pendekatan fungsi pada komponen nonparametrik:

$$\hat{f}(Z) = Z\hat{\lambda} = Z(Z^T Z)^{-1} Z^T Y^* = AY^* \quad (4.14)$$

dengan,

$$A = Z(Z^T Z)^{-1} Z^T \quad (4.15)$$

yang merupakan matrik *hat* dalam pendekatan fungsi nonparametrik.

Dengan nilai-nilai estimasi parameter λ yang diperoleh pada Persamaan (4.13) digunakan sebagai pendekatan fungsi nonparametrik, sehingga regresi semiparametrik Persamaan (4.11) dapat ditulis sebagai,

$$\begin{aligned} Y &= X\beta + Z\lambda + \varepsilon \\ &= X\beta + AY^* + \varepsilon \\ &= X\beta + A(Y - X\beta) + \varepsilon \\ &= X\beta + AY - AX\beta + \varepsilon \\ &= X\beta - AX\beta + AY + \varepsilon \\ &= (I - A)X\beta + AY + \varepsilon \\ Y - AY &= (I - A)X\beta + \varepsilon \\ (I - A)Y &= (I - A)X\beta + \varepsilon \\ Y &= X\beta + \varepsilon \end{aligned} \quad (4.16)$$

dengan,

$$\begin{aligned} Y &= (I - A)Y \\ X &= (I - A)X \end{aligned} \quad (4.17)$$

Selanjutnya, menghitung estimasi parameter β menggunakan OLS,

$$\begin{aligned} \beta &= (X^T X)^{-1} X^T Y \\ &= \left(((I - A)X)^T (I - A)X \right)^{-1} ((I - A)X)^T (I - A)Y \\ &= \left(X^T (I - A)^T (I - A)X \right)^{-1} X^T (I - A)^T (I - A)Y \end{aligned} \quad (4.18)$$

Sehingga pendekatan fungsi pada komponen parametrik adalah;

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

dengan,

$$B = X \left(X^T (I-A)^T (I-A) X \right)^{-1} X^T (I-A)^T (I-A) \quad (4.20)$$

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

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= X\hat{\beta} + Z\hat{\lambda} = X\hat{\beta} + AY^* \\ &= X\hat{\beta} + A(Y - X\hat{\beta}) = X\hat{\beta} + AY - AX\hat{\beta} \\ &= BY + AY - ABY = (B + A - AB)Y \\ &= MY \end{aligned} \quad (4.21)$$

dengan,

$$M = B + A - AB \quad (4.22)$$

yang merupakan matrik *hat* dalam pendekatan regresi semiparametrik.

Nilai estimasi parameter regresi semiparametrik bergantung pada orde *spline* dan banyak titik knot, serta nilai titik knot yang terdapat pada matriks basis *Z*. Selanjutnya, setiap iterasi dari kombinasi ketiganya (orde *spline*, banyak titik knot, dan nilai titik knot) dapat diketahui simulasi untuk perhitungan matriks basis *Z*.

4.2.2 Implementasi Matriks Basis *Z* Orde 2 dan 3 dengan 1 Titik Knot

Dalam penelitian ini, peneliti mengimplementasikan regresi nonparametrik *B-Spline* dengan menggunakan matriks basis *Z* yang disimulasikan untuk orde 2 dan 3, serta satu titik knot. Langkah ini dilakukan untuk mengamati pengaruh orde terhadap perubahan matriks basis *Z*.

1. Sesuai dengan persamaan (4.8), dengan orde 2 (*spline linear*) dan 1 titik knot, matriks basis memerlukan titik knot tambahan sebanyak $2m = 2(2) = 4$ yaitu $k_{-1} = k_0 = a = 0.0350$, $k_1 = 0.0550$, $k_2 = k_3 = b = 0.0775$, dengan nilai a adalah nilai minimum dari z , b adalah nilai maksimum dari z , dan k_1 adalah kuantil 2 yang diperoleh dengan membagi jumlah observasi menjadi bagian yang sama banyak. Sehingga bentuk matriksnya akan menjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{Z} &= [B_{-1,2}(z) \quad B_{0,2}(z) \quad B_{1,2}(z)] \\ &= \begin{bmatrix} B_{-1,2}(z_1) & B_{0,2}(z_1) & B_{1,2}(z_1) \\ B_{-1,2}(z_2) & B_{0,2}(z_2) & B_{1,2}(z_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ B_{-1,2}(z_{n-1}) & B_{0,2}(z_{n-1}) & B_{1,2}(z_{n-1}) \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (4.23)$$

dengan fungsi basis:

$$\begin{aligned} B_{-1,2}(z) &= \frac{z - k_{-1}}{k_0 - k_{-1}} B_{-1,1}(z) + \frac{k_1 - z}{k_1 - k_0} B_{0,1}(z) \\ &= \frac{z - 0.0350}{0.0350 - 0.0350} B_{-1,1}(z) + \frac{0.0550 - z}{0.0550 - 0.0350} B_{0,1}(z) \end{aligned} \quad (4.24)$$

karena:

$k_{-1} = k_0 = 0.0350$ maka $B_{-1,1}(z) = 0$ (sifat *local support*)

$$B_{0,1}(z) = \begin{cases} 1, & 0.0350 \leq z < 0.0550 \\ 0, & \text{untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.25)$$

sehingga:

$$B_{-1,2}(z) = \begin{cases} \frac{0.0550 - z}{0.0550 - 0.0350} & ; 0.0350 \leq z < 0.0550 \\ 0 & ; z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.26)$$

Sedangkan untuk fungsi basis kedua:

$$\begin{aligned} B_{0,2}(z) &= \frac{z - k_0}{k_1 - k_0} B_{0,1}(z) + \frac{k_2 - z}{k_2 - k_1} B_{1,1}(z) \\ &= \frac{z - 0.0350}{0.0550 - 0.0350} B_{0,1}(z) + \frac{0.0775 - z}{0.0775 - 0.0550} B_{1,1}(z) \end{aligned} \quad (4.27)$$

karena:

$$B_{0,1}(z) = \begin{cases} 1, & 0.0350 \leq z < 0.0550 \\ 0, & \text{untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.28)$$

$$B_{1,1}(z) = \begin{cases} 1, & 0.0550 \leq z < 0.0775 \\ 0, & \text{untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.29)$$

sehingga:

$$B_{0,2}(z) = \begin{cases} \frac{z-0.0350}{0.0550-0.0350} & ; 0.0350 \leq z < 0.0550 \\ \frac{0.0775-z}{0.0775-0.0550} & ; 0.0550 \leq z < 0.0775 \\ 0 & ; \text{untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.30)$$

Sedangkan untuk fungsi basis ketiga:

$$\begin{aligned} B_{1,2}(z) &= \frac{z-k_1}{k_2-k_1} B_{1,1}(z) + \frac{k_3-z}{k_3-k_2} B_{2,1}(z) \\ &= \frac{z-0.0550}{0.0775-0.0550} B_{1,1}(z) + \frac{0.0775-z}{0.0775-0.0775} B_{2,1}(z) \end{aligned} \quad (4.31)$$

karena:

$$B_{1,1}(z) = \begin{cases} 1, & 0.0550 \leq z < 0.0775 \\ 0, & \text{untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.32)$$

$$k_2 = k_3 = 0.0775 \text{ maka } B_{2,1}(z) = 0 \text{ (sifat local support)}$$

sehingga:

$$B_{1,2}(z) = \begin{cases} \frac{z-0.0550}{0.0775-0.0550} & ; 0.0550 \leq z < 0.0775 \\ 0 & ; \text{untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.33)$$

2. *B-Spline* orde 3 (*spline kuadratik*) dengan 1 titik knot, matriks basis memerlukan titik knot tambahan sebanyak $2m = 2(3) = 6$ dengan knot tambahannya yaitu $k_{-2} = k_{-1} = k_0 = a = 0.0350$, $k_1 = 0.0550$, $k_2 = k_3 = k_4 = b = 0.0775$, dengan nilai a adalah nilai minimum dari z , b adalah nilai

maksimum dari z , dan k_1 adalah kuantil 2 yang diperoleh dengan membagi jumlah observasi menjadi bagian yang sama banyak. Bentuk matriksnya akan menjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{Z} &= [B_{-2,3}(z) \ B_{-1,3}(z) \ B_{0,3}(z) \ B_{1,3}(z)] \\ &= \begin{bmatrix} B_{-2,3}(z_1) & B_{-1,3}(z_1) & B_{0,3}(z_1) & B_{1,3}(z_1) \\ B_{-2,3}(z_2) & B_{-1,3}(z_2) & B_{0,3}(z_2) & B_{1,3}(z_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ B_{-2,3}(z_{n-1}) & B_{-1,3}(z_{n-1}) & B_{0,3}(z_{n-1}) & B_{1,3}(z_{n-1}) \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (4.34)$$

dengan fungsi basis:

$$\begin{aligned} B_{-2,3}(z) &= \frac{z - k_{-2}}{k_0 - k_{-2}} B_{-2,2}(z) + \frac{k_1 - z}{k_1 - k_{-1}} B_{-1,2}(z) \\ &= \frac{z - 0.0350}{0.0350 - 0.0350} B_{-2,2}(z) + \frac{0.0550 - z}{0.0550 - 0.0350} B_{-1,2}(z) \end{aligned} \quad (4.35)$$

karena:

$$k_0 = k_{-2} = 0.0350 \text{ maka } B_{-2,2}(z) = 0 \text{ (sifat local support)}$$

$$B_{-1,2}(z) = \begin{cases} \frac{0.0550 - z}{0.0550 - 0.0350} & ; 0.0350 \leq z < 0.0550 \\ 0 & ; \text{ untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.36)$$

sehingga:

$$B_{-2,3}(z) = \begin{cases} \left(\frac{0.0550 - z}{0.0550 - 0.0350} \right)^2 & ; 0.0350 \leq z < 0.0550 \\ 0 & ; \text{ untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.37)$$

Sedangkan untuk fungsi basis kedua:

$$\begin{aligned} B_{-1,3}(z) &= \frac{z - k_{-1}}{k_1 - k_{-1}} B_{-1,2}(z) + \frac{k_2 - z}{k_2 - k_0} B_{0,2}(z) \\ &= \frac{z - 0.0350}{0.0550 - 0.0350} B_{-1,2}(z) + \frac{0.0775 - z}{0.0775 - 0.0350} B_{0,2}(z) \end{aligned} \quad (4.38)$$

dengan mensubstitusikan Persamaan (4.26) dan (4.30) diperoleh:

$$B_{-1,3}(z) = \begin{cases} \left(\frac{z-0.0350}{0.0550-0.0350} \times \frac{0.0550-z}{0.0550-0.0350} \right) + \left(\frac{0.0775-z}{0.0775-0.0350} \times \frac{z-0.0350}{0.0550-0.0350} \right) & ; 0.0350 \leq z < 0.0550 \\ \left(\frac{0.0775-z}{0.0775-0.0350} \times \frac{0.0775-z}{0.0775-0.0550} \right) & ; 0.0550 \leq z < 0.0775 \\ 0 & ; \text{ untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.39)$$

Sedangkan untuk fungsi basis ketiga:

$$\begin{aligned} B_{0,3}(z) &= \frac{z-k_0}{k_2-k_0} B_{0,2}(z) + \frac{k_3-z}{k_3-k_1} B_{1,2}(z) \\ &= \frac{z-0.0350}{0.0775-0.0350} B_{0,2}(z) + \frac{0.0775-z}{0.0775-0.0550} B_{1,2}(z) \end{aligned} \quad (4.40)$$

dengan mensubstitusikan Persamaan (4.30) dan (4.33) diperoleh:

$$B_{0,3}(z) = \begin{cases} \left(\frac{z-0.0350}{0.0775-0.0350} \times \frac{z-0.0350}{0.0550-0.0350} \right) + \left(\frac{0.0775-z}{0.0775-0.0550} \times \frac{z-0.0550}{0.0775-0.0550} \right) & ; 0.0550 \leq z < 0.0775 \\ \left(\frac{z-0.0350}{0.0775-0.0350} \times \frac{0.0775-z}{0.0775-0.0550} \right) & ; 0.0350 \leq z < 0.0550 \\ 0 & ; \text{ untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.41)$$

Sedangkan untuk fungsi basis keempat:

$$\begin{aligned} B_{1,3}(z) &= \frac{z-k_1}{k_3-k_1} B_{1,2}(z) + \frac{k_4-z}{k_4-k_2} B_{2,2}(z) \\ &= \frac{z-0.0550}{0.0775-0.0550} B_{1,2}(z) + \frac{0.0775-z}{0.0775-0.0775} B_{2,2}(z) \end{aligned} \quad (4.42)$$

karena:

$$B_{1,2}(z) = \begin{cases} \frac{z-0.0550}{0.0775-0.0550} & ; 0.0550 \leq z < 0.0775 \\ 0 & ; \text{ untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.43)$$

$k_0 = k_2 = 0.0350$ maka $B_{-2,2}(z) = 0$ (sifat *local support*)

sehingga:

$$B_{1,3}(z) = \begin{cases} \left(\frac{z-0.0550}{0.0775-0.0550} \right)^2 & ; 0.0550 \leq z < 0.0755 \\ 0 & ; \text{ untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.44)$$

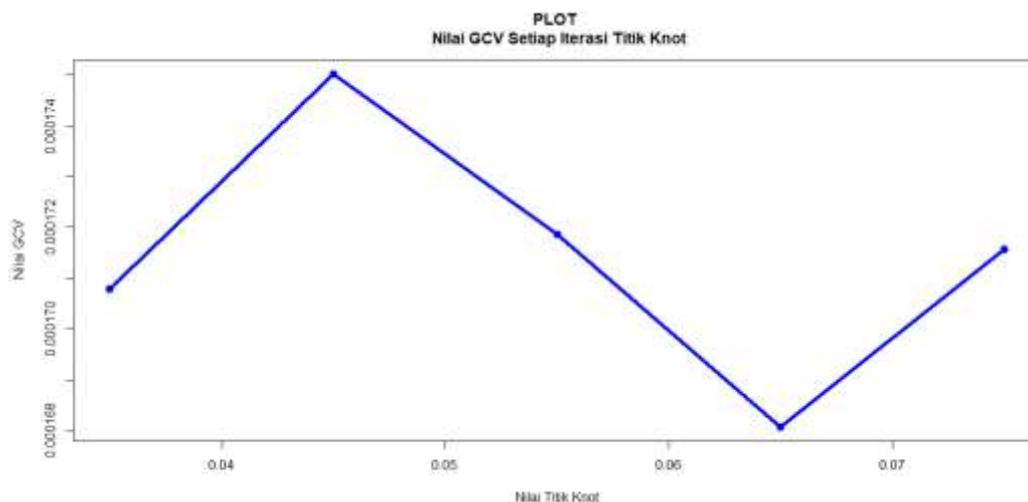
4.2.3 Pemilihan Titik Knot Optimal Regresi Semiparametrik *B-Spline*

Penelitian ini menggunakan model regresi semiparametrik *B-Spline* dengan orde 2 dan 3 serta satu titik knot. Pemilihan titik knot optimal dilakukan dengan menggunakan metode GCV. Metode ini bertujuan untuk meminimalkan kesalahan prediksi. Nilai GCV dihitung untuk setiap kombinasi titik knot dan orde. Titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV minimum dapat dilihat dalam Tabel 4.2 berikut ini:

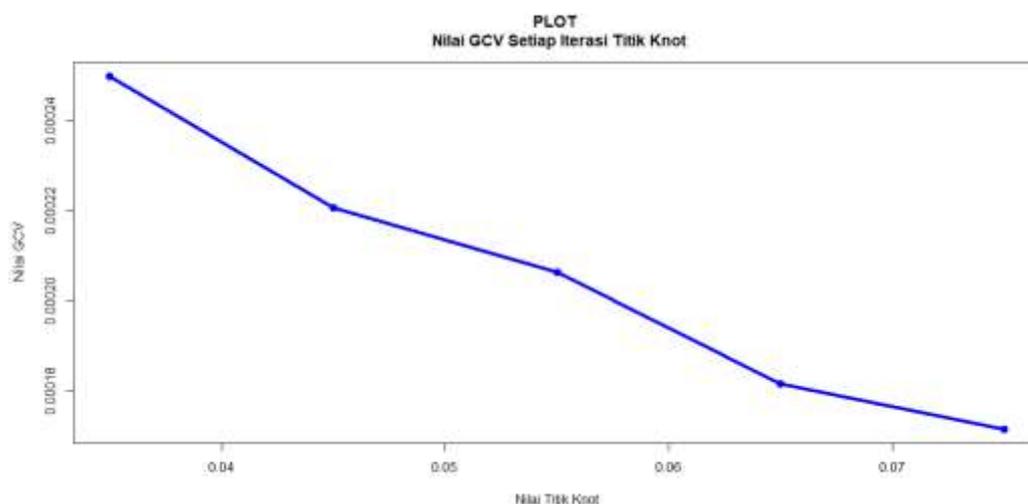
Tabel 4.2 Nilai GCV dan Titik Knot Optimal

Orde	Titik Knot	GCV
2	0.035	0.0001707880
2	0.045	0.0001750139
2	0.055	0.0001718660
2	0.065	0.0001680770
2	0.075	0.0001715629
3	0.035	0.0002497904
3	0.045	0.0002207453
3	0.055	0.0002064071
3	0.065	0.0001817388
3	0.075	0.0001716803

Atau secara jelas bisa dilihat dalam Gambar 4.9:



Gambar 4.9 Nilai GCV Orde 2 pada Setiap Iterasi Titik Knot



Gambar 4.10 Nilai GCV Orde 3 pada Setiap Iterasi Titik Knot

Berdasarkan Tabel 4.2, tabel tersebut menunjukkan hasil perhitungan GCV untuk model regresi semiparametrik *B-Spline* dengan orde 2 dan 3 serta satu titik knot. Ditemukan bahwa model *B-Spline* terbaik dengan nilai GCV terkecil, yaitu 0.0001680770, dengan titik knot 0.065 untuk orde 2. Hal ini menunjukkan bahwa model dengan orde 2 dan titik knot 0.065 merupakan model yang paling optimal dalam menangkap hubungan non-linier antara *kurs*, *BI-rate* dan inflasi.

4.2.4 Pemodelan Regresi Semiparametrik *B-Spline* Terbaik

Berdasarkan hasil penelitian pada tahap 4.1.7, ditemukan bahwa model regresi semiparametrik *B-Spline* terbaik, dengan GCV minimum, adalah orde 2 dengan satu titik knot. Oleh karena itu, persamaan *B-Spline* (4.3) yang sebelumnya didekati dengan orde m dan k titik knot, akan disesuaikan menjadi persamaan yang menggunakan fungsi *B-Spline* dengan orde 2 dan satu titik knot. Sehingga didapatkan model regresi semiparametrik *b-spline* sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \lambda_1 B_{-1,2}(z_{t-1}) + \lambda_2 B_{0,2}(z_{t-1}) + \lambda_3 B_{1,2}(z_{t-1}) \quad (4.45)$$

Berikut adalah hasil estimasi parameter β dan λ pada model (4.45) dapat dilihat pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3 Estimasi Parameter Model *B-Spline* Terbaik

Variabel	Parameter	Estimasi Parameter
x	β_0	0.05719
	β_1	-0.03523
z	λ_1	-0.007846568
	λ_2	0.008260113
	λ_3	0.02699604

Berdasarkan Tabel 4.3, merupakan hasil nilai estimasi parameter yang akan digunakan untuk melakukan pembentukan model terbaik dari titik knot optimal. Model yang dibentuk merupakan persamaan regresi semiparametrik *B-spline* menggunakan orde 2, 1 titik knot yaitu 0.065. Berdasarkan persamaan (4.45), dilakukan substitusi dengan menggunakan nilai estimasi parameter dan titik knot yang sudah diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = 0.05719 - 0.03523x_{t-1} - 0.007846568B_{-1,2}(z_{t-1}) + 0.008260113B_{0,2}(z_{t-1}) + 0.02699604B_{1,2}(z_{t-1}) \quad (4.46)$$

untuk $t=2$ diperoleh $z_1 = 0.0575$, maka:

Basis $B_{-1,2}(z)$:

$$B_{-1,2}(z) = \begin{cases} \frac{0.065 - z}{0.065 - 0.0350} & ; 0.0350 \leq z < 0.065 \\ 0 & ; z \text{ yang lainnya} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} B_{-1,2}(0.0575) &= \frac{0.065 - 0.0575}{0.065 - 0.0350} \\ &= \frac{0.0075}{0.03} \\ &= 0.25 \end{aligned} \quad (4.47)$$

Basis $B_{0,2}(z)$:

$$B_{0,2}(z) = \begin{cases} \frac{z - 0.0350}{0.0550 - 0.0350} & ; 0.0350 \leq z < 0.0550 \\ \frac{0.0775 - z}{0.0775 - 0.0550} & ; 0.0550 \leq z < 0.0775 \\ 0 & ; \text{ untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.48)$$

$$\begin{aligned} B_{0,2}(0.0575) &= \frac{0.0575 - 0.0350}{0.065 - 0.0350} \\ &= \frac{0.0225}{0.03} \\ &= 0.75 \end{aligned}$$

Basis $B_{1,2}(z)$:

$$B_{1,2}(z) = \begin{cases} \frac{z - 0.065}{0.0775 - 0.065} & ; 0.065 \leq z < 0.0775 \\ 0 & ; \text{ untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.49)$$

$$B_{1,2}(0.0575) = 0$$

Setelah perhitungan nilai basis telah diperoleh, dapat diketahui nilai \hat{y} dengan $x_1 = 0.0048$ adalah:

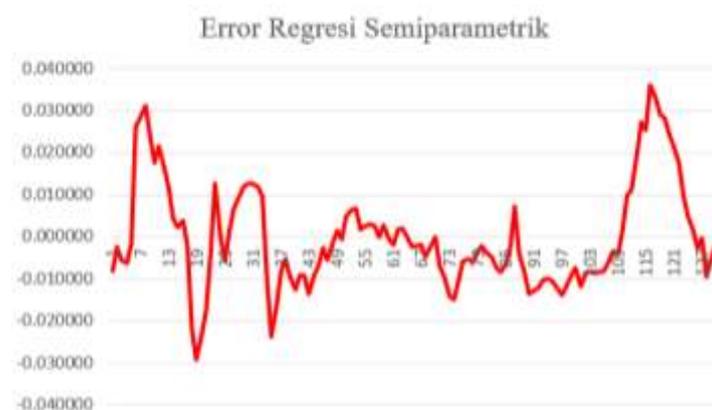
$$\begin{aligned}
 \hat{y}_2 &= 0.05719 - 0.03523(0.0048) - 0.007846568(0.25) \\
 &\quad + 0.008260113(0.75) + 0.02699604(0) \\
 &= 0.061254
 \end{aligned}
 \tag{4.50}$$

Jadi dapat diketahui bahwa nilai \hat{y} di bulan Februari 2013 ketika $x_1 = 0.0048$ dan $z_1 = 0.0575$ berdasarkan perhitungan di atas adalah 0.061254. Untuk data kedua dan seterusnya, selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3, sehingga menghasilkan grafik berikut:



Gambar 4.11 Perbandingan Data Observasi dan Regresi Semiparametrik

Berikut ini disajikan grafik yang menampilkan estimasi *error* regresi semiparametrik:



Gambar 4.12 *Error* Regresi Semiparametrik

Gambar 4.12, merupakan *error* yang ditampilkan menggambarkan standar *error* estimasi untuk nilai inflasi yang diprediksi (\hat{y}) pada setiap waktu. Standar

error estimasi mewakili variabilitas nilai prediksi di sekitar nilai inflasi sebenarnya. Standar *error* estimasi yang lebih tinggi menunjukkan ketidakpastian yang lebih besar dalam prediksi, sementara standar *error* estimasi yang lebih rendah menunjukkan kepercayaan yang lebih tinggi terhadap prediksi. Pada gambar 4.12, *error* berada dalam rentang antara -0.04 hingga 0.04, maka prediksi inflasi memiliki margin kesalahan yang cukup kecil. Ini menandakan bahwa prediksi relatif akurat dan mungkin dapat diandalkan dalam analisis atau pengambilan keputusan.

4.3 Keakuratan Regresi Semiparametrik *B-Spline*

Uji keakuratan model digunakan dalam penelitian ini menggunakan MAPE. MAPE adalah metrik evaluasi kinerja yang berfungsi untuk mengukur tingkat akurasi model peramalan atau prediksi. Menurut konsep MAPE, semakin rendah nilai MAPE, semakin baik kinerja model tersebut, dengan nilai MAPE sebesar 0% menunjukkan bahwa tidak ada kesalahan prediksi. Menggunakan model regresi semiparametrik *B-Spline* terbaik dengan orde 2 dengan 1 titik knot, memperoleh MAPE sesuai dengan Persamaan (2.26) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100\% \\ &= 27.64889579\% \end{aligned} \quad (4.51)$$

Nilai MAPE pada titik knot optimal yang diperoleh adalah 27.64889579%. Berdasarkan kriteria penilaian MAPE pada Tabel 2.2, nilai ini mengindikasikan bahwa model regresi yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang cukup. Meskipun hasil regresi ini tidak masuk dalam kategori sangat akurat atau akurat, namun masih dapat diterima untuk tujuan analisis prediksi.

4.4 Prediksi Inflasi Menggunakan Regresi Semiparametrik *B-Spline*

Dalam memprediksi inflasi pada periode terkini, perlu memperhitungkan *kurs* dan *BI-rate* pada periode sebelumnya. Dengan pendekatan ini, akan dihasilkan prediksi inflasi di masa mendatang berdasarkan hubungan antar variabel. Prediksi akan dilakukan dengan menggunakan model regresi semiparametrik *B-Spline* terbaik ($m = 2, k = 1$) seperti pada Persamaan (4.45). Berikut adalah data *testing* bulan Januari 2024 – April 2024, disajikan dalam bentuk tabel:

Tabel 4.4 Data *testing*

No	Periode	Inflasi(y)	<i>Kurs</i> (x_{t-1})	<i>Bi rate</i> (z_{t-1})
132	Jan-24	0.0275	0.8581	0.06
133	Feb-24	0.0275	0.9148	0.06
134	Mar-24	0.0305	0.8964	0.06
135	Apr-24	0.0300	0.9233	0.06
136	May-24	-	0.9824	0,0625

Berdasarkan Tabel 4.4, dilakukan substitusi pada Persamaan (4.45), maka diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{y}_{132} = \beta_0 + \beta_1 x_{131} + \lambda_1 B_{-1,2}(z_{131}) + \lambda_2 B_{0,2}(z_{131}) + \lambda_3 B_{1,2}(z_{131}) \quad (4.52)$$

dengan $x_{131} = 0.8581$, dan $z_{131} = 0.06$, maka:

Basis $B_{-1,2}(z)$:

$$B_{-1,2}(z) = \begin{cases} \frac{0.065 - z}{0.065 - 0.0350} & ; 0.0350 \leq z < 0.065 \\ 0 & ; z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.53)$$

$$B_{-1,2}(0.06) = \frac{0.065 - 0.06}{0.065 - 0.0350}$$

$$= \frac{0.005}{0.03}$$

$$= 0.1666667$$

Basis $B_{0,2}(z)$:

$$B_{0,2}(z) = \begin{cases} \frac{z - 0.0350}{0.0550 - 0.0350} & ; 0.0350 \leq z < 0.0550 \\ \frac{0.0775 - z}{0.0775 - 0.0550} & ; 0.0550 \leq z < 0.0775 \\ 0 & ; \text{untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} B_{0,2}(0.06) &= \frac{0.06 - 0.0350}{0.065 - 0.0350} \\ &= \frac{0.025}{0.03} \\ &= 0.83333334 \end{aligned} \quad (4.54)$$

Basis $B_{1,2}(z)$:

$$B_{1,2}(z) = \begin{cases} \frac{z - 0.065}{0.0775 - 0.064575} & ; 0.064575 \leq z < 0.0775 \\ 0 & ; \text{untuk } z \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (4.55)$$

$$B_{1,2}(0.06) = 0$$

Setelah perhitungan nilai basis telah diperoleh, dapat diketahui nilai \hat{y}_{132} , dengan melakukan substitusi nilai estimasi parameter β dan λ (Tabel 4.3) ke dalam Persamaan (4.45), sebagaimana pada Persamaan (4.46). Dengan perhitungan tersebut maka \hat{y}_{132} adalah:

$$\begin{aligned} \hat{y}_{132} &= 0.05719 - 0.03523(0.8581) - 0.007846568(0.1666667) \\ &\quad + 0.008260113(0.8333334) + 0.02699604(0) \\ &= 0.026339723 \end{aligned} \quad (4.56)$$

Jadi dapat diketahui bahwa nilai \hat{y}_{132} di bulan Januari ketika $x_{131} = 0.8581$ dan $z_{131} = 0.06$ berdasarkan perhitungan di atas adalah 0.026339723. Untuk $\hat{y}_{133} - \hat{y}_{136}$, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.6:

Tabel 4.5 Hasil Prediksi Inflasi

No	Periode	Inflasi(y)	Prediksi Inflasi(\hat{y})
132	Jan-24	0.0275	0.026339723
133	Feb-24	0.0275	0.024342182
134	Mar-24	0.0305	0.024990414
135	April-24	0.0300	0.024042727
136	Mei-24	-	0.029497937

Berdasarkan Tabel 4.6, Prediksi inflasi pada bulan April diperoleh dengan memperhitungkan *kurs* dan *BI-rate* pada periode sebelumnya. Sehingga menghasilkan prediksi inflasi pada bulan Januari 2024 adalah 0.026339723 (2.63%), Februari 2024 adalah 0.024342182 (2.43%), Maret 2024 adalah 0.024990414 (2.50%), April 2024 adalah 0.024042727 (2.40%) dan Mei adalah 0.029497937 (2.95%).

Berikut ini disajikan grafik yang menampilkan perbandingan data Inflasi dan Prediksi inflasi dari Januari 2013 – Mei 2024:

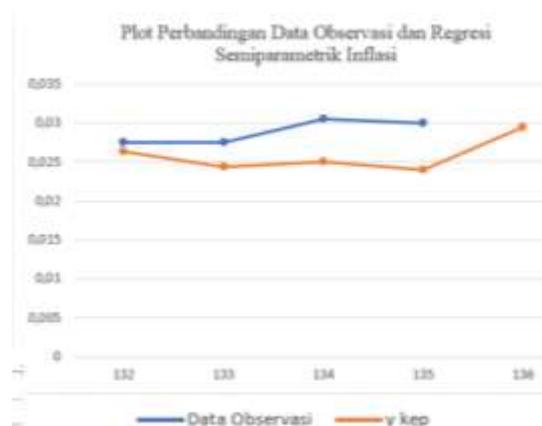


Gambar 4.13 Perbandingan Data Observasi dan Regresi Semiparametrik

Perbedaan signifikan antara data observasi dan hasil regresi semiparametrik inflasi disebabkan oleh penggunaan model *B-Spline* orde 2 dan 3 dengan hanya satu

titik knot, yang tidak cukup untuk menangkap variasi kompleks dalam data inflasi. Model dengan terlalu sedikit knot cenderung mengalami *underfitting*, gagal menangkap semua variasi dalam data. Untuk mengatasi ini, diperlukan peningkatan jumlah titik knot, penempatan knot yang lebih optimal, atau penggunaan *spline* dengan orde lebih tinggi. Pendekatan ini akan membantu model menangkap tren dan siklus yang lebih rumit, mengurangi selisih antara data observasi dan hasil prediksi, dan meningkatkan akurasi model.

Berikut grafik perbesaran perbandingan data Inflasi dan prediksi inflasi pada bulan Januari 2024 – Mei 2024:



Gambar 4.14 Plot Perbesaran

Berikut ini disajikan grafik yang menampilkan estimasi *error* regresi semiparametrik data *testing*:



Gambar 4. 15 *Error Regresi Semiparametrik Data Testing*

4.5 Model Regresi Semiparametrik dalam Tinjauan Islam

Keadilan ekonomi dalam Islam bukan hanya konsep ideal, tetapi juga fondasi penting untuk mencapai stabilitas ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Prinsip-prinsip keadilan ini tertanam dalam Al-Qur'an dan Hadis. Pemahaman konsep keadilan ekonomi dalam Islam menjadi landasan yang kuat untuk memformulasikan kebijakan ekonomi yang lebih berkeadilan dan berkelanjutan. Salah satu cara untuk menerapkan konsep keadilan ekonomi adalah melalui penggunaan model regresi semiparametrik, yang dapat digunakan untuk memahami dan menganalisis pola-pola dalam data ekonomi serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi distribusi kekayaan dan inflasi. Dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip keadilan ekonomi dalam Islam, seperti penolakan terhadap riba, kejujuran dan keadilan dalam transaksi, serta perlindungan hak kepemilikan, model regresi semiparametrik dapat dirancang untuk mengakomodasi prinsip-prinsip tersebut.

Sebagaimana yang disampaikan dalam Qur'an Kemenag (2022) Surah Al-Baqarah ayat 188, dijelaskan bahwa pentingnya menjauhi tindakan tidak adil dalam hal keuangan dan transaksi ekonomi, serta berpegang teguh pada prinsip kejujuran

dan keadilan dalam seluruh aspek kehidupan, sesuai dengan ajaran Islam. Penegasan ini menunjukkan bahwa setiap individu, terlepas dari posisi dan statusnya, memiliki tanggung jawab moral untuk mengamalkan nilai-nilai keadilan dalam setiap transaksi ekonomi yang dilakukan. Demikian juga, menurut Az-Zuhaili (2013), Rasulullah juga menekankan pentingnya menjaga integritas dalam transaksi ekonomi, serta menolak segala bentuk penyalahgunaan kekuasaan atau upaya untuk memperoleh keuntungan secara tidak adil. Hal ini sesuai dengan prinsip-prinsip keadilan ekonomi dalam Islam yang menegaskan bahwa setiap individu memiliki hak yang sama dalam hal kepemilikan dan akses terhadap sumber daya ekonomi.

Dalam konteks keadilan ekonomi, penggunaan model regresi semiparametrik dapat membantu memahami hubungan antara variabel-variabel ekonomi yang relevan, seperti inflasi, *kurs*, dan *BI-Rate*, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap ketidaksetaraan ekonomi. Misalnya, dengan menganalisis data inflasi dan *kurs*, model regresi semiparametrik dapat membantu mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi fluktuasi nilai tukar mata uang dan potensi dampaknya terhadap distribusi kekayaan masyarakat. Selain itu, model regresi semiparametrik juga dapat digunakan untuk memprediksi inflasi dan mengidentifikasi kebijakan ekonomi yang dapat mengurangi dampak negatif inflasi terhadap masyarakat. Dengan mempertimbangkan nilai-nilai keadilan ekonomi dalam Islam, seperti perlindungan terhadap hak kepemilikan dan akses yang setara terhadap sumber daya ekonomi, model regresi semiparametrik dapat membantu merumuskan kebijakan ekonomi yang berpihak pada keadilan dan kesejahteraan seluruh masyarakat. Integrasi konsep keadilan ekonomi dalam Islam dalam

pemodelan regresi semiparametrik juga dapat membantu mempromosikan pengembangan ekonomi yang berkelanjutan dan inklusif. Dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip keadilan ekonomi dalam analisis dan perancangan model ekonomi, kita dapat membangun sistem ekonomi yang lebih stabil, berkelanjutan, dan berpihak pada keadilan bagi semua lapisan masyarakat (Ridlo dan Setyani, 2020).

Dengan demikian, kajian integrasi keadilan ekonomi dalam Islam dalam model regresi semiparametrik merupakan langkah penting dalam membangun pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana prinsip-prinsip keadilan ekonomi dapat diimplementasikan dalam praktik ekonomi yang lebih luas. Dengan memperkuat integrasi antara nilai-nilai keadilan ekonomi dalam Islam dan pemodelan regresi semiparametrik, kita dapat mempercepat perjalanan menuju terwujudnya sistem ekonomi yang lebih berkeadilan dan berkelanjutan bagi seluruh masyarakat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian regresi semiparametrik *B-Spline* untuk memodelkan inflasi di Indonesia telah didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Model regresi semiparametrik *B-Spline* yang diterapkan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia pada tahun 2013 – 2023 menghasilkan model terbaik. Model tersebut ditentukan berdasarkan titik knot optimal sebesar 0.065, yang diperoleh dari nilai GCV minimum sebesar 0.0001680770 pada orde 2. Persamaan model terbaik regresi semiparametrik *B-Spline* adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = 0.05719 - 0.03523x_{t-1} - 0.007846568B_{-1,2}(z_{t-1}) \\ + 0.008260113B_{0,2}(z_{t-1}) + 0.02699604B_{1,2}(z_{t-1})$$

2. Keakuratan model regresi semiparametrik *B-Spline* dalam menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia dengan bantuan MAPE menghasilkan nilai sebesar 27.64889579%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa tingkat hubungan antar variabel pada model tergolong cukup kuat. Meskipun hasil peramalan ini tidak masuk dalam kategori sangat akurat atau akurat, namun masih dapat diterima untuk tujuan analisis dengan pertimbangan adanya kemungkinan penyempurnaan lebih lanjut pada model yang digunakan.
3. Prediksi Inflasi dengan regresi semiparametrik *B-Spline* terbaik dengan memperhitungkan *kurs* dan *BI-rate* pada periode sebelumnya mendapatkan

prediksi inflasi pada bulan Januari 2024 adalah 0.026339723 (2.63 %), Februari 2024 adalah 0.024342182 (2.43%), Maret 2024 adalah 0.024990414 (2.50%), April 2024 adalah 0.024042727 (2.40%) dan Mei adalah 0.029497937 (2.95%).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan regresi semiparametrik *B-Spline* dengan orde 2 dan 3 serta satu titik knot. Untuk meningkatkan akurasi model dan mengatasi selisih antara data observasi dan hasil prediksi, disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menambah jumlah titik knot, mengoptimalkan penempatan knot, atau menggunakan *B-spline* dengan orde lebih tinggi. Pendekatan ini diharapkan dapat membantu model menangkap tren dan siklus yang lebih kompleks, sehingga meningkatkan akurasi prediksi.
2. Berdasarkan hasil penelitian, model regresi semiparametrik *B-Spline* bisa digunakan untuk menentukan BI *rate* dalam kebijakan moneter, sehingga inflasi dapat dikendalikan untuk mencapai target bulanan atau tahunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Altman, M. (2020). A more scientific approach to applied economics: Reconstructing statistical, analytical significance, and correlation analysis. *Economic Analysis and Policy*, 66, 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.05.006>
- Az-Zuhaili, W. (2013). *Tafsir al-Munir: Akidah, Syariah & Manhaj* (1st ed.). Gema Insani.
- Budiantara, I. N., Suryadi, F., Otok, B. W., & ... (2006). Pemodelan B-Spline dan MARS Pada Nilai Ujian Masuk terhadap IPK Mahasiswa Jurusan Disain Komunikasi Visual UK. Petra Surabaya. *Jurnal Teknik* <http://203.189.120.189/ejournal/index.php/ind/article/view/16497>
- Chamidah, N., Wiharto, & Salamah, U. (2012). Pengaruh Normalisasi Data pada Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagasi Gradient Descent Adaptive Gain (BPGDAG) untuk Klasifikasi. *Jurnal Teknologi & Informasi ITSmart*, 1(1), 28. <https://doi.org/10.20961/its.v1i1.582>
- Devi, A. R., Mukid, M. A., & Yasin, H. (2014). Analisis Inflasi Kota Semarang menggunakan Metode Regresi Nonparametrik B-Spline. *Jurnal Gaussian*, 3(2), 193–202. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- 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.
- Eubank, R. L. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing* (2nd ed., Vol. 157). Marcel Dekker, Inc.
- Fadilla. (2017). Perbandingan Antara Teori Inflasi dalam Perspektif Islam dan Konvensional. *Islamic Banking*, 2(2), 1–14.
- Ginting, A. M. (2016). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Inflasi: Studi Kasus di Indonesia Periode Tahun 2004-2014. *Kajian*. <http://jurnal.dpr.go.id/index.php/kajian/article/view/766>
- Gusti, O. W. (2011). *Regresi Semiparametrik Spline dalam Memodelkan Hasil UNAS SMAN 1 Sekaran Lamongan* [UIN Maulana Malik Ibrahim Malang]. <http://etheses.uin-malang.ac.id/6741/1/07610065.pdf>
- Hidayah, F. N. (2019). Analisis Regresi Nonparametrik Spline Linear (Studi Kasus: Data Indeks Pembangunan Manusia Berdasarkan Provinsi di Indonesia Tahun 2017) [UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta]. In *Institutional Repository UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*. <http://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/34789>

- Hidayati, N. M. (2014). *Estimasi Regresi Semiparametrik dengan pendekatan B-Spline*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Jamilah, N., Hadijati, M., & Fitriyani, N. (2017). Regresi Nonparametrik B-Spline dalam Meramalkan Inflasi di Indonesia. *Eigen Mathematics Journal*. <http://eigen.unram.ac.id>
- Kementrian Agama Republik Indonesia. (2022). *Qur'an Kemenag*. Lajnah Pentashihan mushaf Al-Qur'an. <https://quran.kemenag.go.id/>
- Khairunnisa, L. R., Prahutama, A., & Santoso, R. (2020). Pemodelan Regresi Semiparametrik dengan Pendekatan Deret Fourier. *Jurnal Gaussian*, 9(1), 50–63.
- Mahendra, A. (2016). Analisis Pengaruh Jumlah Uang Beredar, Suku Bunga SBI dan Nilai Tukar terhadap Inflasi di Indonesia. *Jurnal Riset Akuntansi Dan Keuangan*, 2(1), 1–12.
- Maksum, M. W. (2019). *MODEL Regresi Semiparametrik Spline untuk Data Longitudinal Pada Kasus Penderita Demam Berdarah Dengue di Kota Makassar*. <http://eprints.unm.ac.id/13931/>
- Mankiw, N. G. (2006). *Principles of Macroeconomics* (fourth edi). Steve Momper.
- Muhammad, A. (2004). *Tafsir Ibnu Katsiir*. Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Munandar, A., & Ridwan, A. H. (2023). Keadilan Sebagai Prinsip Dalam Ekonomi Syariah Serta Aplikasinya Pada Mudharabah. *Maqdis: Jurnal Kajian Ekonomi Islam*, 7(1), 89. <https://doi.org/10.15548/maqdis.v7i1.453>
- Nabei, M. Z. (2023). *Bisnis dalam Islam(Implementasi Prinsip-Prinsip Islam dalam Aktifitas Ekonomi Bisnis*. 4(2), 121–131.
- 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>
- Novia, C. (2017). *Analisis Hubungan Tingkat Ekonomi Keluarga, Kualitas Pendidikan, Tingkat Kesehatan Dengan Tingkat Kesejahteraan Keluarga Pemulung Kota Depok*. 1–142.
- Permana, I., & Salisah, F. N. (2022). Pengaruh Normalisasi Data Terhadap Performa Hasil Klasifikasi Algoritma Backpropagation. *IJIRSE: Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering*, 2(1), 67–72.
- Purwanti, I. (2019). *Regresi Nonparametrik Kernel Menggunakan Estimator Nadaraya-Watson dalam Data Time Series*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

- Rahasia, Z., Resmawan, R., & Isa, D. R. (2020). Pemodelan Data Time Series dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik B-Spline. *AKSIOMA: Jurnal Matematika Dan ...*. <http://103.98.176.9/index.php/aksioma/article/view/4903>
- Rahmawati, A. S., Ispriyanti, D., & Warsito, B. (2017). Pemodelan Kasus Kemiskinan Di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik Metode B-spline. *Jurnal Gaussian*. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/14758>
- Ridlo, M., & Setyani, D. (2020). Pengaruh Zakat, Inflasi Dan Perkembangan Usaha Mikro Kecil Menengah Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Tahun 2011-2018 (Studi Kasus Di Indonesia). *Jurnal Ekombis*. <http://jurnal.utu.ac.id/ekombis/article/view/2010>
- Ruppert, D., Wand, M. P., & Carroll, R. J. (2003). *Semiparametric Regression*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511755453>
- Salam, N. (2013). Estimasi Likelihood Maximum Penalized dari Model Regresi Semiparametrik. *Prosiding Seminar Nasional Statistika Universitas ...*. <http://eprints.undip.ac.id/40367/>
- Shofiyah, F., & Sofro, A. (2018). Analisis Regresi Linier Multivariat pada Kandungan Daun Tembakau. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 6(2).
- Similä, T., & Tikka, J. (2007). Input selection and shrinkage in multiresponse linear regression. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52(1), 406–422. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2007.01.025>
- Spivak, M. (2018). *calculus* (Third Edit). Library o Congress Catalog Card Number 90-82517.
- Suwarno, S. S. (2023). *Regresi Nonparametrik B-Spline untuk Memodelkan Inflasi di Indonesia*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Toruan, R. L. (2018). *Pengujian Hipotesis Simultan Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline Truncated pada data Longitudinal*.
- Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods* (second). Pearson Addison Wesley. <https://doi.org/10.1201/b11459-9>
- Wulandary, S., & Purnama, D. I. (2020). Perbandingan Regresi Nonparametrik kernel NWE dan B-Spline pada Pemodelan Rata Rata Lama Sekolah dan Pengeluaran Perkapita di Indonesia. *Jambura Journal of Probability*. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jps/article/view/7501>
- Yuniartika, Y., Kusnandar, D., Mara, M. N., & Validation, C. (2013). *Penentuan Generalized Cross Validation (GCV) sebagai Kriteria dalam Pemilihan Model Regresi B-Spline Terbaik*. 02(2), 121–126.
- 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 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

Periode	Rescaling Kurs	Kurs
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
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

Periode	Rescaling Kurs	Kurs
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
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	Basis 1	Basis 2	Basis 3	Y prediksi	error	Periode	Basis 1	Basis 2	Basis 3	Y prediksi	error
Feb-13	0.25	0.75	0.00	0.061254	-0.008154	Sep-18	0.32	0.67	0.00	0.033668	-0.004868
Mar-13	0.25	0.75	0.00	0.061420	-0.002420	Oct-18	0.24	0.75	0.00	0.033865	-0.002265
Apr-13	0.25	0.75	0.00	0.061145	-0.005445	Nov-18	0.24	0.75	0.00	0.032297	0.000003
May-13	0.25	0.75	0.00	0.061128	-0.006428	Dec-18	0.15	0.83	0.00	0.038307	-0.007007
Jun-13	0.25	0.75	0.00	0.060708	-0.001708	Jan-19	0.15	0.83	0.00	0.037564	-0.009364
Jul-13	0.25	0.75	0.00	0.060042	0.026058	Feb-19	0.15	0.83	0.00	0.039713	-0.014013
Aug-13	0.17	0.83	0.00	0.059549	0.028351	Mar-19	0.15	0.83	0.00	0.039766	-0.014966
Sep-13	0.00	0.29	0.00	0.053007	0.030993	Apr-19	0.15	0.83	0.00	0.038808	-0.010508
Oct-13	0.00	0.18	0.40	0.059208	0.023992	May-19	0.15	0.83	0.00	0.038959	-0.005759
Nov-13	0.00	0.12	0.60	0.066116	0.017584	Jun-19	0.15	0.83	0.00	0.038068	-0.005268
Dec-13	0.00	0.12	0.60	0.062209	0.021591	Jul-19	0.15	0.83	0.00	0.039350	-0.006150
Jan-14	0.00	0.06	0.80	0.066009	0.016191	Aug-19	0.24	0.75	0.00	0.038614	-0.003714
Feb-14	0.00	0.06	0.80	0.065815	0.011685	Sep-19	0.32	0.67	0.00	0.036162	-0.002262
Mar-14	0.00	0.06	0.80	0.068926	0.004274	Oct-19	0.40	0.58	0.00	0.035151	-0.003851
Apr-14	0.00	0.06	0.80	0.070134	0.002366	Nov-19	0.49	0.50	0.00	0.034679	-0.004679
May-14	0.00	0.06	0.80	0.069461	0.003739	Dec-19	0.49	0.50	0.00	0.034186	-0.006986
Jun-14	0.00	0.06	0.80	0.069045	-0.002045	Jan-20	0.49	0.50	0.00	0.035243	-0.008443
Jul-14	0.00	0.06	0.80	0.067164	-0.021864	Feb-20	0.49	0.50	0.00	0.036500	-0.006700
Aug-14	0.00	0.06	0.80	0.069151	-0.029251	Mar-20	0.57	0.42	0.00	0.032149	-0.002549
Sep-14	0.00	0.06	0.80	0.068489	-0.023189	Apr-20	0.65	0.33	0.00	0.019593	0.007107
Oct-14	0.00	0.06	0.80	0.065889	-0.017589	May-20	0.65	0.33	0.00	0.025956	-0.004056
Nov-14	0.00	0.06	0.80	0.066572	-0.004272	Jun-20	0.65	0.33	0.00	0.028183	-0.008583
Dec-14	0.00	0.00	1.00	0.070883	0.012171	Jul-20	0.74	0.25	0.00	0.029109	-0.013709
Jan-15	0.00	0.00	1.00	0.069601	-0.000001	Aug-20	0.82	0.17	0.00	0.025921	-0.012721
Feb-15	0.00	0.00	1.00	0.068628	-0.005728	Sep-20	0.82	0.17	0.00	0.026442	-0.012242
Mar-15	0.00	0.06	0.80	0.062464	0.001336	Oct-20	0.82	0.17	0.00	0.024526	-0.010126
Apr-15	0.00	0.06	0.80	0.061302	0.006598	Nov-20	0.82	0.17	0.00	0.025727	-0.009827
May-15	0.00	0.06	0.80	0.062077	0.009423	Dec-20	0.90	0.08	0.00	0.027337	-0.010537
Jun-15	0.00	0.06	0.80	0.060636	0.011964	Jan-21	0.90	0.08	0.00	0.027460	-0.011960
Jul-15	0.00	0.06	0.80	0.059998	0.012602	Feb-21	0.90	0.08	0.00	0.027570	-0.013770
Aug-15	0.00	0.06	0.80	0.059216	0.012584	Mar-21	0.99	0.00	0.00	0.025466	-0.011766
Sep-15	0.00	0.06	0.80	0.056345	0.011955	Apr-21	0.99	0.00	0.00	0.023663	-0.009463
Oct-15	0.00	0.06	0.80	0.053033	0.009467	May-21	0.99	0.00	0.00	0.024209	-0.007409
Nov-15	0.00	0.06	0.80	0.058385	-0.009485	Jun-21	0.99	0.00	0.00	0.025040	-0.011740
Dec-15	0.00	0.06	0.80	0.057328	-0.023828	Jul-21	0.99	0.00	0.00	0.024061	-0.008861
Jan-16	0.00	0.06	0.80	0.057564	-0.016164	Aug-21	0.99	0.00	0.00	0.024089	-0.008189
Feb-16	0.00	0.12	0.60	0.052383	-0.008183	Sep-21	0.99	0.00	0.00	0.024702	-0.008702
Mar-16	0.00	0.18	0.40	0.049841	-0.005341	Oct-21	0.99	0.00	0.00	0.025054	-0.008454
Apr-16	0.00	0.24	0.20	0.045554	-0.009554	Nov-21	0.99	0.00	0.00	0.025621	-0.008121
May-16	0.00	0.24	0.20	0.045931	-0.012631	Dec-21	0.99	0.00	0.00	0.024882	-0.006182
Jun-16	0.00	0.24	0.20	0.043772	-0.009272	Jan-22	0.99	0.00	0.00	0.025255	-0.003455
Jul-16	0.00	0.29	0.00	0.041145	-0.009045	Feb-22	0.99	0.00	0.00	0.024667	-0.004067
Aug-16	0.00	0.29	0.00	0.041596	-0.013696	Mar-22	0.99	0.00	0.00	0.024720	0.001680
Sep-16	0.40	0.58	0.00	0.039745	-0.009045	Apr-22	0.99	0.00	0.00	0.024832	0.009868
Oct-16	0.49	0.50	0.00	0.039992	-0.006892	May-22	0.99	0.00	0.00	0.024473	0.011027
Nov-16	0.57	0.42	0.00	0.038371	-0.002571	Jun-22	0.99	0.00	0.00	0.023807	0.019693
Dec-16	0.57	0.42	0.00	0.035676	-0.005476	Jul-22	0.99	0.00	0.00	0.022211	0.027189
Jan-17	0.57	0.42	0.00	0.036345	-0.001445	Aug-22	0.99	0.00	0.00	0.021633	0.025267
Feb-17	0.57	0.42	0.00	0.036835	0.001465	Sep-22	0.90	0.08	0.00	0.023413	0.036087
Mar-17	0.57	0.42	0.00	0.036814	-0.000714	Oct-22	0.74	0.25	0.00	0.024138	0.032962
Apr-17	0.57	0.42	0.00	0.036951	0.004749	Nov-22	0.57	0.42	0.00	0.025273	0.028927
May-17	0.57	0.42	0.00	0.036920	0.006380	Dec-22	0.40	0.58	0.00	0.026932	0.028168
Jun-17	0.57	0.42	0.00	0.036951	0.006749	Jan-23	0.32	0.67	0.00	0.028306	0.024494
Jul-17	0.57	0.42	0.00	0.036962	0.001838	Feb-23	0.24	0.75	0.00	0.033601	0.021099
Aug-17	0.65	0.33	0.00	0.035598	0.002602	Mar-23	0.24	0.75	0.00	0.032051	0.017649
Sep-17	0.74	0.25	0.00	0.034108	0.003092	Apr-23	0.24	0.75	0.00	0.033164	0.010136
Oct-17	0.74	0.25	0.00	0.033365	0.002435	May-23	0.24	0.75	0.00	0.034802	0.005198
Nov-17	0.74	0.25	0.00	0.032946	0.000054	Jun-23	0.24	0.75	0.00	0.033654	0.001546
Dec-17	0.74	0.25	0.00	0.033252	0.002848	Jul-23	0.24	0.75	0.00	0.033354	-0.002554
Jan-18	0.74	0.25	0.00	0.033073	-0.000573	Aug-23	0.24	0.75	0.00	0.033055	-0.000355
Feb-18	0.74	0.25	0.00	0.033781	-0.001981	Sep-23	0.24	0.75	0.00	0.032234	-0.009434
Mar-18	0.74	0.25	0.00	0.032238	0.001762	Oct-23	0.24	0.75	0.00	0.030726	-0.005126
Apr-18	0.74	0.25	0.00	0.031977	0.002123	Nov-23	0.15	0.83	0.00	0.030018	-0.001418
May-18	0.65	0.33	0.00	0.032685	-0.000385	Dec-23	0.15	0.83	0.00	0.032815	-0.006715
Jun-18	0.57	0.42	0.00	0.033636	-0.002436						
Jul-18	0.40	0.58	0.00	0.033939	-0.002139						
Aug-18	0.40	0.58	0.00	0.033893	-0.001893						

Lampiran 4. Program *Running R-Studio*

```

## SEMIPARAMETRIC TIME SERIES BASED ON B-SPLINE ESTIMATOR
## RESPONSE VARIABLE : INFLASI, PARAMETRIC PREDICTOR: KURS USD, NONPARAMETRIC PREDICTOR: BI RATE
require(MASS); require(matlib); require(stats);
raw_data <- read.csv("E:/SEMINAR HASIL/a/skripsi.csv")
data <- raw_data[1:131, ]
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 <- 2 # orde spline
  k <- 1 # banyak titik knot
  n <- length(Zt) # banyak data
  a <- min(Zt) # batas bawah titik knot
  b <- max(Zt) # batas atas titik knot
  inc <- 0.01 # nilai kenaikan titik knot
  hk <- seq(a, b, inc) # vektor titik knot
  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 (ORDE 2)
  for (s in 1:length(hk)) #looping iterasi titik knot
  { # star 2
    k <- hk[s]
    for (i in 1:n) # LOOPING TIAP PENGAMATAN
    { # star 3
      ## MEMBUAT MATRIKS Z
      ## PEMILIHAN TITIK KNOT OPTIMAL (ORDE 3)
      for (s in 1:length(hk)) #looping iterasi titik knot
      { # star 2
        k <- hk[s]
        for (i in 1:n) # LOOPING TIAP PENGAMATAN
        { # star 3
          ## 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 GCV =", GCV[s], "R2 =", R2[s], "MAPE", MAPE[s])
        } # end 2
      } # end 3
    } # end 2
  } # end 1
  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
  Ystar <- Y - X %>% Beta[s_opt,]
  Ystar <- abs(Ystar)
  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)
  hasil <- estimasi(data)

```

RIWAYAT HIDUP



Inayatul Fachriyah, lahir di Pati pada tanggal 04 Februari 2001. Peneliti merupakan anak kedua dari Bapak Kasnawi dan Ibu Musri'ah (almh). Pernah menempuh pendidikan dasar di SDN Ngablak 04 dan lulus pada tahun 2013. setelah itu melanjutkan pendidikan di bangku MTs NU Banat Kudus dan lulus pada tahun 2016. Kemudian melanjutkan pendidikan di MA NU Banat Kudus lulus pada tahun 2019. Pada tahun yang sama, memperdalam ilmu agama dengan mondok di Pondok Pesantren Yahtadi Lumajang. Kemudian, pada tahun 2020, melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang (UIN Malang) tepatnya di program studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, peneliti aktif mengikuti beberapa kegiatan di dalam kampus dan luar kampus. Di dalam kampus, terlibat dalam Himpunan Mahasiswa Program Studi (HMPS) “Integral Matematika”, Kegiatan di luar kampus yang pernah diikuti seperti mengikuti *workshop* dan menjadi volunteer di beberapa komunitas. Penulis sangat terbuka terhadap masukan, kritik dan saran demi kebermanfaatan penulisan skripsi ini dengan menghubungi alamat email: inayatulfac@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 : Inayatul Fachriyah
NIM : 200601110051
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Regresi Semiparametrik menggunakan Metode *B-Spline*
untuk Memodelkan Inflasi di Indonesia
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si.
Pembimbing II : Achmad Nashichuddin, M.A.

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.	04 Desember 2023	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	3.
4.	27 Desember 2023	Konsultasi Revisi Kajian Agama Bab I dan II	4.
5.	25 Desember 2023	ACC Bab I, II, dan III	5.
6.	04 Januari 2024	ACC Kajian Agama Bab I dan II	6.
7.	24 Januari 2024	ACC Seminar Proposal	7.
8.	25 Maret 2024	Konsultasi Revisi Seminar Proposal	8.
9.	23 April 2024	Konsultasi Bab IV dan V	9.
10.	18 Mei 2024	ACC Bab IV dan V	10.
11.	28 April 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	11.
12.	30 April 2024	ACC Kajian Agama Bab IV	12.
13.	04 Juni 2024	ACC Seminar Hasil	13.
14.	10 Juni 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	14.
15.	14 Juni 2024	ACC Sidang Skripsi	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

16.	26 Juni 2024	ACC Revisi Akhir	16. 
-----	--------------	------------------	---

Malang, 26 Juni 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika




Ecy Susanti, M.Sc.

NIP. 19741129 200012 2 005