

**REGRESI NONPARAMETRIK *PENALIZED SPLINE* UNTUK
MEMODELKAN INFLASI DI INDONESIA**

SKRIPSI

**OLEH
AMELIA NURFADHILAH
NIM. 19610061**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**REGRESI NONPARAMETRIK *PENALIZED 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
Amelia Nurfadhilah
NIM. 19610061**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**REGRESI NONPARAMETRIK *PENALIZED SPLINE* UNTUK
MEMODELKAN INFLASI DI INDONESIA**

SKRIPSI

**Oleh
Amelia Nurfadhilah
NIM. 19610061**

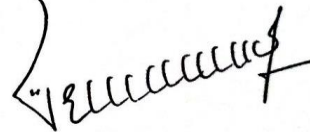
Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diuji
Tanggal 31 Mei 2023

Dosen Pembimbing I,



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

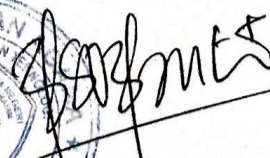
Dosen Pembimbing II,



Evawati Alisah, M.Pd.
NIP. 19720604 199903 2 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika




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

**REGRESI NONPARAMETRIK *PENALIZED SPLINE* UNTUK
MEMODELKAN INFLASI DI INDONESIA**

SKRIPSI

**Oleh
Amelia Nurfadhilah
NIM. 19610061**

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

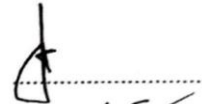
Tanggal 07 Juni 2023

Ketua Penguji : Dr. Sri Harini, M.Si

Anggota Penguji I : Angga Dwi Mulyanto, M.Si


Anggota Penguji II : Abdul Aziz, M.Si

Anggota Penguji III : Evawati Alisah, M.Pd



Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika




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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Amelia Nurfadhilah
NIM : 19610061
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Regresi Nonparametrik *Penalized Spline* 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 dan pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 07 Juni 2023
Yang membuat pernyataan,



Amelia Nurfadhilah
NIM. 19610061

MOTO

“Bekerjalah untuk kehidupan duniamu seakan-akan kamu akan hidup selamanya dan beribadahlah untuk akhiratmu seakan-akan kamu akan mati esok hari”
(Ali bin Abi Thalib)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(QS. Al-Insyirah/94:06).

PERSEMBAHAN

Rasa syukur yang tiada henti peneliti ucapkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan izin-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan proses penulisan skripsi ini dan peneliti persembahkan dari hati kepada orang-orang terkasih:

Kedua orang tua tercinta, Ibunda Een Nuraeni dan Ayahanda Acing atas do'a yang selalu dipanjatkan, nasihat, dan semua pengorbanan yang diberikan kepada peneliti. Kakak-kakak tersayang, Eneng Rahmawati (Alm), Arif Hidayat, Azi Purningsih atas do'a, nasihat, motivasi, semangat, dan dukungan finansialnya yang diberikan kepada peneliti.

Serta diri sendiri yang telah sabar dan bertahan untuk berjuang dalam proses menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Regresi Nonparametrik *Penalized Spline* untuk Memodelkan Inflasi di Indonesia”. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang yakni dengan membawa agama Islam.

Peneliti mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dukungan, dan arahan serta sumbangsi dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih peneliti sampaikan sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
3. Dr. Elly Susanti, M.Sc, selaku ketua Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
4. Abdul Aziz, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu, arahan, nasihat, motivasi, serta saran yang membangun dalam penyusunan penelitian ini.
5. Evawati Alisah, M.Pd, selaku dosen pembimbing II yang juga telah memberikan arahan, saran, dan berbagi ilmunya kepada peneliti.
6. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dosen penguji pada seminar proposal, seminar hasil dan sidang skripsi yang telah memberikan ilmu dan saran yang bermanfaat kepada peneliti.
7. Angga Dwi Mulyanto, M.Si, selaku dosen penguji seminar proposal, seminar hasil dan sidang skripsi yang juga telah memberikan saran yang bermanfaat kepada peneliti.
8. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim atas segala ilmu dan bimbingannya.

9. Seluruh keluarga terutama kedua orang tua serta kakak tersayang yang selalu memberikan do'a, motivasi dan dukungan penuh dengan ikhlas secara moral dan materil.
10. Rekan seperjuangan satu bimbingan peneliti yang telah banyak membantu peneliti dan saling menyemangati untuk berjuang bersama.
11. Rekan kamar Ma'had satu prodi, kelompok KKM dan PKL atas semua kenangan dan kebaikan yang diberikan kepada peneliti.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan berupa rahmat dan karunia-Nya. Demikian skripsi ini disusun, peneliti berharap semoga dapat bermanfaat bagi peneliti sendiri ataupun pembaca dalam menambah wawasan keilmuan. *Aamiin.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 07 Juni 2023

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 | 5 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 6 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 6 |
| 1.5 Batasan Masalah..... | 7 |
| 1.6 Definisi Istilah..... | 7 |
| BAB II KAJIAN TEORI | 8 |
| 2.1 Teori Pendukung | 8 |
| 2.1.1 Regresi Nonparametrik | 8 |
| 2.1.1.1 Regresi <i>Penalized Spline</i> | 9 |
| 2.1.1.2 Parameter Penghalus Optimal | 11 |
| 2.1.1.3 Titik Knot Optimal | 12 |
| 2.1.2 Keakuratan Model | 13 |
| 2.1.3 <i>Rescaling</i> Data | 14 |
| 2.1.4 Inflasi..... | 15 |
| 2.1.5 Kurs Valuta Asing..... | 16 |
| 2.1.6 Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia | 17 |
| 2.1.7 Jumlah Uang Beredar | 18 |
| 2.2 Inflasi dalam Perspektif Ekonomi Islam | 18 |
| 2.3 Kajian Topik dengan Teori Pendukung | 20 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 23 |
| 3.1 Jenis Penelitian..... | 23 |
| 3.2 Data dan Sumber Data | 23 |
| 3.3 Tahapan Penelitian | 24 |
| 3.4 <i>Flowchart</i> Penelitian | 25 |

| | |
|---|-----------|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 26 |
| 4.1 Pemodelan Regresi Nonparametrik <i>Penalized Spline</i> | 26 |
| 4.1.1 Deskripsi Data..... | 26 |
| 4.1.2 Transformasi Data dan <i>Scatter Plot</i> | 30 |
| 4.1.3 Nilai Optimal Berdasarkan GCV Minimum | 32 |
| 4.1.4 Model Regresi <i>Penalized Spline</i> Multivariabel | 32 |
| 4.1.4.1 Estimasi Fungsi Regresi Variabel Suku Bunga | 32 |
| 4.1.4.2 Estimasi Fungsi Regresi Variabel Kurs | 33 |
| 4.1.4.3 Estimasi Fungsi Regresi Variabel JUB..... | 33 |
| 4.2 Evaluasi Keakuratan Model Regresi <i>Penalized Spline</i> | 35 |
| 4.2.1 Uji Keakuratan Model | 35 |
| 4.2.2 Interpretasi Model | 35 |
| 4.3 Kebijakan Ekonomi Islam dalam Mengatasi Inflasi | 41 |
| BAB V PENUTUP..... | 43 |
| 5.1 Kesimpulan | 43 |
| 5.2 Saran | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | 45 |
| LAMPIRAN..... | 48 |
| RIWAYAT HIDUP | 61 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kriteria Nilai Koefisien Determinasi | 14 |
| Tabel 4.1 Karakteristik Data | 26 |
| Tabel 4.2 Nilai Optimal Pada Regresi <i>Penalized Spline</i> | 32 |
| Tabel 4.3 Bentuk Estimasi Fungsi untuk $\hat{f}_1(X_1)$ | 36 |
| Tabel 4.4 Bentuk Estimasi Fungsi untuk $\hat{f}_2(X_2)$ | 36 |
| Tabel 4.5 Bentuk Estimasi Fungsi untuk $\hat{f}_3(X_3)$ | 37 |
| Tabel 4.6 Contoh Nilai Variabel Prediktor Asli | 39 |
| Tabel 4.7 Nilai <i>Rescaling</i> Variabel Prediktor untuk Prediksi | 39 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian | 25 |
| Gambar 4.1 Tingkat Inflasi Indonesia..... | 27 |
| Gambar 4.2 Tingkat Suku Bunga SBI..... | 28 |
| Gambar 4.3 Nilai Kurs Rupiah-USD | 29 |
| Gambar 4.4 Jumlah Uang Beredar di Indonesia | 30 |
| Gambar 4.5 <i>Scatter Plot</i> Variabel Prediktor Terhadap Variabel Respon | 31 |
| Gambar 4.8 Plot Perbandingan Nilai Inflasi Aktual dan Estimasi..... | 34 |

DAFTAR SIMBOL

| | | |
|---------------------|---|--|
| y_i | : | Variabel respon pada pengamatan ke- i |
| \hat{y}_i | : | Nilai estimasi variabel respon pada pengamatan ke- i |
| x_{ji} | : | Variabel prediktor ke- j pada pengamatan ke- i |
| $f_j(x_{ji})$ | : | Fungsi regresi nonparametrik prediktor ke- j pada pengamatan ke- i |
| $\hat{f}_j(x_{ji})$ | : | Estimasi fungsi regresi nonparametrik <i>penalized spline</i> |
| ε_i | : | <i>Error</i> regresi pada pengamatan ke- i |
| i | : | Banyak pengamatan, untuk $i = 1, 2, \dots, n$ |
| j | : | Banyak variabel prediktor, untuk $j = 1, 2, \dots, p$ |
| τ_{jm} | : | Titik knot ke- m pada variabel prediktor ke- j |
| β_0 | : | Konstanta |
| β_{jh} | : | Estimator regresi untuk model polinomial |
| $\beta_{j(h+m)}$ | : | Estimator regresi untuk model komponen <i>truncated</i> |
| m | : | Banyak titik knot, untuk $m = 1, 2, \dots, k$ |
| h | : | Orde polinomial, untuk $h = 0, 1, 2, \dots, r$ |
| λ | : | Parameter penghalus |
| $S(\lambda)$ | : | Matriks hat yang memuat parameter penghalus |
| D | : | Matriks semi definit positif dengan diagonal bergantung jumlah knot |
| n_{unique} | : | Banyaknya nilai tunggal pada variabel prediktor |
| R^2 | : | Koefisien determinasi |
| \bar{y} | : | Nilai rata-rata variabel respon y |
| Z_i' | : | Nilai variabel ke- i setelah <i>rescaling</i> |
| Z_i | : | Nilai variabel ke- i yang akan dilakukan <i>rescaling</i> |
| $\min(Z)$ | : | Nilai paling tinggi dari Z |
| $\max(Z)$ | : | Nilai paling rendah dari Z |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Data Inflasi dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi | 48 |
| Lampiran 2. Data Setelah Dilakukan <i>Rescaling</i> | 49 |
| Lampiran 3. Program Mencari Nilai Optimal dengan <i>Software R</i> | 50 |
| Lampiran 4. Program Mencari Model Regresi <i>Penalized Spline</i> Multivariabel | 56 |
| Lampiran 5. <i>Output</i> Nilai Optimal Berdasarkan GCV Minimum..... | 58 |
| Lampiran 6. <i>Output</i> Model Regresi <i>Penalized Spline</i> Multivariabel..... | 58 |

ABSTRAK

Nurfadhilah, Amelia. 2023. **Regresi Nonparametrik *Penalized 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) Evawati Alisah, M.Pd.

Kata kunci: regresi nonparametrik, *penalized spline*, inflasi, koefisien determinasi

Data inflasi merupakan salah satu data di bidang ekonomi yang bersifat fluktuatif. Sifat fluktuatif tersebut dikarenakan adanya faktor-faktor yang mempengaruhinya sehingga menyebabkan pola hubungan pada data tidak membentuk pola tertentu. Jenis analisis regresi yang dapat digunakan untuk memodelkan data inflasi yang tidak membentuk pola tertentu adalah regresi nonparametrik. Salah satu metode untuk mengestimasi fungsi pada regresi nonparametrik adalah *penalized spline*. Metode *penalized spline* mengestimasi fungsi regresi nonparametrik dengan mempertimbangkan parameter penghalus. Model regresi nonparametrik *penalized spline* optimal diperoleh berdasarkan nilai GCV minimum. Penelitian ini memodelkan inflasi di Indonesia menggunakan regresi nonparametrik *penalized spline* pada data bulanan periode Januari 2019-Desember 2022. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keakuratan model regresi nonparametrik *penalized spline* dalam menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia dikatakan sangat akurat dengan nilai koefisien determinasi yang diperoleh sebesar 0,9137. Nilai koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa variabel suku bunga SBI (X_1), kurs valuta asing (X_2), dan jumlah uang beredar (X_3), yang digunakan pada penelitian ini berpengaruh terhadap tingkat inflasi di Indonesia sebesar 91,37% dan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain. Hasil model regresi nonparametrik *penalized spline* yang diperoleh yaitu

$$\begin{aligned}\hat{Y} = & -0,2872 + 0,5537X_1 - 1,9182X_1^2 + 1,3696X_1^3 - 5,369 \times 10^{-7}(X_1 - 0,3333)^3 - 4,8914 \times 10^{-7} \\ & (X_1 - 0,6667)_+^3 + 0,2015 + 0,7889X_2 - 5,2383X_2^2 + 13,1512X_2^3 - 8,7395X_2^4 + 7,4132 \times 10^{-8} \\ & (X_2 - 0,2831)_+^4 + 0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2 + 0,4875(X_3 - 0,1275)^2 + 41,2352(X_3 - 0,2705)^2 \\ & - 37,1177(X_3 - 0,4067)^2 + 23,2111(X_3 - 0,5537)^2 - 26,0922(X_3 - 0,7672)_+^2\end{aligned}$$

ABSTRACT

Nurfadhilah, Amelia. 2023. **Nonparametric Penalized Spline Regression for Modeling Inflation in Indonesia**. Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Abdul Aziz, M.Si, (II) Evawati Alisah, M.Pd.

Keyword: nonparametric regression, penalized spline, inflation, coefficient of determination

Inflation data is one of the fluctuating data in the field of economics. This fluctuating nature is caused by factors that influence it, resulting in no definite pattern in the data relationship. One type of regression analysis that can be used to model non-patterned inflation data is nonparametric regression. One method to estimate the function in nonparametric regression is penalized spline. Penalized spline estimates the nonparametric regression function by considering smoothing parameters. The optimal nonparametric penalized spline regression model is obtained based on the minimum GCV value. This study is to model inflation in Indonesia using nonparametric penalized spline regression of data from January 2019 to December 2022. The results show that the accuracy of the nonparametric penalized spline regression model in explaining the factors that influence inflation in Indonesia is very accurate with a coefficient of determination of 0,9137. This coefficient of determination indicates that SBI rate variable (X_1), foreign exchange rates (X_2), and the amount of money in circulation (X_3) that used in the study have an impact on the inflation rate in Indonesia by 91,37%, and the remaining is influenced by other variables. The result of the nonparametric penalized spline regression model obtained is

$$\begin{aligned}\hat{Y} = & -0,2872 + 0,5537X_1 - 1,9182X_1^2 + 1,3696X_1^3 - 5,369 \times 10^{-7}(X_1 - 0,3333)^3 - 4,8914 \times 10^{-7} \\ & (X_1 - 0,6667)_+^3 + 0,2015 + 0,7889X_2 - 5,2383X_2^2 + 13,1512X_2^3 - 8,7395X_2^4 + 7,4132 \times 10^{-8} \\ & (X_2 - 0,2831)_+^4 + 0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2 + 0,4875(X_3 - 0,1275)^2 + 41,2352(X_3 - 0,2705)^2 \\ & - 37,1177(X_3 - 0,4067)^2 + 23,2111(X_3 - 0,5537)^2 - 26,0922(X_3 - 0,7672)_+^2\end{aligned}$$

مستخلص البحث

نورفضيلة، عملية ٢٠٢٣. تحليل اللابارامتري فنلزد سفلين (*Nonparametrik Penalized Spline*) (*Regresi*) لنمذجة التضخم في إندونيسيا. البحث العلمي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولان مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرف: (١) عبد العزيز، الماجستير (٢) إيفواتي أليسة ، الماجستير.

الكلمة المفتاحية : تحليل اللابارامتري (*regresi nonparametrik*) ، فنلزد سفلين (*penalized spline*) ، التضخم الإقتصادي ، معامل التحديد (*koefisien determinasi*)

بيانات التضخم هي إحدى من البيانات في المجال الاقتصادي التي تتقلب. ترجع الطبيعة المتقلبة إلى العوامل التي تؤثر عليها ، مما تسبب في عدم تشكيل نمط العلاقات في البيانات لنمط معين. نوع تحليل الانحدار الذي يمكن استخدامه لنمذجة بيانات التضخم التي لا تشكل نمطاً معيناً هو الانحدار اللامعلمي. إحدى الطرق لتقدير الوظيفة في تحليل اللابارامتري (*regresi nonparametrik*) هي فنلزد سفلين (*penalized spline*). الطريقة فنلزد سفلين (*penalized spline*) تقدر وظيفة تحليل اللابارامتري (*regresi nonparametrik*) من خلال مراعاة معلمات التنعيم. يتم الحصول على نموذج تحليل اللابارامتري فنلزد سفلين (*regresi nonparametrik penalized spline*) الأمثل بناءً على الحد الأدنى من قيمة (*GCV*). تعمل هذه الدراسة على نماذج التضخم في إندونيسيا باستخدام تحليل اللابارامتري فنلزد سفلين (*regresi nonparametrik penalized spline*) على بيانات الشهرية للفترة من يناير ٢٠١٩ إلى ديسمبر ٢٠٢٢. وتشير نتائج هذه الدراسة إلى أن دقة نموذج تحليل اللابارامتري فنلزد سفلين (*regresi nonparametrik penalized spline*) في شرح العوامل التي تؤثر على التضخم في إندونيسيا يقال إنها جيدة جداً تم الحصول على معامل تحديد (*koefisien determinasi*) القيمة ٠,٩١٣٧. تشير قيمة معامل التحديد (*koefisien determinasi*) إلى أن متغير سعر الفائدة ($SBI(X_1)$)، وسعر الصرف الأجنبي (X_2)، وعرض النقود (X_3)، والتي يتم استخدامها في هذه الدراسة لها التأثير على معدل التضخم في إندونيسيا بنسبة ٩١,٤٧% والباقي يتأثر بالمتغيرات المستقلة الأخرى. نتائج نموذج تحليل اللابارامتري فنلزد سفلين (*regresi nonparametrik penalized spline*) التي تم الحصول عليها هي

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & -0,2872 + 0,5537X_1 - 1,9182X_1^2 + 1,3696X_1^3 - 5,369 \times 10^{-7}(X_1 - 0,3333)^3 - 4,8914 \times 10^{-7} \\ & (X_1 - 0,6667)^3 + 0,2015 + 0,7889X_2 - 5,2383X_2^2 + 13,1512X_2^3 - 8,7395X_2^4 + 7,4132 \times 10^{-8} \\ & (X_2 - 0,2831)^4 + 0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2 + 0,4875(X_3 - 0,1275)^2 + 41,2352(X_3 - 0,2705)^2 \\ & - 37,1177(X_3 - 0,4067)^2 + 23,2111(X_3 - 0,5537)^2 - 26,0922(X_3 - 0,7672)^2 \end{aligned}$$

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis regresi merupakan salah satu metode dalam statistika yang bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh suatu hubungan antara satu variabel respon dengan satu atau lebih variabel prediktor (Kurniawan, 2008). Jenis analisis regresi yang digunakan apabila fungsi regresi atau pola data antara variabel respon dan variabel prediktor tidak diketahui yaitu menggunakan analisis regresi nonparametrik. Regresi nonparametrik memiliki kelebihan yaitu bersifat fleksibel, artinya fungsi regresi yang diperoleh dapat disesuaikan dengan pola data sebenarnya melalui metode *smoothing* (pemulusan) (Eubank, 1999). Salah satu metode *smoothing* yang dapat digunakan dalam mengestimasi fungsi pada regresi nonparametrik yaitu regresi *spline*. Regresi *spline* merupakan jenis regresi nonparametrik berupa potongan fungsi polinomial tersegmen bersifat kontinu yang digabungkan oleh titik knot. Titik knot pada regresi *spline* dapat membantu mengatasi pola data naik turun tidak beraturan (Griggs, 2013). Pada regresi *spline*, salah satu basis yang dapat digunakan yaitu basis *truncated* (Wu & Zhang, 2006).

Pemilihan jumlah dan letak titik knot merupakan fokus paling penting dalam *regresi spline*. Penentuan jumlah knot optimal pada regresi *spline truncated* dilakukan dengan menghitung sebanyak kombinasi banyaknya knot dari banyaknya data, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama serta memori yang besar ketika melakukan perhitungan menggunakan *software*. Oleh karena itu, diperlukan metode alternatif dalam mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan

menggunakan regresi *penalized spline*. Letak titik knot pada regresi *penalized spline* terletak di titik-titik kuantil pada nilai *unique* (tunggal) dari variabel prediktor (Ruppert, 2002). Kelebihan lain dari regresi *penalized spline* yaitu memuat parameter penghalus sebagai pengontrol keseimbangan antara kemulusan fungsi regresi terhadap data (Griggs, 2013).

Penelitian yang dilakukan oleh Agustina, dkk. (2015) terkait pemodelan pada data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) menggunakan regresi nonparametrik *penalized spline*, diperoleh hasil bahwa model memiliki kemampuan sangat bagus dalam memodelkan data IHSG karena memiliki keakuratan tinggi dengan nilai koefisien determinasi bernilai 83,26%. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Kurniasari, dkk. (2019) dalam memodelkan data IPM (Indeks Pembangunan Manusia) menggunakan regresi nonparametrik *penalized spline* dan diperoleh model memiliki keakuratan tinggi dengan nilai koefisien determinasi sebesar 76,66%. Kemudian, penelitian pada regresi nonparametrik *penalized spline* yang dilakukan oleh Wangsih, dkk. (2022) dalam memodelkan data kurs dollar Amerika Serikat terhadap rupiah menggunakan regresi nonparametrik *penalized spline* dan diperoleh model memiliki keakuratan tinggi dengan nilai koefisien determinasi yaitu 96,20%.

Berdasarkan kegunaan analisis regresi yang dapat memodelkan hubungan antara satu variabel respon dengan satu atau lebih variabel prediktor, penelitian ini akan memodelkan permasalahan inflasi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Data ekonomi cenderung mengalami fluktuasi atau naik turun yang tidak beraturan dan mengakibatkan pola datanya menyebar secara acak atau tidak membentuk pola tertentu. Sifat fluktuasi pada data seringkali tidak dapat memenuhi asumsi klasik

pada regresi parametrik. Oleh karena itu, pendekatan regresi yang dapat digunakan sebagai metode alternatif dalam memodelkan inflasi beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya yaitu dengan regresi nonparametrik karena dapat mengabaikan asumsi-asumsi regresi parametrik (Suparti, 2013).

Inflasi merupakan suatu permasalahan di bidang ekonomi makro yang sering terjadi di negara berkembang, termasuk di Indonesia. Inflasi menjadi salah satu indikator stabilitas perekonomian. Inflasi didefinisikan sebagai meningkatnya harga barang dan jasa secara umum dan terus menerus. Kenaikan tersebut dikatakan inflasi apabila mempengaruhi kenaikan pada harga-harga barang lainnya (Panjaitan & Wardoyo, 2016). Adanya masalah inflasi berpengaruh besar di bidang ekonomi karena dapat menyebabkan penurunan terhadap daya beli, tingkat kesejahteraan masyarakat, menghambat investasi, dan ketidakpastian pendapatan di masa yang akan datang. Oleh karena itu inflasi menjadi salah satu sasaran utama target kebijakan moneter agar dapat dikendalikan (Hariyanto, 2019).

Berdasarkan data dari Bank Indonesia (BI) tahun 2022, persentase inflasi tahunan (*year on year*) untuk bulan Desember 2022 di Indonesia adalah sebesar 5,51%. Angka tersebut lebih tinggi dibandingkan inflasi bulan Desember 2021 sebesar 1,87%. Peningkatan angka inflasi tersebut menandakan bahwa terdapat kenaikan harga-harga selama satu tahun. Angka inflasi yang tinggi dan tidak stabil menandakan bahwa terdapat ketidakstabilan perekonomian. Apabila peningkatan angka inflasi terjadi terus menerus dikhawatirkan akan dapat berdampak buruk terutama terhadap masyarakat berpendapatan tetap dan membuat daya beli kebutuhan pokok mengalami penurunan dikarenakan masyarakat tidak mampu

memenuhi kebutuhannya sehingga berakibat angka kemiskinan meningkat (Ningsih & Andiny, 2018).

Salah satu cara meminimalisir peningkatan harga-harga barang agar tidak terjadi inflasi yang tinggi yaitu dengan menetapkan harga-harga sesuai ketentuan ekonomi yang benar, sebagaimana pada firman Allah dalam Al-Qur'an surah An-Nisa [4] ayat 29, yang artinya:

“Wahai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama suka diantara kamu. Dan janganlah kamu membunuh dirimu, sesungguhnya Allah Maha Penyayang kepadamu.”

Berdasarkan tafsir Al-Munir, Az-Zuhaili (2016) menegaskan bahwa ayat di atas mengajarkan etika jual beli dalam islam dengan bersikap saling ridha yang sesuai syariat islam dimana penjual tidak boleh berlebihan dalam mengambil keuntungan atau menetapkan harga tinggi tanpa ada alasan-alasan ekonomi yang benar. Apabila banyak penjual mengambil keuntungan secara berlebihan dikhawatirkan dapat terjadinya inflasi yang tinggi sehingga banyak masyarakat sulit untuk memenuhi kebutuhannya.

Kebijakan moneter juga berperan dalam pengendalian inflasi yang dilakukan oleh pihak otoritas moneter untuk mempengaruhi variabel moneter, diantaranya suku bunga SBI (Sertifikat Bank Indonesia), jumlah uang beredar, dan kurs valuta asing (Susmiati, dkk.,2021). Jumlah uang beredar yang dinaikkan dapat berpengaruh pada peningkatan harga yang berlebihan pada periode waktu lama sehingga menyebabkan inflasi meningkat. Suku bunga SBI akan mengalami kenaikan apabila jumlah uang beredar ditingkatkan sehingga berpengaruh terhadap peningkatan inflasi. Peningkatan inflasi berpengaruh kepada masyarakat yang belum memiliki penghasilan akan sulit untuk memenuhi kebutuhannya.

Ketika terjadi harga rupiah di Indonesia menurun dan harga mata uang asing meningkat, dapat mengakibatkan permintaan uang mengalami peningkatan karena diperlukan lebih banyak rupiah untuk membeli barang impor (Apriliawan, dkk., 2013).

Variabel suku bunga SBI digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Panjaitan & Wardoyo (2016) dan diperoleh hasil bahwa suku bunga SBI berpengaruh terhadap laju inflasi di Indonesia. Variabel jumlah uang beredar dan kurs valuta asing digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Susmiati, dkk., (2021) dan diperoleh hasil bahwa jumlah uang beredar dan kurs valuta asing berpengaruh terhadap tingkat inflasi di Indonesia. Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lanjutan dengan memodelkan inflasi beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya menggunakan regresi nonparametrik *penalized spline* serta menganalisis keakuratan model.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana model regresi nonparametrik *penalized spline* pada faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia?
2. Bagaimana keakuratan model regresi nonparametrik *penalized spline* dalam menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada di atas, maka tujuan penelitian yang hendak dicapai adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui model regresi nonparametrik *penalized spline* pada faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia.
2. Mendapatkan keakuratan model regresi nonparametrik *penalized spline* dalam menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas maka setelah melakukan penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti
Menambah pengetahuan baru dalam memodelkan regresi nonparametrik *penalized spline* pada faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia.
2. Bagi Program Studi
Menjadi bahan referensi pembelajaran bagi mahasiswa terkait materi regresi nonparametrik *penalized spline* dan dapat dijadikan sebagai bahan untuk penelitian lanjutan.
3. Bagi Instansi
Sebagai tambahan informasi terkait faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan moneter selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini untuk menghindari pembahasan secara luas adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data inflasi bulanan di Indonesia periode Januari 2019 - Desember 2022.
2. Metode yang digunakan dalam pemilihan titik knot optimal dan parameter penghalus optimal adalah metode *Generalized Cross Validation (GCV)*.
3. Teknik evaluasi model yang digunakan yaitu dengan koefisien determinasi.

1.6 Definisi Istilah

Akurat : Tingkat keakuratan model regresi yang diperoleh dengan model sebenarnya

Fluktuatif : Suatu keadaan yang tidak stabil atau berubah-ubah

Titik Kuantil : Titik potong yang membagi sesugus data pengamatan ke dalam kelompok yang berukuran sama

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Teori Pendukung

2.1.1 Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik adalah jenis regresi yang dapat digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor apabila bentuk kurva regresi tidak diketahui sebelumnya. Regresi nonparametrik memiliki sifat fleksibilitas karena kurva regresi diasumsikan termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu sehingga data akan mencari sendiri bentuk kurva yang sesuai melalui metode smoothing (*pemulusan*) yang akan digunakan. Kelebihan dari regresi nonparametrik yaitu tidak terikat oleh asumsi klasik seperti pada regresi parametrik. Bentuk persamaan umum dari regresi nonparametrik dapat dituliskan sebagai berikut (Eubank, 1999):

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

Adapun bentuk umum dari regresi nonparametrik apabila variabel prediktor yang digunakan lebih dari satu atau disebut dengan regresi nonparametrik multivariabel dapat ditulis sebagai berikut (Dani & Adrianingsih, 2021):

$$y_i = \sum_{j=1}^p f_j(x_{ji}) + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

Bentuk umum model regresi nonparametrik multivariabel pada persamaan (2.2) dapat juga ditulis dalam bentuk lain sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^p \hat{f}_j(x_{ji}) = y_i - \varepsilon_i \quad (2.3)$$

dimana:

y_i : Variabel respon pada pengamatan ke- i

x_{ji} : Variabel prediktor ke- j pada pengamatan ke- i

$f_j(x_{ji})$: Fungsi regresi nonparametrik prediktor ke- j pada pengamatan ke- i

ε_i : *Error* regresi pada pengamatan ke- i

i : Banyak pengamatan, untuk $i = 1, 2, \dots, n$

j : Banyak variabel prediktor, untuk $j = 1, 2, \dots, p$.

2.1.1.1 Regresi *Penalized Spline*

Estimasi fungsi pada regresi nonparametrik dapat disesuaikan dengan pola data sebenarnya melalui metode *smoothing* (pemulusan). Salah satu metode *smoothing* yang dapat digunakan pada regresi nonparametrik yaitu regresi *spline* (Eubank, 1999). Regresi *spline* merupakan jenis regresi berupa potongan fungsi polinomial tersegmen bersifat kontinu yang digabungkan oleh titik knot. Titik knot pada regresi *spline* dapat membantu mengatasi pola data naik turun tidak beraturan (Griggs, 2013). Titik knot adalah titik perpaduan bersama menunjukkan pola perilaku fungsi *spline* pada interval yang berbeda. Adanya titik knot membuat fungsi *spline* memiliki sifat fleksibilitas yang lebih baik dibandingkan polinomial. Pada regresi *spline*, salah satu basis fungsi yang dapat digunakan yaitu *truncated*. Fungsi *truncated* merupakan sebuah basis fungsi *spline* yang artinya fungsi potongan (Fadhilah, dkk., 2016). Secara umum fungsi *spline* dengan basis *truncated* orde h dan knot m untuk satu variabel prediktor dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut (Eubank, 1999):

$$f(x_i) = \beta_0 + \sum_{h=1}^r \beta_h x_i^h + \sum_{m=1}^k \beta_{(h+m)} (x_i - \tau_m)_+^r \quad (2.4)$$

dengan fungsi *truncated* yang diberikan:

$$(x_i - \tau_m)_+^r = \begin{cases} (x_i - \tau_m)^r, & x_i \geq \tau_m \\ 0, & x_i < \tau_m \end{cases} \quad (2.5)$$

Berdasarkan persamaan (2.1) dan (2.4) maka persamaan dari model regresi nonparametrik *spline truncated* dinyatakan sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0 + \sum_{h=1}^r \beta_h x_i^h + \sum_{m=1}^k \beta_{(h+m)} (x_i - \tau_m)_+^r + \varepsilon_i \quad (2.6)$$

Adapun bentuk umum dari model regresi nonparametrik *spline truncated* multivariabel berdasarkan persamaan (2.3) dan (2.6) dapat ditulis sebagai berikut (Afa, dkk., 2018):

$$\hat{y}_i = \sum_{j=1}^p \hat{f}_j(x_{ji}) \quad (2.7)$$

dengan

$$\hat{f}_j(x_{ji}) = \beta_0 + \sum_{h=1}^r \beta_{jh} x_{ji}^h + \sum_{m=1}^k \beta_{j(h+m)} (x_{ji} - \tau_{mj})_+^r \quad (2.8)$$

dimana:

\hat{y}_i : Nilai estimasi variabel respon pada pengamatan ke- i

$\hat{f}_j(x_{ji})$: Estimasi fungsi regresi nonparametrik *penalized spline*

x_{ji} : Variabel prediktor ke- j pada pengamatan ke- i

β_0 : Konstanta

τ_{mj} : Titik knot ke- m pada variabel prediktor ke- j

β_{jh} : Estimator regresi untuk model polinomial

$\beta_{j(h+m)}$: Estimator regresi untuk model komponen *truncated*

i : Banyak pengamatan, untuk $i = 1, 2, \dots, n$

m : Banyak titik knot, untuk $m = 1, 2, \dots, k$

h : Orde polinomial, untuk $h = 1, 2, \dots, r$

j : Banyak variabel prediktor, untuk $j = 1, 2, \dots, p$.

Pemilihan jumlah dan letak titik knot merupakan fokus paling penting dalam *regresi spline*. Pada *regresi spline truncated*, pemilihan jumlah titik knot optimal dilakukan dengan menghitung sebanyak kombinasi banyaknya knot dari banyaknya data, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama serta memori yang besar ketika melakukan perhitungan menggunakan *software*. Oleh karena itu terdapat metode alternatif dalam mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan *regresi penalized spline*. Perbedaan *regresi penalized spline* dengan *spline truncated* terletak pada cara mengestimasi fungsi *spline*, dimana letak titik knot pada *regresi penalized spline* terletak di titik-titik kuantil pada nilai *unique* (tunggal) dari variabel prediktor serta memuat parameter penghalus (Ruppert, 2002).

2.1.1.2 Parameter Penghalus Optimal

Penentuan parameter penghalus λ memiliki pengaruh besar pada *regresi penalized spline* karena berperan sebagai pengontrol keseimbangan antara kemulusan fungsi regresi terhadap data (Griggs, 2013). Apabila nilai λ besar maka hasil estimasi fungsi yang diperoleh akan semakin mulus. Kemampuan memetakan data kurang baik atau fluktuatif (acak) apabila λ kecil. Oleh karena itu, dalam pemilihan parameter penghalus diharapkan memilih nilai λ yang optimal. Hasil estimasi fungsi regresi yang baik yaitu tidak terlalu halus serta tidak terlalu kasar. Penentuan parameter penghalus optimal pada *regresi penalized spline* dapat dilihat berdasarkan nilai GCV (*Generalized Cross Validation*) minimum. Adapun rumus perhitungan nilai GCV sebagai berikut (Ruppert, dkk., 2003):

$$GCV(\lambda) = \frac{MSE}{\left[1 - \frac{1}{n} \text{tr}[S(\lambda)]\right]^2} = \frac{n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\left[1 - \frac{1}{n} \text{tr}[S(\lambda)]\right]^2} \quad (2.9)$$

dengan

$$\text{tr}[S(\lambda)] = \text{tr}\left[X(X^T X + n\lambda D)^{-1} X^T\right] \quad (2.10)$$

dimana:

MSE : *Mean Square Error*

λ : Parameter penghalus

y_i : Variabel respon pada pengamatan ke- i

\hat{y}_i : Nilai estimasi variabel respon pada pengamatan ke- i

i : Banyak pengamatan, untuk $i = 1, 2, \dots, n$

$S(\lambda)$: Matriks hat yang memuat parameter penghalus

D : Matriks semi definit positif dengan diagonal bergantung jumlah knot.

2.1.1.3 Titik Knot Optimal

Jumlah knot (k) adalah banyaknya titik knot dimana terjadi perubahan pola perilaku fungsi *spline* pada interval yang berbeda. Pemilihan jumlah knot berdasarkan nilai λ dan orde optimal. Titik knot pada regresi *penalized spline* terletak di titik-titik kuantil pada nilai *unique* (tunggal) variabel prediktor $\{x_i\}_{i=1}^n$ dengan artian apabila terdapat beberapa nilai variabel prediktor yang sama, maka hanya diambil satu nilai untuk dihitung. Apabila titik knot yang digunakan sebanyak k buah, maka nilai kuantil yang menjadi titik knot merupakan kuantil yang membagi sesugus data pengamatan menjadi $(k + 1)$ bagian yang sama, yaitu kuantil ke- $\frac{m}{k+1}$ dari *unique* (tunggal) variabel prediktor $\{x_i\}_{i=1}^n$ dimana $m = 1, 2, \dots, k$. Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan banyak titik knot optimal dalam regresi *penalized spline* yaitu algoritma *full-search*. Pada algoritma *full-search*, nilai GCV akan dihitung untuk banyak titik knot $k = 1, 2, 3, \dots$

hingga banyak knot tertentu yang dicobakan. Maksimal jumlah knot yang dihitung dengan ketentuan $k < (n_{unique} - h - 1)$, dimana n_{unique} merupakan banyaknya nilai *unique* (tunggal) dari variabel prediktor dan h merupakan orde polinomial. Selanjutnya banyak titik knot optimal yang dipilih yaitu dengan dilihat nilai GCV minimum berdasarkan rumus pada persamaan (2.9) (Ruppert, dkk., 2003).

2.1.2 Keakuratan Model

Uji keakuratan model bertujuan untuk mengetahui bahwa model regresi yang digunakan sesuai atau dapat dikatakan tidak terdapat perbedaan yang jauh antara hasil pengamatan dengan kemungkinan hasil nilai estimasi. Pada uji kebaikan model, pengukuran yang dapat digunakan yaitu nilai koefisien determinasi (R^2). Nilai koefisien determinasi menyatakan besarnya persentase pengaruh semua variabel prediktor secara bersamaan terhadap variabel respon. Rumus koefisien determinasi adalah sebagai berikut (Suyono, 2015):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (2.11)$$

dimana:

R^2 : Koefisien determinasi

y_i : Variabel respon pada pengamatan ke- i

\hat{y}_i : Nilai estimasi variabel respon pada pengamatan ke- i

\bar{y} : Nilai rata-rata variabel respon y

i : Banyak pengamatan, untuk $i = 1, 2, \dots, n$

SSE : *Sum Square Error*

SST : *Sum Square Total*

Adapun kriteria tingkat hubungan koefisien determinasi sebagai berikut (Ariesta, dkk., 2021) :

Tabel 2.1 Kriteria Nilai Koefisien Determinasi

| Interval Koefisien Determinasi | Tingkat Hubungan |
|---------------------------------------|-------------------------|
| 0,00 – 0,199 | Sangat Rendah |
| 0,20 – 0,399 | Rendah |
| 0,40 – 0,599 | Sedang |
| 0,60 – 0,799 | Kuat |
| 0,80 – 1,000 | Sangat Kuat |

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai R^2 yang semakin mendekati angka 1 atau 100%, maka model regresi yang digunakan semakin sesuai (cocok) dengan model data sebenarnya dengan artian hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang menjelaskannya terdapat hubungan yang sangat kuat. Sebaliknya apabila nilai R^2 yang diperoleh mendekati angka 0 maka dikatakan variabel respon dengan variabel prediktor yang menjelaskannya memiliki hubungan yang sangat rendah (Aziz, 2010).

2.1.3 *Rescaling* Data

Rescaling data digunakan untuk menyamakan skala dari semua variabel yang akan digunakan untuk pemodelan regresi. Tujuan dari menyamakan skala variabel yaitu agar memiliki rentang nilai yang sama. Salah satu jenis metode *rescaling* data yang dapat digunakan yaitu metode *MinMax*. Metode ini mentransformasikan nilai data berada dalam interval 0 dan 1. Transformasi variabel menggunakan metode *rescaling MinMax* yaitu dengan rumus sebagai berikut (Permana & Salisah, 2022):

$$Z'_i = \frac{Z_i - \min(Z)}{\max(Z) - \min(Z)} \quad (2.12)$$

dimana:

Z'_i : Nilai variabel ke- i setelah *rescaling*

Z_i : Nilai variabel ke- i yang akan dilakukan *rescaling*

i : Banyak pengamatan, untuk $i = 1, 2, \dots, n$

$\min(Z)$: Nilai paling tinggi dari Z

$\max(Z)$: Nilai paling rendah dari Z

2.1.4 Inflasi

Menurut Rizaldy (2017) inflasi merupakan suatu keadaan dimana terjadi kenaikan harga, yang bersifat umum dan terjadi secara terus menerus. Dalam kenaikan harga, harga suatu barang dapat dikatakan naik apabila harganya lebih tinggi dari harga yang sebelumnya. Sedangkan pendapat lain mengenai inflasi menurut Sari (2013) adalah suatu kenaikan perubahan tingkat harga umum yang tidak hanya terjadi pada satu jenis barang. Terjadinya kenaikan harga tersebut tidak hanya sesaat, tetapi dalam jangka waktu yang lama. Inflasi dapat terjadi di suatu negara hingga provinsi.

Kenaikan harga pada suatu negara cenderung menyebabkan ketidakpastian dalam perekonomian. Inflasi dapat berdampak negatif di bidang ekonomi yang berpengaruh terhadap daya beli serta tingkat kesejahteraan masyarakat. Hal tersebut dikarenakan inflasi dapat menyebabkan turunnya produktifitas ekonomi, menghambat investasi, dan ketidakpastian pendapatan masyarakat di masa yang akan datang. Oleh karena itu inflasi perlu diatasi agar tidak semakin meningkat setiap bulannya. Pengawasan inflasi juga salah satu sasaran utama dari kebijakan moneter (Hariyanto, 2019).

Inflasi dapat dibagi ke dalam empat kategori berdasarkan besarnya laju inflasi, yaitu (Ningsih & Andiny, 2018):

1. Inflasi Ringan, yaitu inflasi yang tidak mengganggu perekonomian. Kategori inflasi ini dapat dikendalikan karena harga naik hanya secara umum, akan tetapi tidak sampai mengakibatkan krisis di bidang ekonomi. Inflasi ringan memiliki nilai dibawah 10% per tahun.
2. Inflasi Sedang, yaitu kategori inflasi yang belum membahayakan perekonomian, tetapi dapat menurunkan kesejahteraan masyarakat yang memiliki pendapatan tetap. Kategori inflasi sedang ini bernilai antara kisaran 10%-30%.
3. Inflasi Berat, yaitu inflasi yang dapat mengganggu kondisi perekonomian. Pada saat terjadinya kondisi inflasi berat, masyarakat lebih banyak menyimpan barang dibandingkan menyimpan uang di bank karena bunga bank lebih kecil dari laju inflasi. Kategori inflasi sedang ini bernilai antara kisaran 30%-100% per tahun.
4. *Hyperinflasi*, yaitu kategori inflasi yang susah untuk dikendalikan dan membuat perekonomian. Kategori inflasi sangat berat ini bernilai lebih dari 100% per tahun.

2.1.5 Kurs Valuta Asing

Pengertian dari kurs valuta asing merupakan harga dari satu satuan mata uang yang dibutuhkan untuk digunakan dalam mendapatkan nilai mata uang asing. Nilai kurs (tukar) mata uang yang menaik di dalam negeri dinamakan apresiasi terhadap mata uang, dimana mata uang asing lebih murah yang artinya nilai mata

uang dalam negeri mengalami peningkatan. Sedangkan penurunan nilai kurs (tukar) dinamakan depresiasi mata uang dalam negeri yang berarti mata uang asing lebih mahal sedangkan mata uang dalam negeri merosot. Nilai tukar mata uang asing yang sering digunakan masyarakat Indonesia adalah kurs dollar Amerika Serikat. Ketika terjadi depresiasi rupiah terhadap dollar Amerika Serikat, maka mengakibatkan permintaan uang di Indonesia mengalami peningkatan karena barang-barang impor menjadi lebih mahal maka rupiah yang diperlukan lebih banyak untuk membelinya (Apriliawan, dkk., 2013).

2.1.6 Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia

Secara umum suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) merupakan surat berharga yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia dalam mata uang rupiah perbulan sebagai pengakuan pinjaman jangka waktu pendek yang harus dibayarkan sebagai imbalan atas peminjaman uang. Suku bunga Sertifikat bank Indonesia menjadi rujukan bagi bank-bank umum dalam penentuan suku bunga (Adnyana, dkk., 2017). Tingkat suku bunga SBI dinaikkan apabila jumlah uang yang beredar di masyarakat mengalami peningkatan. Kenaikan suku bunga SBI akan berpengaruh pada tingkat bunga tabungan serta kredit bank umum dan menyebabkan investasi pada sektor bidang riil mengalami penurunan. Penurunan tersebut dapat berdampak pada peningkatan harga-harga yang artinya inflasi meningkat (Kalalo, dkk., 2016).

2.1.7 Jumlah Uang Beredar

Pengertian dari jumlah uang beredar merupakan semua jenis uang di dalam perekonomian. Pihak yang mengeluarkan dan mengedarkan jumlah uang beredar adalah bank sentral. Uang beredar terdiri dari uang kartal berupa uang logam, uang kertas. Jenis uang kartal merupakan jenis uang yang umum digunakan di masyarakat. Jenis uang yang diedarkan lainnya yaitu uang giral dari bank-bank umum serta uang kuasi. Jumlah uang beredar dan kurs valuta asing memiliki hubungan yaitu saat terjadi peningkatan konsumsi barang-barang impor maka jumlah uang beredar diperbanyak karena kurs valuta asing mengalami kenaikan harga. Apabila stok barang impor sedikit ketika konsumsi impor meningkat maka harga impor dinaikkan. Hal tersebut dapat berpengaruh terhadap terjadinya inflasi (Aprileven, 2015).

2.2 Inflasi dalam Perspektif Ekonomi Islam

Konsep ekonomi islam didasarkan pada Al-Qur'an dan Hadits dengan tujuan dapat membangun kesejahteraan manusia serta menjadi aturan dasar dalam menghadapi permasalahan ekonomi yang sedang terjadi. Permasalahan yang dapat terjadi di bidang ekonomi adalah inflasi. Akan tetapi istilah inflasi tidak dikenal dalam sistem ekonomi islam karena mata uang dalam islam yang digunakan yaitu dinar dan dirham, sehingga nilainya selalu stabil. Menurut para ekonom Islam, inflasi dapat berdampak buruk bagi perekonomian karena dapat menimbulkan gangguan terhadap fungsi uang. Dalam sistem ekonomi Islam inflasi dapat disebabkan oleh model transaksi dan perilaku bisnis yang menyebabkan biaya

transaksi mengalami kenaikan sehingga berdampak pada kenaikan harga seperti mengambil keuntungan berlebihan (Hariyanto, 2019).

Menurut Siregar (2014) salah satu pengendalian inflasi dalam politik ekonomi Islam adalah menghindari penggunaan instrumen yang mengandung riba (bunga), sebagaimana larangan mengenai riba terdapat dalam Al-Qur'an surah Al-Baqarah ayat 278, yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI (2012) yang artinya:

“Wahai orang-orang yang beriman! Bertakwalah kepada Allah dan tinggalkan sisa riba (yang belum dipungut) jika kamu orang beriman.”

Berdasarkan tafsir Al-Munir, Az-Zuhaili (2013) menjelaskan ayat di atas bahwa adanya riba menyebabkan kondisi menjadi tidak stabil, terjadinya kekhawatiran, ketakutan, serta keresahan di mana-mana. Kegiatan ekonomi yang mengandung riba yaitu sistem bunga. Sistem yang digunakan saat ini oleh bank-bank yang ada menggunakan sistem dengan mengumpulkan bunga-bunga hutang yang akan terus menumpuk, mengambil bunga yang ada kemudian mengambil bunga dari bunga yang ada begitu seterusnya. Sistem tersebut mengakibatkan pihak-pihak yang memiliki saham pada bank tertentu terlibat dengan kegiatan riba atau bunga yang berlipat-lipat. Memanfaatkan bunga serta menumpuknya di bank merupakan suatu kezalimatan dan kemaksiatan yang besar. Harta yang diperoleh dengan cara riba akan dihilangkan keberkahannya oleh Allah SWT.

2.3 Kajian Topik dengan Teori Pendukung

Jenis regresi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah regresi nonparametrik, karena studi kasus yang digunakan adalah memodelkan data inflasi beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor tersebut diantaranya suku bunga, jumlah uang beredar, dan kurs valuta asing dimana data keuangan tersebut cenderung bersifat fluktuatif. Sifat fluktuatif pada data menyebabkan hubungan setiap variabel prediktor dengan variabel respon tidak beraturan (acak) serta seringkali tidak memenuhi asumsi klasik regresi parametrik (Suparti, 2013). Metode *smoothing* dalam menentukan kurva fungsi pada regresi nonparametrik yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah regresi *penalized spline*. Kelebihan dari regresi *penalized spline* adalah pemilihan letak titik knot terdapat di titik-titik kuantil pada nilai *unique* (tunggal) dari variabel prediktor serta memuat parameter penghalus (Ruppert, 2002). Terdapat beberapa peneliti sebelumnya yang pernah melakukan penelitian dalam memodelkan data menggunakan regresi nonparametrik *penalized spline*. Agustina, dkk. (2015) melakukan pemodelan pada data Indeks Harga Saham Gabungan menggunakan regresi nonparametrik *penalized spline*. Hasil dari penelitiannya diperoleh bahwa model terbaik adalah model dengan orde *spline* 1 (*spline* linier) karena memiliki nilai parameter penghalus paling besar dan nilai GCV paling kecil dibandingkan orde *spline* 2 dan 3. Model regresi terbaik dari hasil penelitiannya dapat digunakan untuk memodelkan data IHSG dengan baik karena menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 96,4976% serta nilai MAPE yang sangat kecil dengan nilai sebesar 0,59%.

Selanjutnya Kurniasari, dkk. (2019) melakukan penelitian menggunakan regresi nonparametrik *penalized spline* yang digunakan untuk memodelkan data Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Berdasarkan hasil penelitiannya, model terbaik yang diperoleh yaitu pada orde *spline* 1 (*spline* linier) karena memiliki nilai paling optimal pada parameter penghalus serta nilai GCV untuk semua variabel prediktor yang digunakannya. Model terbaik yang telah diperoleh tersebut menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 76,66% serta nilai MAPE sebesar 1,415% yang menunjukkan bahwa regresi nonparametrik *penalized spline* dapat menjelaskan besarnya pengaruh variabel-variabel prediktor yang digunakan terhadap IPM. Penelitian mengenai regresi nonparametrik *penalized spline* dilakukan pada tahun selanjutnya dilakukan oleh Wangsih, dkk. (2022) pada data harian kurs valuta asing dollar Amerika Serikat terhadap rupiah Indonesia. Ketika dilakukan uji asumsi klasik, data yang digunakan tidak dapat memenuhi asumsi homoskedastisitas sehingga digunakan metode alternatif yang tidak memerlukan asumsi tersebut harus terpenuhi yaitu dengan regresi nonparametrik *penalized spline*. Hasil dari penelitiannya diperoleh bahwa model terbaik yang diperoleh yaitu pada orde *spline* 2 (kuadratik) dengan titik knot sebanyak 35 serta nilai GCV paling minimum dibandingkan orde *spline* 1 (linier). Model terbaik yang diperoleh tersebut dapat digunakan untuk memodelkan data kurs harian valuta asing dollar Amerika Serikat terhadap rupiah Indonesia dengan sangat akurat karena memperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 96,20% serta nilai MAPE yang sangat kecil sebesar 0,65%.

Berdasarkan hasil beberapa penelitian di atas menunjukkan bahwa regresi nonparametrik *penalized spline* menghasilkan model yang akurat untuk

memodelkan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dimana kurva regresi tidak diketahui sebelumnya. Pencarian model terbaik dilakukan dengan pemilihan orde *spline*, parameter penghalus optimal serta jumlah titik knot optimal berdasarkan nilai GCV minimum. Setelah memperoleh model terbaik berdasarkan nilai GCV minimum, selanjutnya model tersebut dihitung keakuratannya menggunakan nilai koefisien determinasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah menggunakan jenis studi literatur dan kuantitatif. Penelitian dengan studi literatur yaitu dengan mengumpulkan bahan referensi pendukung yang berkaitan dengan penelitian ini. Referensi yang digunakan diperoleh dari buku serta artikel jurnal. Sedangkan penelitian secara kuantitatif yaitu dengan menyusun dan menganalisis data numerik sesuai dengan apa yang dibutuhkan peneliti. Peneliti menyusun data numerik secara terstruktur agar memudahkan dalam memodelkan data menggunakan metode yang digunakan.

3.2 Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data inflasi bulanan Indonesia, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI), kurs valuta asing dollar US, dan jumlah uang beredar. Periode data yang digunakan yaitu Januari 2019- Desember 2022, dengan sumber data yang diperoleh sebagai berikut:

1. Inflasi bulanan Indonesia dan kurs valuta asing dollar US diambil dari website resmi Bank Indonesia.
2. Suku bunga SBI dan Jumlah Uang Beredar diambil dari website resmi Badan Pusat Statistik.

Semua data yang akan digunakan diakses pada tanggal 15 Februari 2023. Adapun variabel yang akan digunakan pada penelitian ini terdiri dari satu variabel respon dan tiga variabel prediktor dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

| Simbol | Jenis Variabel | Nama Variabel | Satuan |
|--------|----------------|---|---------------|
| Y | Respon | Inflasi Bulanan | % |
| X_1 | Prediktor | Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia | % |
| X_2 | Prediktor | Kurs Valuta Asing Rupiah Indonesia Terhadap Dollar Amerika Serikat (US) | Rupiah |
| X_3 | Prediktor | Jumlah Uang Beredar | Milyar Rupiah |

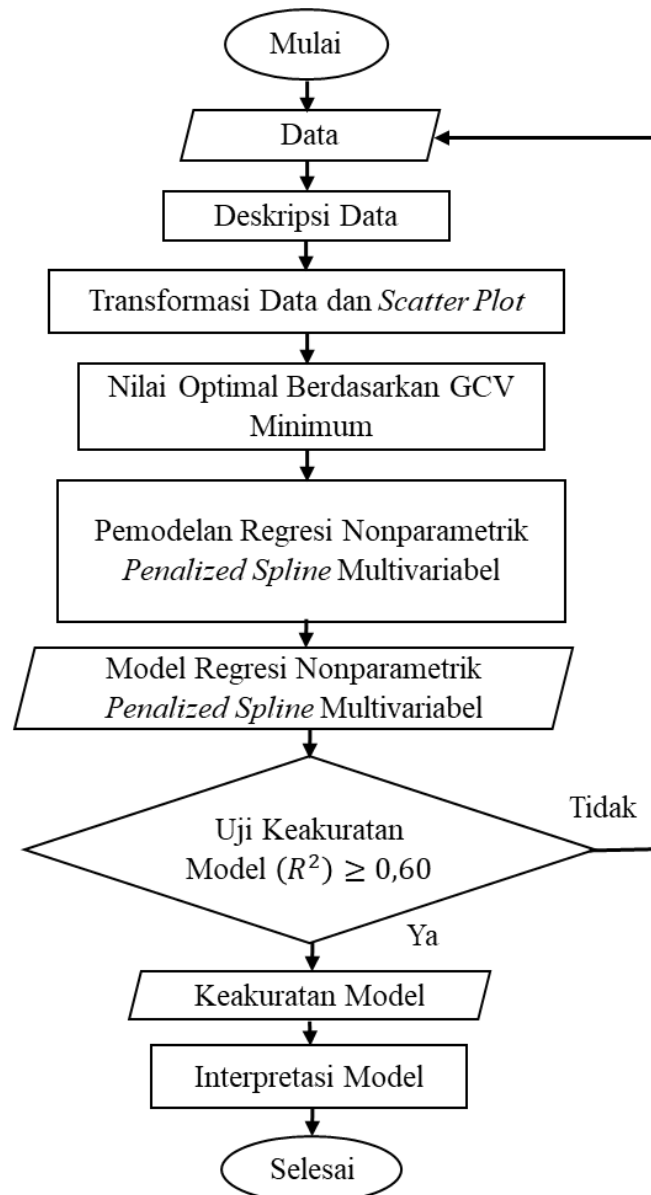
3.3 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan regresi nonparametrik *penalized spline* pada faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia:
 - a) Mendeskripsikan data inflasi, suku bunga SBI, kurs rupiah terhadap dollar US, dan jumlah uang beredar untuk mengetahui karakteristiknya
 - b) Melakukan transformasi data dengan *rescaling*, kemudian membuat *scatter plot* untuk mengetahui pola hubungan yang terjadi pada setiap variabel prediktor terhadap variabel respon
 - c) Menentukan orde *spline*, parameter penghalus, dan jumlah titik knot optimal untuk setiap variabel prediktor terhadap variabel respon berdasarkan nilai GCV minimum
 - d) Pemodelan regresi nonparametrik *penalized spline* multivariabel menggunakan orde *spline*, parameter penghalus, dan titik knot optimal
2. Evaluasi keakuratan model regresi nonparametrik *penalized spline*:
 - a) Melakukan uji keakuratan model menggunakan koefisien determinasi
 - b) Melakukan interpretasi pada model terbaik yang diperoleh

3.4 Flowchart Penelitian

Langkah-langkah pada penelitian ini dapat digambarkan dalam *flowchart* berikut:



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemodelan Regresi Nonparametrik *Penalized Spline*

4.1.1 Deskripsi Data

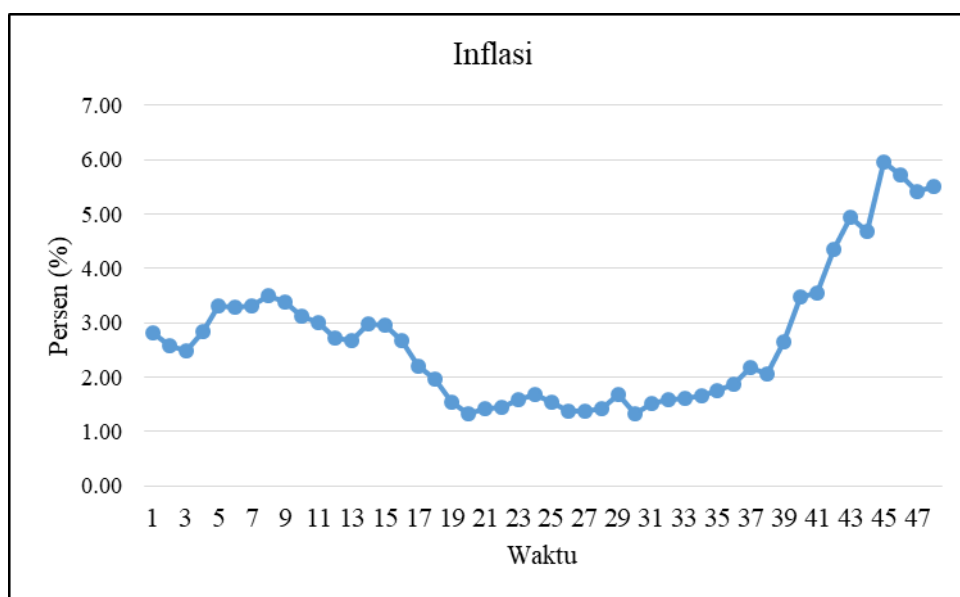
Tahapan deskripsi data bertujuan untuk mengetahui gambaran secara umum mengenai karakteristik dari data yang digunakan. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data inflasi bulanan Indonesia beserta faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap inflasi. Faktor-faktor tersebut diantaranya yaitu, variabel suku bunga SBI, kurs valuta asing rupiah Indonesia terhadap dollar Amerika Serikat, dan jumlah uang beredar. Keseluruhan data yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1. Karakteristik setiap variabel untuk periode Januari 2019 hingga Desember 2022 dengan jumlah data 48 akan disajikan pada tabel dan grafik garis di bawah ini.

Tabel 4.1 Karakteristik Data

| Variabel | Rata-rata | Minimum | Maksimum |
|----------|------------|----------|------------|
| Y | 2,71 | 1,32 | 5,95 |
| X_1 | 4,35 | 3,5 | 6 |
| X_2 | 14471,97 | 13732,23 | 15867,43 |
| X_3 | 6892029,45 | 5644985 | 8528022,31 |

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa data inflasi (Y) sebagai variabel respon selama bulan Januari 2019 hingga Desember 2022 memiliki nilai rata-rata sebesar 2,71%. Angka inflasi tertinggi terjadi pada bulan September 2022 yaitu bernilai 5,95 % sedangkan angka inflasi terendah terjadi pada bulan Agustus 2020 yaitu bernilai 1,32 %. Pada data suku bunga SBI (X_1) memiliki nilai rata-rata sebesar 4,35%. Nilai suku bunga SBI tertinggi terjadi pada bulan Januari 2019

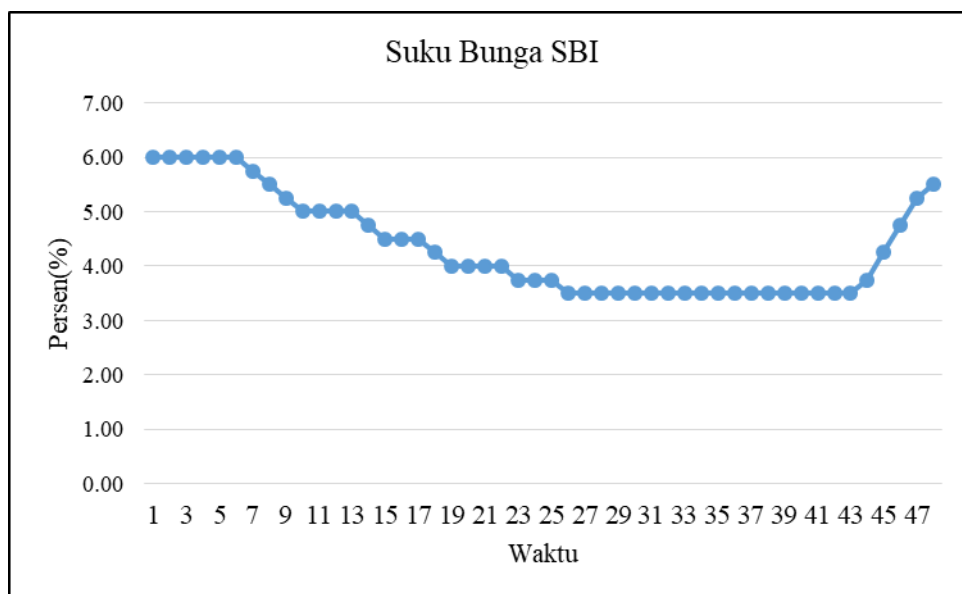
hingga bulan Juni 2019 yaitu sebesar 6% sedangkan nilai terendahnya terjadi pada bulan Februari 2021 hingga bulan Juli 2022 yaitu sebesar 3,5%. Pada data kurs valuta rupiah dollar US (X_2) memiliki nilai rata-rata sebesar Rp14471,97. Nilai kurs rupiah terhadap dollar US tertinggi terjadi pada bulan April 2020 yaitu sebesar Rp15867,43 sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Januari 2020 sebesar Rp13732,23. Pada data jumlah uang beredar (X_3) memiliki nilai rata-rata sebesar 6892029,45 milyar rupiah. Nilai tertinggi pada jumlah uang beredar terjadi pada bulan Desember 2022 sebesar 8528022,31 milyar rupiah sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Januari 2019 sebesar 5644985 milyar rupiah. Langkah selanjutnya yaitu membuat grafik garis untuk melihat tren pada data. Grafik garis untuk menggambarkan tren data inflasi bulanan di Indonesia selama bulan Januari 2019 hingga Desember 2022 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Tingkat Inflasi Indonesia

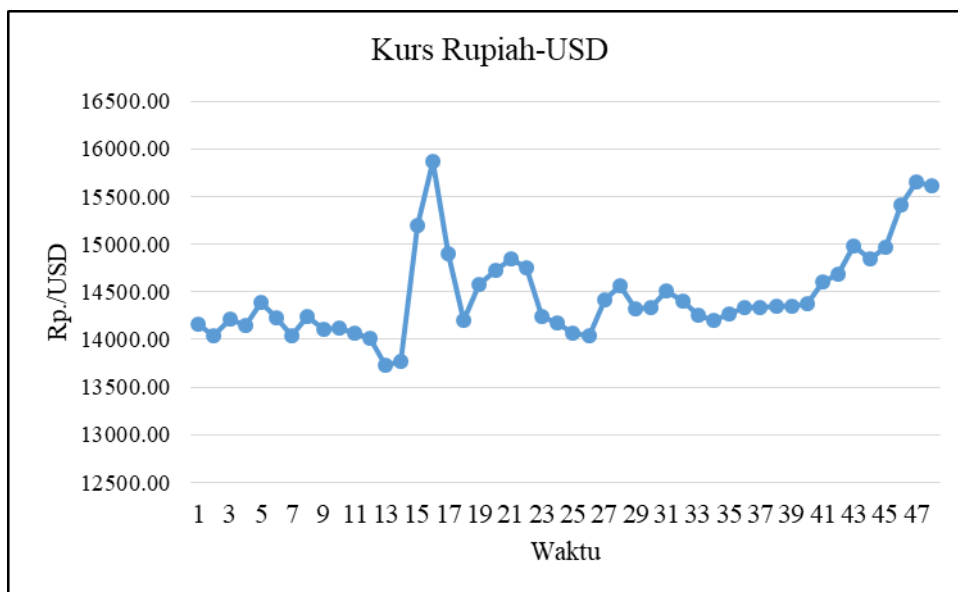
Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa data inflasi (Y) sebagai variabel respon selama bulan Januari 2019 hingga Desember 2022 memiliki rentang nilai di sekitar angka 1% hingga kurang dari 6%. Kisaran angka tersebut termasuk

dalam kategori inflasi rendah dan dianggap bahwa inflasi di Indonesia masih dapat dikendalikan. Angka inflasi selama periode tersebut cenderung mengalami naik turun di setiap bulannya atau dapat dikatakan terjadi fluktuasi. Adanya fluktuasi pada data inflasi dikarenakan terdapat faktor-faktor yang mempengaruhinya. Berikut ini adalah grafik garis untuk melihat tren pada masing-masing variabel yang diduga berpengaruh terhadap inflasi.



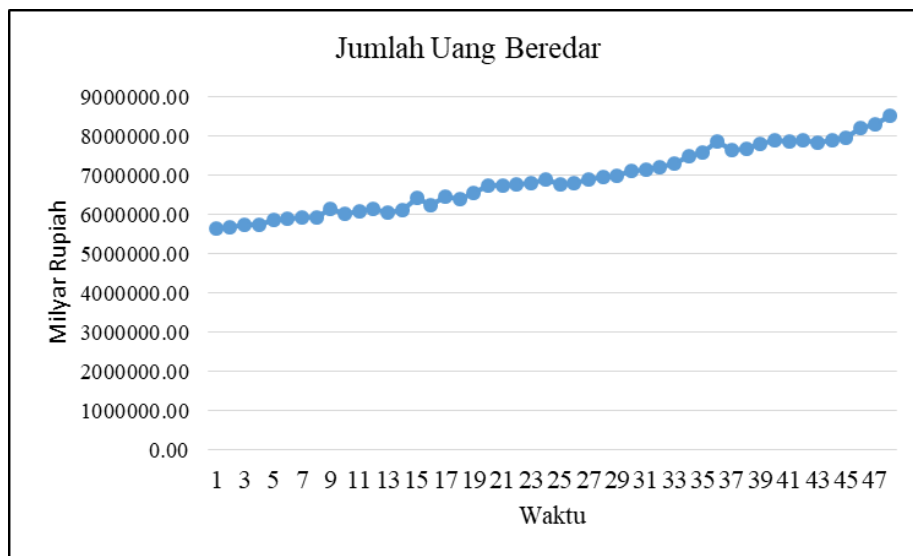
Gambar 4.2 Tingkat Suku Bunga SBI

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa data suku bunga SBI (X_1) selama bulan Januari 2019 hingga Desember 2022 bernilai di bawah 7%. Tingkat suku bunga mencapai nilai yang stabil pada bulan Januari 2019 hingga bulan Juni 2019 dengan nilai sebesar 6%. Pada empat bulan selanjutnya mengalami penurunan dan kemudian stabil kembali di angka 5% hingga bulan Januari 2020. Angka stabil terjadi kembali pada bulan Februari 2021 hingga Juli 2022 dengan nilai sebesar 3,5%. Pada bulan selanjutnya terus mengalami peningkatan hingga bulan Desember 2022 dengan nilai akhir sebesar 5,5%.



Gambar 4.3 Nilai Kurs Rupiah-USD

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa data kurs rupiah terhadap dollar Amerika Serikat (X_2) selama bulan Januari 2019 hingga Desember 2022 memiliki tren naik turun atau fluktuatif. Secara keseluruhan nilai kurs selama periode tersebut bernilai di bawah Rp16000. Pada bulan April 2020 merupakan nilai kurs yang lebih tinggi diantara bulan lain selama Januari 2019 sampai Desember 2022, sehingga memiliki selisih yang cukup signifikan dengan bulan Juni 2020 yaitu sebesar Rp1671,47. Pada bulan selanjutnya mengalami fluktuasi dengan rentang nilai Rp14000 hingga Rp15000. Kemudian pada bulan Desember 2022 nilai kurs mengalami penurunan dari bulan November 2022 dengan selisih yang tidak terlalu besar.



Gambar 4.4 Jumlah Uang Beredar di Indonesia

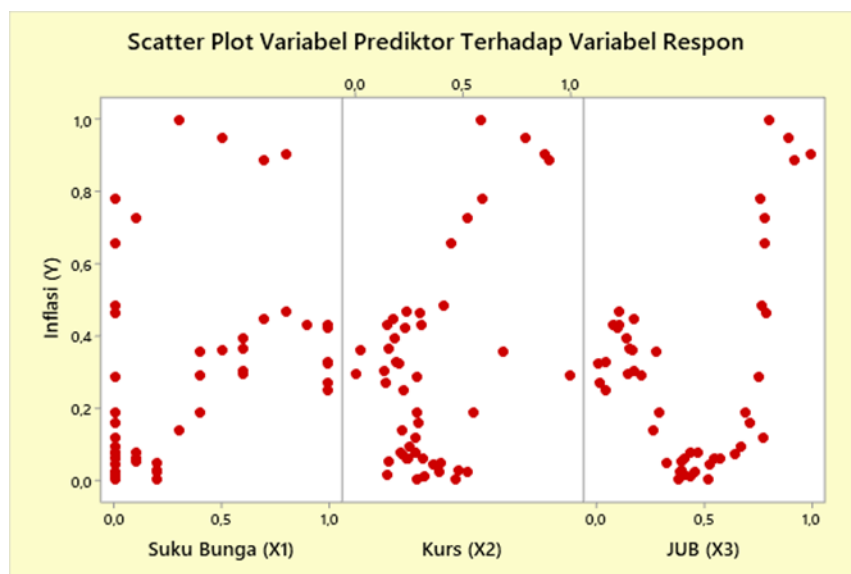
Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa data jumlah uang beredar (X_3) selama bulan Januari 2019 hingga Desember 2022 memiliki tren cenderung naik setiap bulannya. Secara keseluruhan jumlah uang beredar di Indonesia selama periode tersebut bernilai di atas 5000000 milyar rupiah. Selisih kenaikan yang terjadi pada setiap bulannya dikatakan cukup stabil. Pada bulan Desember 2022 merupakan pengambilan data terakhir jumlah uang beredar dan jumlah paling banyak apabila dibandingkan bulan-bulan sebelumnya.

4.1.2 Transformasi Data dan *Scatter Plot*

Variabel pada penelitian ini memiliki skala yang berbeda, sehingga perlu dilakukan proses transformasi data dengan *rescaling*. Tujuan dilakukan *rescaling* adalah untuk menyamakan skala variabel yang digunakan. Jenis *rescaling* data pada penelitian ini menggunakan metode *MinMax* sesuai pada persamaan (2.12). Dengan melakukan transformasi data menggunakan metode *MinMax*, semua variabel yang digunakan pada penelitian ini akan memiliki rentang nilai yang sama yaitu pada interval $[0,1]$ Nilai maksimum dan minimum semua variabel pada Tabel 4.1 akan

digunakan dalam proses *rescaling*. Hasil dari *rescaling* data dapat dilihat pada Lampiran 2 yang kemudian akan digunakan untuk membentuk model regresi *penalized spline*.

Langkah selanjutnya adalah membuat *scatter plot* untuk mengetahui pola hubungan yang terjadi antara variabel prediktor terhadap variabel respon. Berikut ini adalah *scatter plot* untuk mengetahui pola hubungan pada variabel prediktor terhadap variabel respon:



Gambar 4.5 *Scatter Plot* Variabel Prediktor Terhadap Variabel Respon

Pada Gambar 4.5 di atas menunjukkan bahwa pola hubungan pada setiap variabel prediktor terhadap variabel respon membentuk pola yang cenderung acak dan tidak memiliki suatu pola tertentu. Oleh karena itu, regresi yang sesuai untuk memodelkan hubungan satu variabel respon dengan tiga variabel prediktor tersebut menggunakan regresi nonparametrik.

4.1.3 Nilai Optimal Berdasarkan GCV Minimum

Tahapan pemilihan nilai optimal regresi *penalized spline* yaitu orde *spline*, jumlah titik knot, dan parameter penghalus untuk setiap variabel prediktor terhadap variabel respon menggunakan persamaan (2.9) yang menghasilkan nilai GCV minimum. Hasil nilai optimal untuk masing-masing variabel prediktor terhadap variabel respon dengan bantuan program *software* RStudio sebagai berikut:

Tabel 4.2 Nilai Optimal Pada Regresi *Penalized Spline*

| Variabel | Nilai Optimal | | | |
|----------|---------------|-------------|---------------------|------------|
| | Orde | Jumlah Knot | Parameter Penghalus | GCV |
| X_1 | 3 | 2 | 100 | 0,06671987 |
| X_2 | 4 | 1 | 98,3 | 0,05027299 |
| X_3 | 2 | 5 | 0 | 0,0160025 |

4.1.4 Model Regresi *Penalized Spline* Multivariabel

4.1.4.1 Estimasi Fungsi Regresi Variabel Suku Bunga

Berdasarkan nilai optimal pada Tabel 4.2, untuk fungsi regresi pada variabel suku bunga SBI (X_1) diperoleh informasi bahwa GCV minimum yaitu sebesar 0,06671987 terdapat pada orde (h) = 3, jumlah knot (m) = 2, parameter penghalus (λ) = 100 dimana titik knot [1]= 0,3333 dan titik knot [2]= 0,6667. Dengan demikian bentuk model estimasi fungsi regresi *penalized spline* untuk $\hat{f}_1(X_1)$ sesuai dengan persamaan (2.8) adalah

$$\begin{aligned}
 \hat{f}_1(x_i) &= \beta_0 + \sum_{h=1}^3 \beta_{1h} x_i^h + \sum_{m=1}^2 \beta_{1(h+m)} (x_i - \tau_{m1})_+^3 \\
 &= \beta_0 + \beta_{11} x_i + \beta_{12} x_i^2 + \beta_{13} x_i^3 + \beta_{14} (x_i - \tau_{11})^3 + \beta_{15} (x_i - \tau_{21})_+^3 \\
 &= \beta_0 + \beta_{11} x_i + \beta_{12} x_i^2 + \beta_{13} x_i^3 + \beta_{14} (x_i - 0,3333)^3 + \\
 &\quad \beta_{15} (x_i - 0,6667)_+^3
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

4.1.4.2 Estimasi Fungsi Regresi Variabel Kurs

Berdasarkan nilai optimal pada Tabel 4.2, untuk fungsi regresi pada variabel kurs Rupiah-Dollar US (X_2) diperoleh informasi bahwa GCV minimum yaitu sebesar 0,05027299 terdapat pada orde (h) = 4, jumlah knot (m) = 1, parameter penghalus (λ) = 98,3 dimana titik knot [1]= 0,2831. Dengan demikian bentuk model estimasi fungsi regresi *penalized spline* untuk $\hat{f}_2(X_2)$ sesuai dengan persamaan (2.8) adalah

$$\begin{aligned}\hat{f}_2(x_{2i}) &= \beta_0 + \sum_{h=1}^4 \beta_{2h} x_{2i}^h + \sum_{m=1}^1 \beta_{2(h+m)} (x_{2i} - \tau_{m2})_+^4 \\ &= \beta_0 + \beta_{21} x_{2i} + \beta_{22} x_{2i}^2 + \beta_{23} x_{2i}^3 + \beta_{24} x_{2i}^4 + \beta_{25} (x_{2i} - \tau_{12})_+^4 \\ &= \beta_0 + \beta_{21} x_{2i} + \beta_{22} x_{2i}^2 + \beta_{23} x_{2i}^3 + \beta_{24} x_{2i}^4 + \beta_{25} (x_{2i} - 0,2831)_+^4\end{aligned}\quad (4.2)$$

4.1.4.3 Estimasi Fungsi Regresi Variabel JUB

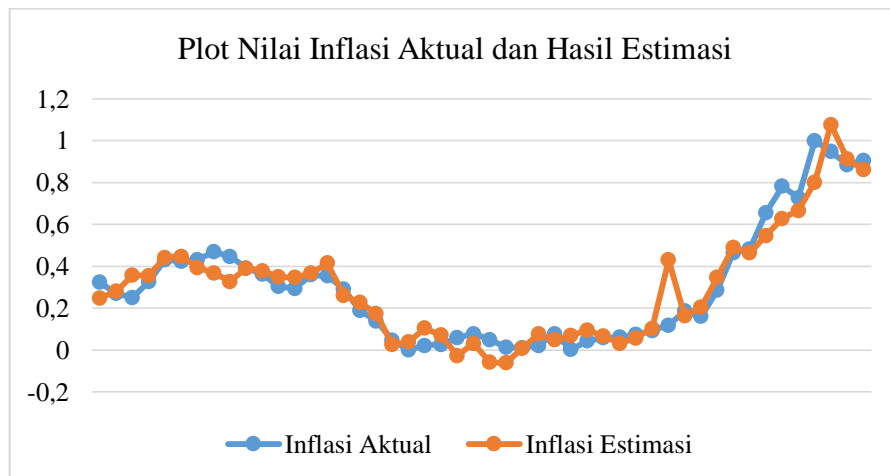
Berdasarkan nilai optimal pada Tabel 4.2, untuk fungsi regresi pada variabel jumlah uang beredar (X_3) diperoleh informasi bahwa GCV minimum yaitu sebesar 0,003195018 terdapat pada orde (h) = 2, jumlah knot (m) = 5, parameter penghalus (λ) = 0 dimana titik knot [1]= 0,1275, titik knot [2]= 0,2705, titik knot [3]= 0,4067, titik knot [4]= 0,5537, dan titik knot [5]= 0,7672. Dengan demikian bentuk model estimasi fungsi regresi *penalized spline* untuk $\hat{f}_3(X_3)$ sesuai dengan persamaan (2.8) adalah

$$\begin{aligned}\hat{f}_3(x_{3i}) &= \beta_0 + \sum_{h=1}^2 \beta_{3h} x_{3i}^h + \sum_{m=1}^5 \beta_{3(h+m)} (x_{3i} - \tau_{m3})_+^2 \\ &= \beta_0 + \beta_{31} x_{3i} + \beta_{32} x_{3i}^2 + \beta_{33} (x_{3i} - \tau_{13})^2 + \beta_{34} (x_{3i} - \tau_{23})^2 + \\ &\quad \beta_{35} (x_{3i} - \tau_{33})^2 + \beta_{36} (x_{3i} - \tau_{43})^2 + \beta_{37} (x_{3i} - \tau_{53})_+^2 \\ &= \beta_0 + \beta_{31} x_{3i} + \beta_{32} x_{3i}^2 + \beta_{33} (x_{3i} - 0,1275)^2 + \\ &\quad \beta_{34} (x_{3i} - 0,2705)^2 + \beta_{35} (x_{3i} - 0,4067)^2 + \\ &\quad \beta_{36} (x_{3i} - 0,5537)^2 + \beta_{37} (x_{3i} - 0,7672)_+^2\end{aligned}\quad (4.3)$$

Berdasarkan estimasi fungsi regresi *penalized spline* untuk setiap variabel prediktor pada persamaan (4.1), (4.2), dan (4.3) maka model regresi *penalized spline* multivariabel dapat ditulis sesuai persamaan (2.7) dalam bentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \hat{Y} &= \sum_{j=1}^3 \hat{f}_j(X_j) \\
 &= \hat{f}_1(X_1) + \hat{f}_2(X_2) + \hat{f}_3(X_3) \\
 &= -0,2872 + 0,5537X_1 - 1,9182X_1^2 + 1,3696X_1^3 - 5,369 \times 10^{-7} \\
 &\quad (X_1 - 0,3333)^3 - 4,891 \times 10^{-7} (X_1 - 0,6667)_+^3 + 0,2015 + 0,7889X_2 - \quad (4.4) \\
 &\quad 5,2383X_2^2 + 13,1512X_2^3 - 8,7395X_2^4 + 7,4132 \times 10^{-8} (X_2 - 0,2831)_+^4 + \\
 &\quad 0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2 + 0,4875(X_3 - 0,1275)^2 + \\
 &\quad 41,2352(X_3 - 0,2705)^2 - 37,1177(X_3 - 0,4067)^2 + \\
 &\quad 23,2111(X_3 - 0,5537)^2 - 26,0922(X_3 - 0,7672)_+^2
 \end{aligned}$$

Dari hasil model regresi nonparametrik *penalized spline* multivariabel pada persamaan (4.4) dapat dibuat plot antara nilai inflasi berdasarkan data aktual observasi dengan nilai inflasi hasil estimasi menggunakan regresi *penalized spline* sebagai berikut:



Gambar 4.6 Plot Perbandingan Nilai Inflasi Aktual dan Estimasi

4.2 Evaluasi Keakuratan Model Regresi *Penalized Spline*

4.2.1 Uji Keakuratan Model

Setelah mendapatkan model regresi *penalized spline* multivariabel berdasarkan nilai optimal, langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan uji keakuratan model. Metode uji keakuratan model pada penelitian ini menggunakan rumus koefisien determinasi pada persamaan (2.11) dengan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R^2 &= 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \\
 &= 1 - \frac{0,30912133}{3,58219929} \\
 &= 1 - 0,086293729 \\
 &= 0,9137
 \end{aligned}
 \tag{4.5}$$

Berdasarkan hasil koefisien determinasi (R^2) di atas yaitu sebesar 0,9137 atau 91,37% dengan artian bahwa bahwa model regresi nonparametrik *penalized spline* mendekati dengan model data sebenarnya atau dengan kata lain hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang menjelaskannya memiliki hubungan yang sangat kuat. Oleh karena itu model regresi nonparametrik *penalized spline* untuk memodelkan data inflasi di Indonesia dikatakan sangat akurat.

4.2.2 Interpretasi Model

Berdasarkan hasil koefisien determinasi pada persamaan (4.5), model regresi nonparametrik *penalized spline* terbaik yang diperoleh dapat menjelaskan bahwa variabel suku bunga SBI, kurs Rupiah-Dollar, dan jumlah uang beredar secara bersama-sama berpengaruh terhadap tingkat variabel inflasi yaitu sebesar 91,37 % dan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain. Kemudian model terbaik yang telah diperoleh pada persamaan (4.4) akan dilakukan interpretasi untuk setiap

variabel prediktor terhadap variabel respon. Adapun bentuk model estimasi setiap fungsi regresi pada variabel prediktor dapat ditulis ke dalam bentuk sebagai berikut:

1. Interpretasi hubungan antara suku bunga SBI (X_1) dengan inflasi (Y)

Tabel 4.3 Bentuk Estimasi Fungsi untuk $\hat{f}_1(X_1)$

| No. | Nilai Suku Bunga SBI (X_1) | $\hat{f}_1(X_1)$ |
|-----|--------------------------------|---|
| 1. | $X_1 < 0,3333$ | $-0,2872 + 0,5537X_1 - 1,9182X_1^2 + 1,3696X_1^3$ |
| 2. | $0,3333 \leq X_1 < 0,6667$ | $-0,2872 + 0,5537X_1 - 1,9182X_1^2 + 1,3696X_1^3 - 5,369 \times 10^{-7}(X_1 - 0,3333)^3$ |
| 3. | $X_1 \geq 0,6667$ | $-0,2872 + 0,5537X_1 - 1,9182X_1^2 + 1,3696X_1^3 - 5,369 \times 10^{-7}(X_1 - 0,3333)^3 - 4,891 \times 10^{-7}(X_1 - 0,6667)_+^3$ |

Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh bahwa apabila variabel kurs Rupiah-Dollar (X_2) dan jumlah uang beredar (X_3) dianggap konstan atau tetap, maka pengaruh suku bunga SBI (X_1) terhadap tingkat inflasi (Y) yaitu ketika nilai suku bunga SBI kurang dari 0,3333 maka inflasi cenderung mengalami peningkatan pada orde 1 sebesar 0,5537, kemudian mengalami penurunan pada orde 2 sebesar 1,9182 dan mengalami peningkatan kembali pada orde 3 sebesar 1,3696. Ketika nilai suku bunga SBI berada pada interval 0,3333 hingga 0,6667, inflasi mengalami penurunan sebesar $5,369 \times 10^{-7}$. Ketika nilai suku bunga SBI lebih dari 0,6667, inflasi kembali mengalami penurunan sebesar $4,891 \times 10^{-7}$.

2. Interpretasi hubungan antara kurs Rupiah-Dollar (X_2) dengan inflasi (Y)

Tabel 4.4 Bentuk Estimasi Fungsi untuk $\hat{f}_2(X_2)$

| No. | Nilai Kurs Rupiah-Dollar (X_2) | $\hat{f}_2(X_2)$ |
|-----|------------------------------------|---|
| 1. | $X_2 < 0,2831$ | $0,2015 + 0,7889X_2 - 5,2383X_2^2 + 13,1512X_2^3 - 8,7395X_2^4$ |
| 2. | $X_2 \geq 0,2831$ | $0,2015 + 0,7889X_2 - 5,2383X_2^2 + 13,1512X_2^3 - 8,7395X_2^4 + 7,4132 \times 10^{-8}(X_2 - 0,2831)_+^4$ |

Berdasarkan Tabel 4.4 diperoleh bahwa apabila variabel suku bunga SBI (X_1) dan jumlah uang beredar (X_3) dianggap konstan atau tetap, maka pengaruh kurs Rupiah-Dollar (X_2) terhadap tingkat inflasi (Y) yaitu ketika nilai kurs Rupiah-Dollar kurang dari 0,2831 maka inflasi cenderung mengalami peningkatan pada orde 1 sebesar 0,7889, mengalami penurunan pada orde 2 sebesar 5,2383, mengalami peningkatan pada orde 3 sebesar 13,1512, dan mengalami penurunan pada orde 4 sebesar 8,7395. Ketika nilai kurs Rupiah-Dollar lebih dari 0,2831 maka inflasi mengalami peningkatan sebesar $7,4132 \times 10^{-8}$.

3. Interpretasi hubungan antara jumlah uang beredar (X_3) dengan inflasi (Y)

Tabel 4.5 Bentuk Estimasi Fungsi untuk $\hat{f}_3(X_3)$

| No. | Nilai Jumlah Uang Beredar (X_3) | $\hat{f}_3(X_3)$ |
|-----|-------------------------------------|---|
| 1. | $X_3 < 0,1275$ | $0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2$ |
| 2. | $0,1275 \leq X_3 < 0,2705$ | $0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2 + 0,4875(X_3 - 0,1275)^2$ |
| 3. | $0,2705 \leq X_3 < 0,4067$ | $0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2 + 0,4875(X_3 - 0,1275)^2 + 41,2352(X_3 - 0,2705)^2$ |
| 4. | $0,4067 \leq X_3 < 0,5537$ | $0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2 + 0,4875(X_3 - 0,1275)^2 + 41,2352(X_3 - 0,2705)^2 - 37,1177(X_3 - 0,4067)^2$ |
| 5. | $0,5537 \leq X_3 < 0,7672$ | $0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2 + 0,4875(X_3 - 0,1275)^2 + 41,2352(X_3 - 0,2705)^2 - 37,1177(X_3 - 0,4067)^2 + 23,2111(X_3 - 0,5537)^2$ |

| | | |
|----|-------------------|---|
| 6. | $X_3 \geq 0,7672$ | $0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2 +$ $0,4875(X_3 - 0,1275)^2 + 41,2352$ $(X_3 - 0,2705)^2 - 37,1177(X_3 - 0,4067)^2$ $+ 23,2111(X_3 - 0,5537)^2 - 26,0922$ $(X_3 - 0,7672)_+^2$ |
|----|-------------------|---|

Berdasarkan Tabel 4.5 diperoleh bahwa apabila variabel suku bunga SBI (X_1) dan kurs Rupiah-Dollar (X_2) dianggap konstan atau tetap, maka pengaruh jumlah uang beredar (X_3) terhadap tingkat inflasi (Y) yaitu ketika nilai jumlah uang beredar kurang dari 0,1275 maka inflasi cenderung mengalami peningkatan pada orde 1 sebesar 3,6045 dan mengalami penurunan pada orde 2 sebesar 15,683. Ketika nilai jumlah uang beredar berada pada interval 0,1275 hingga 0,2705, inflasi mengalami peningkatan sebesar 0,4875. Ketika nilai jumlah uang beredar berada pada interval 0,2705 hingga 0,4067, inflasi kembali mengalami peningkatan sebesar 41,2352. Ketika nilai jumlah uang beredar berada pada interval 0,4067 hingga 0,5537, inflasi mengalami penurunan sebesar 37,1177. Ketika nilai jumlah uang beredar berada pada interval 0,5537 hingga 0,7672 kembali mengalami peningkatan sebesar 23,2111. Ketika nilai jumlah uang beredar lebih dari 0,7672 inflasi mengalami penurunan sebesar 26,0922.

Setelah mengetahui bentuk estimasi untuk setiap fungsi variabel prediktor dengan ketentuannya, selanjutnya dapat dilakukan contoh perhitungan prediksi. Nilai-nilai variabel prediktor yang akan dicobakan untuk dilakukan contoh perhitungan prediksi inflasi yaitu diambil dari data asli pada penelitian ini untuk periode Februari 2020. Berikut ini nilai-nilai variabel prediktor asli untuk suku bunga SBI, kurs, dan jumlah uang beredar:

Tabel 4.6 Contoh Nilai Variabel Prediktor Asli

| Nilai Suku Bunga SBI (X_1) | Nilai Kurs Rupiah- Dollar (X_2) | Nilai Jumlah Uang Beredar (X_3) |
|--|---|---|
| 4,75 % | Rp. 13776,15 | 6116495 Milyar Rupiah |

Berdasarkan nilai variabel prediktor asli pada Tabel 4.6, semua nilai memiliki satuan yang berbeda sehingga perlu dilakukan proses *rescaling* menggunakan persamaan (2.12). Proses *rescaling* tersebut membutuhkan nilai maksimum dan minimum dari keseluruhan setiap variabel prediktor. Nilai maksimum dan minimum dari keseluruhan setiap variabel prediktor dapat dilihat pada Tabel 4.1. Hasil *rescaling* dari nilai prediktor pada Tabel 4.6 menggunakan bantuan *software* Excel diperoleh nilai sebagai berikut:

Tabel 4.7 Nilai *Rescaling* Variabel Prediktor untuk Prediksi

| Nilai Suku Bunga SBI (X_1) | Nilai Kurs Rupiah- Dollar (X_2) | Nilai Jumlah Uang Beredar (X_3) |
|--|---|---|
| 0,5 | 0,0206 | 0,1635 |

Berdasarkan nilai pada Tabel 4.7 sehingga bentuk model estimasi setiap fungsi variabel prediktor adalah sebagai berikut:

1. Bentuk model estimasi $\hat{f}_1(X_1)$

Apabila nilai X_1 yang diketahui sebesar 0,5 maka bentuk model estimasi yang digunakan untuk mengetahui nilai $\hat{f}_1(X_1)$ yaitu menggunakan model estimasi pada Tabel 4.3 No.2. Kemudian dengan mensubstitusikan nilai X_1 ke dalam model estimasinya maka diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \hat{f}_1(0,5) &= -0,2872 + 0,5537(0,5) - 1,9182(0,5)^2 + 1,3696(0,5)^3 - \\
 &\quad 5,369 \times 10^{-7} (0,5 - 0,3333)^3 \\
 &= -0,3287
 \end{aligned} \tag{4.6}$$

2. Bentuk model estimasi $\hat{f}_2(X_2)$

Apabila nilai X_2 yang diketahui sebesar 0,0206 maka bentuk model estimasi yang digunakan untuk mengetahui nilai $\hat{f}_2(X_2)$ yaitu menggunakan model estimasi pada Tabel 4.4 No.1. Kemudian dengan mensubstitusikan nilai X_2 ke dalam model estimasinya maka diperoleh:

$$\begin{aligned}\hat{f}_2(0,0206) &= 0,2015 + 0,7889(0,0206) - 5,2383(0,0206)^2 + \\ &\quad 13,1512(0,0206)^3 - 8,7395(0,0206)^4 \\ &= 0,2156\end{aligned}\tag{4.7}$$

3. Bentuk model estimasi $\hat{f}_3(X_3)$

Apabila nilai X_3 yang diketahui sebesar 0,1635 maka bentuk model estimasi yang digunakan untuk mengetahui nilai $\hat{f}_3(X_3)$ yaitu menggunakan model estimasi pada Tabel 4.5 No.2. Kemudian dengan mensubstitusikan nilai X_3 ke dalam model estimasinya maka diperoleh:

$$\begin{aligned}\hat{f}_3(0,1635) &= 0,3089 + 3,6045(0,1635) - 15,683(0,1635)^2 + 0,4875 \\ &\quad (0,1635 - 0,1275)^2 + 41,2352(0,1635 - 0,1275)^2 \\ &= 0,47963\end{aligned}\tag{4.8}$$

Kemudian dengan menjumlahkan hasil nilai dari persamaan (4.6), (4.7), dan (4.8) berdasarkan masing-masing estimasi fungsinya, sehingga diperoleh hasil berikut

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= \sum_{j=1}^3 \hat{f}_j(X_j) \\ &= \hat{f}_1(X_1) + \hat{f}_2(X_2) + \hat{f}_3(X_3) \\ &= \hat{f}_1(0,5) + \hat{f}_2(0,0206) + \hat{f}_3(0,1635) \\ &= (-0,3287) + 0,2156 + 0,47963 \\ &= 0,3666\end{aligned}\tag{4.9}$$

Dengan demikian apabila diketahui nilai hasil *rescaling* untuk suku bunga sebesar 0,5, nilai kurs Rupiah-Dollar sebesar 0,0206, dan nilai jumlah uang beredar sebesar 0,1635 maka diperoleh nilai prediksi inflasi yaitu sebesar 0,3666.

4.3 Kebijakan Ekonomi Islam dalam Mengatasi Inflasi

Permasalahan inflasi merupakan suatu kondisi yang memerlukan kebijakan khusus untuk menanganinya agar inflasi yang tinggi dapat dikendalikan. Adanya permasalahan inflasi dapat mengganggu stabilitas perekonomian suatu negara. Pada kasus permasalahan inflasi, di zaman Rasulullah pernah terjadi akibat persediaan barang yang berkurang dikarenakan kekeringan dan peperangan sehingga. Selain karena persediaan barang yang berkurang, menurut Al-Maqrizi (1364 M-1441 M) seorang ekonom islam menyebutkan bahwa inflasi dapat diakibatkan oleh kesalahan manusia. Beberapa kesalahan tersebut diantaranya yaitu, adanya korupsi, pajak yang berlebihan serta percetakan uang yang banyak. Oleh karena itu, terdapat beberapa kebijakan dalam mengatasi inflasi berdasarkan perspektif ekonomi islam diantaranya (Mulyani, 2020):

1. Uang Dicetak dengan Jumlah yang Rendah

Seorang ekonom islam yaitu Al-Maqrizi menyatakan sebaiknya uang dicetak rendah dengan tingkat minimal yang dibutuhkan untuk melakukan transaksi dan dalam pecahan yang memiliki nilai nominal kecil.

2. Menerapkan Strategi *Dues Idle Fund* (Pajak Terhadap Dana Menganggur)

Strategi ini merupakan instrumen kebijakan Moneter Islam yang dilakukan Bank Indonesia, yaitu Giro Wajib Minimum (GWM) pada BI yang besarnya ditetapkan oleh BI berdasarkan presentase tertentu dari dana pihak ketiga. Dana pihak ketiga adalah berbentuk giro wadiah, tabungan mudharabah, deposito investasi mudharabah, sertifikat investasi mudharabah antarbank syariah (Sertifikat IMA), dan Sertifikat Wadi'ah Bank Indonesia (SWBI).

3. Menerapkan Kebijakan Fiskal

Kebijakan fiskal di Baitul Mal memberikan dampak positif pada investasi, penawaran agregat, memberikan dampak pada tingkat inflasi dan pertumbuhan ekonomi. Dampak tersebut berupa akan sangat jarang sekali terjadi defisit APBN. Hal tersebut karena pengeluaran hanya boleh dilakukan jika ada penerimaan. Besarnya *rate kharaj* ditentukan oleh produktivitas lahan bukan pada zona dan perhitungan zakat perdagangan berdasarkan besarnya keuntungan bukan pada harga jual.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil pembahasan pada penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model regresi nonparametrik *penalized spline* pada faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia adalah:

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= \sum_{j=1}^3 \hat{f}_j(X_j) \\ &= \hat{f}_1(X_1) + \hat{f}_2(X_2) + \hat{f}_3(X_3) \\ &= -0,2872 + 0,5537X_1 - 1,9182X_1^2 + 1,3696X_1^3 - 5,369 \times 10^{-7} \\ &\quad (X_1 - 0,3333)^3 - 4,8914 \times 10^{-7} (X_1 - 0,6667)_+^3 + 0,2015 + 0,7889X_2 - \\ &\quad 5,2383X_2^2 + 13,1512X_2^3 - 8,7395X_2^4 + 7,4132 \times 10^{-8} (X_2 - 0,2831)_+^4 + \\ &\quad 0,3089 + 3,6045X_3 - 15,683X_3^2 + 0,4875(X_3 - 0,1275)^2 + \\ &\quad 41,2352(X_3 - 0,2705)^2 - 37,1177(X_3 - 0,4067)^2 + \\ &\quad 23,2111(X_3 - 0,5537)^2 - 26,0922(X_3 - 0,7672)_+^2\end{aligned}$$

2. Hasil keakuratan model regresi nonparametrik *penalized spline* untuk memodelkan inflasi di Indonesia berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu sebesar 0,9137 atau 91,37%. Hasil dari koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa model regresi nonparametrik *penalized spline* dapat menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia dengan sangat akurat.

5.2 Saran

Pada penelitian ini menggunakan regresi nonparametrik *penalized spline* untuk memodelkan data inflasi di Indonesia. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan regresi nonparametrik dengan metode lain seperti Deret Fourier untuk dibandingkan akurasi modelnya serta dapat menggunakan data ekonomi lain yang berpengaruh terhadap inflasi di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, P. W. P., Suwena, K. R., & Sujana, I. N. (2017). Pengaruh Tingkat Inflasi, Suku Bunga Dan Kurs Valuta Asing Terhadap Return Saham Pada Perusahaan Property and Real Estate Di Bursa Efek Indonesia Periode 2012-2016. *Jurnal Pendidikan Ekonomi Undiksha*, 9(2), 267–278. <https://doi.org/10.23887/jjpe.v9i2.20055>
- Afa, I. B., Suparti, S., & Rahmawati, R. (2018). Pemodelan Indeks Harga Saham Gabungan Menggunakan Regresi Spline Multivariabel. *Jurnal Gaussian*. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/26659>
- Agustina, N., Suparti, & Abdul Mukid, M. (2015). Pemodelan Data Indeks Harga Saham Gabungan Menggunakan Regresi Penalized Spline. *Jurnal Gaussian*, 4(3), 603–612.
- Aprileven, P. harda. (2015). Pengaruh Faktor Ekonomi Terhadap Inflasi Yang Dimediasi Oleh Jumlah Uang Beredar. *Economics Development Analysis Journal*, 4(1), 32–41.
- Apriliawan, D., Tarno, & Hasbi, Y. (2013). Pemodelan Laju Inflasi Di Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Regresi Data Panel. *Jurnal Gaussian*, 2(4), 301–321.
- Ariesta, D., Gusriani, N., & Parmikanti, K. (2021). Estimasi Parameter Model Regresi Nonparametrik B-Splin E Pada Angka Kematian Maternal. *Jurnal Matematika UNAND*, 10(3), 342–354. <https://doi.org/10.25077/jmu.10.3.342-354.2021>
- Az-Zuhaili, W. (2013). *Tafsir Munir: Akidah-Syariah-Manhaj* (Jilid 2). Jakarta: Gema Insani.
- Az-Zuhaili, W. (2016). *Tafsir Munir: Akidah-Syariah-Manhaj* (Jilid 3). Jakarta: Gema Insani.
- Aziz, A. (2010). *Ekonometrika Teori & Praktik Eksperimen dengan MATLAB*. Malang: UIN Maliki Press.
- Bank Indonesia. (2022). *Inlasi IHK (yoy)*. <https://bi.go.id/id/default.aspx>
- Dani, A. T. R., & Adrianingsih, N. Y. (2021). Pemodelan Regresi Nonparametrik dengan Estimator Spline Truncated vs Deret Fourier. *Jambura Journal of Mathematics*. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjom/article/view/7713>
- Eubank, Randall L. (1999). *Non Parametric Regression and Spline Smoothing* (2 ed.). New York: Marcel Dekker.
- Fadhilah, K. N., Suparti, S., & Tarno, T. (2016). Pemodelan Regresi Spline Truncated Untuk Data Longitudinal. *Jurnal Gaussian*. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/14699>
- Goffar, A. (2016). Manajemen Dalam Islam (Perspektif Al- Qur'an Dan Hadits). *Jurnal Pendidikan dan Keislaman*, 3(1), 35–58.

- Griggs, W. (2013). *Penalized Spline Regression and its Applications*. WangshingtonD.C:WhitmanCollege.<https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2005.09.003>
- Hariyanto, M. (2019). Perspektif Inflasi Dalam Ekonomi Islam. *Al-Mizan : Jurnal Ekonomi Syariah*, 2(2), 79–95. <http://ejournal.anadwah.ac.id/index.php/almizan/article/view/112>
- Kalalo, H. Y. ., Rotinsulu, T. O., & Maramis, M. T. . (2016). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Inflasi di Indonesia Periode 2000-2014. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 16(1), 706–717.
- Kementrian Agama RI. (2012). *Al-Qur'an dan Terjemahan untuk Wanita*. Jakarta: Wali Oasis Terrace Recident.
- Kurniasari, W., Kusnandar, D., & Sulistianingsih, E. (2019). Estimasi Parameter Regresi Spline Dengan Metode Penalized Spline. *Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 8(2), 175–184. <https://doi.org/10.26418/bbimst.v8i2.31532>
- Kurniawan, D. (2008). *Regresi Linier*. Vienna:R-Foundation for Statistical Computing.
- Mulyani, R. (2020). Inflasi dan Cara Mengatasinya dalam Islam. *Jurnal Studi Islam dan Sosial*, 1(2), 267–278. <https://lisyabab-staimas-ejournal.id/lisyabab/article/view/47>
- Ningsih, D., & Andiny, P. (2018). Analisis Pengaruh Inflasi Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Tingkat Kemiskinan Di Indonesia. *Jurnal Samudra Ekonomika*, 2(1), 53–61. <https://doi.org/10.30998/jabe.v7i2.7653>
- Panjaitan, M. N. Y., & Wardoyo. (2016). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Inflasi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Bisnis*, 21(3), 182–193. <https://doi.org/10.24036/ecosains.11065357.00>
- Permana, I., & Salisah, F. N. (2022). The Effect of Data Normalization on the Performance of the Classification Results of the Backpropagation Algorithm. *IJRSE*, 2(1), 67–72.
- Rizaldy, D. Z. (2017). Pengaruh Harga Komoditas Pangan Terhadap Inflasi Di Kota Malang Tahun 2011-2016. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 15(2), 171–183. <https://doi.org/10.22219/jep.v15i2.5363>
- Ruppert, D. (2002). Selecting the Number of Knots for Penalized Splines. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 11(4), 735–757. <https://doi.org/10.1198/106186002853>
- Ruppert, D., Wand, M. P., & Carroll, R. J. (2003). *Semiparametric Regression (Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics)*. New York: Cambridge University

- Sari, N. I. (2013). Faktor – Faktor Ekonomi Yang Mempengaruhi Inflasi Di Jawa Timur Faktor – Faktor Ekonomi Yang Mempengaruhi Inflasi Di Jawa Timur. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JUPE)*, 1(1), 1–20.
- Siregar, S. (2014). Politik Ekonomi Islam Dalam Pengendalian Inflasi. *Human Falah*, 1(2), 1-23.
- Suparti. (2013). Analisis Data Inflasi Di Indonesia Menggunakan Model Regresi Spline. *Media Statistika*, 6(1), 1–9.
- Susmiati, Giri, N. P. R., & Senimantara, N. (2021). Pengaruh Jumlah Uang Beredar dan Nilai Tukar Rupiah (Kurs) Terhadap Tingkat Inflasi di Indonesia Tahun 2011-2018. *Warmadewa Economic Development Journal (WEDJ)*, 4(2), 68–74. <https://doi.org/10.22225/wedj.4.2.2021.68-74>
- Suyono. (2015). *Analisis Regresi untuk Penelitian* (Edisi 1). Yogyakarta:Deepublish.
- Wangsih, G., Suparti, & Sudarno. (2022). Pemodelan Kurs Dollar Amerika Serikat Terhadap Rupiah Menggunakan Regresi Penalized Spline Dilengkapi Gui R. *Jurnal Gaussian*, 11(2), 218–227. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v11i2.35469>
- Wu, H., & Zhang, J.-T. (2006). *Nonparametric Regression Methods for Longitudinal Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/0470009675.ch7>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Inflasi dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi

| Bulan & Tahun | Inflasi (Y) | Suku Bunga (X1) | Kurs (X2) | JUB (X3) |
|--------------------------|--------------------|------------------------|------------------|-----------------|
| Jan-19 | 2.82 | 6.00 | 14163.14 | 5644985.00 |
| Feb-19 | 2.57 | 6.00 | 14035.21 | 5670778.00 |
| Mar-19 | 2.48 | 6.00 | 14211.00 | 5747247.00 |
| Apr-19 | 2.83 | 6.00 | 14142.58 | 5746732.00 |
| May-19 | 3.32 | 6.00 | 14392.81 | 5860509.00 |
| Jun-19 | 3.28 | 6.00 | 14226.53 | 5908509.00 |
| Jul-19 | 3.32 | 5.75 | 14043.91 | 5941133.00 |
| Aug-19 | 3.49 | 5.50 | 14242.05 | 5934562.00 |
| Sep-19 | 3.39 | 5.25 | 14111.10 | 6134178.00 |
| Oct-19 | 3.13 | 5.00 | 14117.57 | 6026908.00 |
| Nov-19 | 3.00 | 5.00 | 14068.72 | 6074377.00 |
| Dec-19 | 2.72 | 5.00 | 14017.45 | 6136552.00 |
| Jan-20 | 2.68 | 5.00 | 13732.23 | 6046651.00 |
| Feb-20 | 2.98 | 4.75 | 13776.15 | 6116495.00 |
| Mar-20 | 2.96 | 4.50 | 15194.57 | 6440457.39 |
| Apr-20 | 2.67 | 4.50 | 15867.43 | 6238267.00 |
| May-20 | 2.19 | 4.50 | 14906.19 | 6468193.50 |
| Jun-20 | 1.96 | 4.25 | 14195.96 | 6393743.80 |
| Jul-20 | 1.54 | 4.00 | 14582.41 | 6567725.02 |
| Aug-20 | 1.32 | 4.00 | 14724.50 | 6726135.25 |
| Sep-20 | 1.42 | 4.00 | 14847.96 | 6748574.03 |
| Oct-20 | 1.44 | 4.00 | 14749.14 | 6780844.54 |
| Nov-20 | 1.59 | 3.75 | 14236.81 | 6817456.68 |
| Dec-20 | 1.68 | 3.75 | 14173.09 | 6900049.49 |
| Jan-21 | 1.55 | 3.75 | 14061.90 | 6767407.65 |
| Feb-21 | 1.38 | 3.50 | 14042.10 | 6817787.91 |
| Mar-21 | 1.37 | 3.50 | 14417.39 | 6895564.12 |
| Apr-21 | 1.42 | 3.50 | 14558.18 | 6964386.49 |
| May-21 | 1.68 | 3.50 | 14323.19 | 7004093.08 |
| Jun-21 | 1.33 | 3.50 | 14338.23 | 7130061.42 |
| Jul-21 | 1.52 | 3.50 | 14511.19 | 7160560.33 |
| Aug-21 | 1.59 | 3.50 | 14397.70 | 7211500.72 |
| Sep-21 | 1.60 | 3.50 | 14256.96 | 7300920.64 |
| Oct-21 | 1.66 | 3.50 | 14198.45 | 7491704.38 |

| Bulan & Tahun | Inflasi (Y) | Suku Bunga (X1) | Kurs (X2) | JUB (X3) |
|--------------------------|--------------------|------------------------|------------------|-----------------|
| Nov-21 | 1.75 | 3.50 | 14263.50 | 7573319.90 |
| Dec-21 | 1.87 | 3.50 | 14328.92 | 7870452.85 |
| Jan-22 | 2.18 | 3.50 | 14335.24 | 7646789.19 |
| Feb-22 | 2.06 | 3.50 | 14351.06 | 7690134.50 |
| Mar-22 | 2.64 | 3.50 | 14348.64 | 7810949.32 |
| Apr-22 | 3.47 | 3.50 | 14368.74 | 7911484.49 |
| May-22 | 3.55 | 3.50 | 14608.00 | 7854186.71 |
| Jun-22 | 4.35 | 3.50 | 14688.57 | 7890747.01 |
| Jul-22 | 4.94 | 3.50 | 14984.38 | 7845551.91 |
| Aug-22 | 4.69 | 3.75 | 14850.64 | 7897628.21 |
| Sep-22 | 5.95 | 4.25 | 14971.77 | 7962693.36 |
| Oct-22 | 5.71 | 4.75 | 15417.48 | 8223055.02 |
| Nov-22 | 5.42 | 5.25 | 15658.73 | 8297349.51 |
| Dec-22 | 5.51 | 5.50 | 15615.00 | 8528022.31 |

Lampiran 2. Data Setelah Dilakukan *Rescaling*

| Inflasi (Y) | Suku Bunga (X1) | Kurs (X2) | JUB (X3) |
|--------------------|------------------------|------------------|-----------------|
| 0,323974082 | 1 | 0,201812477 | 0 |
| 0,269978402 | 1 | 0,141897714 | 0,008946468 |
| 0,250539957 | 1 | 0,224227239 | 0,035470231 |
| 0,326133909 | 1 | 0,192183402 | 0,0352916 |
| 0,431965443 | 1 | 0,309376171 | 0,074755883 |
| 0,423326134 | 1 | 0,231500562 | 0,091404991 |
| 0,431965443 | 0,9 | 0,145972274 | 0,102720835 |
| 0,468682505 | 0,8 | 0,238769202 | 0,100441642 |
| 0,447084233 | 0,7 | 0,177440052 | 0,169679733 |
| 0,390928726 | 0,6 | 0,180470214 | 0,132472444 |
| 0,362850972 | 0,6 | 0,157591795 | 0,148937372 |
| 0,30237581 | 0,6 | 0,133579993 | 0,17050317 |
| 0,293736501 | 0,6 | 0 | 0,139320431 |
| 0,358531317 | 0,5 | 0,020569502 | 0,163546271 |
| 0,354211663 | 0,4 | 0,684872611 | 0,275914705 |
| 0,291576674 | 0,4 | 1 | 0,205783671 |
| 0,187904968 | 0,4 | 0,549812664 | 0,285535153 |
| 0,138228942 | 0,3 | 0,217183402 | 0,259711797 |
| 0,047516199 | 0,2 | 0,398173473 | 0,3200583 |

| | | | |
|-------------|-----|-------------|-------------|
| 0 | 0,2 | 0,464719933 | 0,375003905 |
| 0,021598272 | 0,2 | 0,522541214 | 0,38278694 |
| 0,025917927 | 0,2 | 0,476259835 | 0,393980174 |
| 0,058315335 | 0,1 | 0,236315099 | 0,406679329 |
| 0,07775378 | 0,1 | 0,206472462 | 0,435327176 |
| 0,049676026 | 0,1 | 0,154397714 | 0,389319502 |
| 0,012958963 | 0 | 0,145124578 | 0,406794219 |
| 0,010799136 | 0 | 0,320887973 | 0,433771396 |
| 0,021598272 | 0 | 0,38682559 | 0,457642877 |
| 0,07775378 | 0 | 0,276770326 | 0,471415363 |
| 0,002159827 | 0 | 0,283814163 | 0,51510829 |
| 0,043196544 | 0 | 0,364818284 | 0,525687033 |
| 0,058315335 | 0 | 0,311666354 | 0,543356034 |
| 0,060475162 | 0 | 0,245752154 | 0,574371908 |
| 0,073434125 | 0 | 0,218349569 | 0,640546473 |
| 0,09287257 | 0 | 0,248815099 | 0,66885534 |
| 0,118790497 | 0 | 0,279453915 | 0,771917811 |
| 0,18574514 | 0 | 0,282413825 | 0,694338635 |
| 0,159827214 | 0 | 0,289822967 | 0,709373234 |
| 0,285097192 | 0 | 0,288689584 | 0,75127863 |
| 0,464362851 | 0 | 0,298103222 | 0,786149899 |
| 0,481641469 | 0 | 0,410158299 | 0,766275796 |
| 0,654427646 | 0 | 0,447892469 | 0,778956971 |
| 0,781857451 | 0 | 0,586432184 | 0,76328076 |
| 0,727861771 | 0,1 | 0,523796366 | 0,781343759 |
| 1 | 0,3 | 0,580526414 | 0,803912024 |
| 0,948164147 | 0,5 | 0,789270326 | 0,894220138 |
| 0,885529158 | 0,7 | 0,9022574 | 0,919989658 |
| 0,904967603 | 0,8 | 0,881776883 | 1 |

Lampiran 3. Program Mencari Nilai Optimal dengan *Software R*

```
#Input Data
library(readxl)
data<-read_excel("D:/KULIAH/Mata kuliah semester 8/SKRIPSI/SEMHAS/Data
Penelitian/data1.xlsx")
data <- apply(data, 2, as.numeric)
x<-data[-49,-1]
y<-data[-49,1]
x <- apply(x, 2, as.numeric)
y <- as.numeric(y)
#Menghitung invers dengan Singular Value Decomposition
```

```

ginverse<-function(x,eps=1e-016)
{
  x<-as.matrix(x)
  xsvd<-svd(x,nrow(x),ncol(x))
  diago<-xsvd$d[xsvd$d>eps]
  if(length(diago)==1)
  {
    xplus<-as.matrix(xsvd$v[,1])%*%t(as.matrix(xsvd$u[,1])/diago)
  }
  else
  {
    xplus<-
      xsvd$v[,1:length(diago)]%*%diag(1/diago)%*%t(xsvd$u[,1:length(diago)])
  }
  return(xplus)
}
#Quantil dari variabel prediktor sebagai calon titik knot
quant<-function(pred,P)
{
  r<-quantile(pred,seq(0,1,by=1/P))
  return(r)
}
#Fungsi truncated
trun<-function(pred,k,m)
{
  pred[pred<k]<-k
  b<-(pred-k)^m
  return(b)
}
#Membentuk matriks X
matrikx<-function(pred,m,k)
{
  A<-as.matrix(x)
  predbaru<-unique(pred)
  n<-length(pred)
  w<-quant(predbaru,k+1)
  z1<-matrix(0,n,m+1)
  for(i in 1:(m+1))
  {
    z1[,i]<-pred^(i-1)
  }
  z2<-matrix(0,n,k)
  for(j in 1:k)
  {
    z2[,j]<-trun(pred,w[j+1],m)
  }
  x<-cbind(z1,z2)
  return(x)
}

```

```

}
#Membentuk matrix D
matrikd<-function(m,k)
{
  d1<-matrix(0,m+1,m+k+1)
  d2<-matrix(0,k,m+1)
  d3<-diag(k)
  d4<-cbind(d2,d3)
  d<-rbind(d1,d4)
  return(d)
}
#Matriks Beta
beta<-function(respon,pred,m,k,lam)
{
  n<-length(respon)
  y<-as.vector(respon)
  x<-matrikx(pred,m,k)
  d<-matrikd(m,k)
  b1<-(t(x)%*%x)+(n*lam*d)
  b2<-ginverse(b1)
  beta<-b2%*%t(x)%*%y
  print(beta)
  return(beta)
}
#Fungsi Y Prediksi
fawal<-function(respon,pred,m,k,lam)
{
  n<-length(respon)
  y<-as.vector(respon)
  x<-matrikx(pred,m,k)
  d<-matrikd(m,k)
  b1<-(t(x)%*%x)+(n*lam*d)
  b2<-ginverse(b1)
  beta<-b2%*%t(x)%*%y
  Hlam<-x%*%b2%*%t(x)
  fawal<-x%*%beta
  return(fawal)
}
#H Lambda
Hlam<-function(respon,pred,m,k,lambda)
{
  n<-length(respon)
  y<-as.vector(respon)
  h<-lambda
  x<-matrikx(pred,m,k)
  d<-matrikd(m,k)
  f1<-(t(x)%*%x)+(n*h*d)
  f2<-ginverse(f1)

```

```

beta<-f2% **t(x)% **y
Hlambda<-x% **f2% **t(x)
return(Hlambda)
}
#Menghitung GCV
gcv<-function(respon,pred,m,k,lam)
{
  n<-length(respon)
  y<-as.vector(respon)
  x<-matrikx(pred,m,k)
  d<-matrikd(m,k)
  b1<-(t(x)% **x)+(n*lam*d)
  b2<-ginverse(b1)
  beta<-b2% **t(x)% **y
  Hlam<-x% **b2% **t(x)
  fawal<-x% **beta
  MSE<-(t(y-fawal)% **(y-fawal))/n
  GCV<-MSE/(1-((1/n)*sum(diag(Hlam))))^2
  nilai<-cbind(GCV,MSE)
  return(nilai)
}
#Untuk mencari Lambda optimal
carilambda<-function(respon,pred,m,k,bb,ba,ic)
{
  y<-as.vector(respon)
  n<-length(respon)
  x<-matrikx(pred,m,k)
  d<-matrikd(m,k)
  w<-quant(x,k+1)
  z1<-matrix(0,n,m+1)
  for(a in 1:k)
  {
    cat("titik knot[" ,a, "]=",w[a+1],"\n")
  }
  lambda<-seq(bb,ba,ic)
  nk<-length(lambda)
  GCV<-rep(0,nk)
  MSE<-rep(0,nk)
  for(i in 1:nk)
  {
    b1<-(t(x)% **x)+(n*lambda[i]*d)
    b2<-ginverse(b1)
    betatopi<-b2% **t(x)% **y
    aps<-x% **b2% **t(x)
    ytopi<-x% **betatopi
    MSE<-(t(y-ytopi)% **(y-ytopi))/n
    GCV[i]<-MSE/(1-((1/n)*sum(diag(aps))))^2
  }
}

```

```

s<-matrix(c(lambda,GCV),length(lambda),2)
GCVmin<-min(GCV)
lambdaopt<-s[s[,2]==min(GCV),1]
plot(lambda,GCV,type="l")
c<-cbind(lambdaopt,GCVmin)
return(c)
}
#Untuk mencari Orde, Jumlah Knot dan Lambda Optimal
carioptimal<-function(respon,pred)
{
bb<-as.numeric(readline("Masukkan batas bawah lambda:"))
ba<-as.numeric(readline("Masukkan batas atas lambda:"))
ic<-as.numeric(readline("Masukkan nilai increment lambda:"))
n<-length(respon)
y<-as.vector(respon)
x<-as.vector(pred)
i<-1
repeat
{
k<-2
repeat
{
hasil1<-carilambda(y,x,i,1,bb,ba,ic)
lambda1<-hasil1[,1]
gcv1<-hasil1[,2]
m1<-matrix(0,1,4)
m1[1,]<-c(i,1,lambda1,gcv1)
m2<-matrix(0,(k-1),4)
for(n in 1:(k-1))
{
hasil2<-carilambda(y,x,i,n+1,bb,ba,ic)
lambda<-hasil2[,1]
gcv<-hasil2[,2]
m2[n,]<-c(i,n+1,lambda,gcv)
}
m3<-rbind(m1,m2)
m4<-matrix(0,1,4)
if(m3[k,4]<m3[k-1,4])
{
m4[1,]<-m3[k,]
}
else
{
m4[1,]<-m3[k-1,]
}
if(m3[k,4]>(m3[k-1,4]))break
k<-k+1
}
}
}

```



```

if(i==1)
{
  mgcv<-m4[,4]
  mgcvlama<-mgcv
}
else
{
  mgcv<-m4[,4]
  if(mgcv>mgcvlama)break
  mgcvlama<-mgcv
}
i<-i+1
mopt<-m4
}
return(mopt)
}
#Estimasi Parameter PSpline
pspline.satu<-function(respon,predictor)
{
  Y<-as.vector(respon)
  X<-as.vector(predictor)
  n<-length(Y)
  optimal<-carioptimal(Y,X)
  m<-optimal[,1]
  k<-optimal[,2]
  h<-optimal[,3]
  predictorbaru<-unique(X)
  w<-quant(predictorbaru,k+1)
  cat("orde:",m,"\n")
  cat("lambda:",h,"\n")
  cat("jumlah knot:",k,"\n")
  cat("quantile(",1/(k+1),")=",w,"\n")
  for(i in 1:k)
  {
    cat("titik knots[",i,"]=" ,w[i+1],"\n")
  }
  hasil<-gcv(Y,X,m,k,h)
  GCV<-hasil[,1]
  MSE<-hasil[,2]
  beta<-beta(Y,X,m,k,h)
  fstar<-fawal(Y,X,m,k,h)
  error<-Y-fstar
  cat("\nGCV=",GCV)
  cat("\nMSE=",format(MSE))
  cat("-----")
  cat("\nX Y (f*topi) error")
  cat("-----")
  for(i in 1:n)

```

```

    cat("\n",X[i], " ",Y[i], " ",fstar[i], " ",error[i])
  for(i in 1:(m+k+1))
    cat("\n nilai beta[" ,i,"]=" ,beta[i])
  Xurut<-sort(X)
  Yurut<-Y[order(X)]
  fstarurut<-fstar[order(X)]
  win.graph()
  plot(Xurut,Yurut,xlim=c(min(X),max(X)),ylim=c(min(Y),max(Y)),xlab="predi
  ctor",ylab="respon")
  title("fungsi Penalize untuk satu prediktor")
  par(new=T)
  plot(Xurut,fstarurut,type="l",xlim=c(min(X),max(X)),ylim=c(min(Y),max(Y)),
    xlab="prediktor",ylab="respon")
}

```

Lampiran 4. Program Mencari Model Regresi *Penalized Spline* Multivariabel

```

#Penalized Spline Multivariabel
Aditif<-function(data,err)
{
  n<-nrow(data)
  y<-as.vector(data[,1])
  x<-as.matrix(data[,-1])
  d<-ncol(x)
  orde<-rep(0,d)
  jmlknot<-rep(0,d)
  lambda<-rep(0,d)
  for(j in 1:d)
  {
    cat("\n-- untuk Prediktor ke",j,"Please input-","\n")
    orde[j]<-as.numeric(readline("berapa nilai orde optimal="))
    jmlknot[j]<-as.numeric(readline("berapa jumlah knot optimal="))
    lambda[j]<-as.numeric(readline("berapa nilai lambda optimal="))
  }
  f<-matrix(0,n,d)
  for(j in 1:d)
  {
    hasil<-fawal(y,x[,j],orde[j],jmlknot[j],lambda[j])
    f[,j]<-hasil
  }
  rss<-sum((y-apply(f,1,sum))^2)/n
  rssbaru<-0
  R<-matrix(0,n,d)
  while(rss>err)
  {
    rsslama<-rssbaru
    for(j in 1:d)
    {

```

```

R[,j]<-y-apply(f[,j],1,sum)
hasil<-Hlam(y,x[,j],orde[j],jmlknot[j],lambda[j])
H<-hasil
f[,j]<-H%*%R[,j]
}
rssbaru<-sum((y-apply(f,1,sum))^2)/n
rss<-abs(rssbaru-rsslama)
}
cat("MSE Aditif:",rssbaru,"\n")
selisih<-sum((y-mean(y))^2)
koefdet<-1-(rssbaru/(selisih/n))
cat("Koefisien Determinasi:",koefdet,"\n")
fstar<-apply(f,1,sum)
error.star<-y-fstar
cat("\n-----")
-----")
cat("\n No\tY\tf*topi1\tf*topi2\tf*topi3\tf*topi\terror
")
cat("\n-----")
-----")
for(i in 1:n)
{
cat("\n",format(i)," ",format(y[i])," ",format(f[i,]),"
",format(fstar[i])," ",format(error.star[i]),"\n")
}
for(j in 1:d)
{
X<-matrikx(x[,j],orde[j],jmlknot[j])
cat("Nilai beta pada prediktor ke-",j,":\n")
beta<-ginverse(X)%*%f[,j]
print(beta)
}
for(j in 1:d)
{
Xurut<-sort(x[,j])
Yurut<-y[order(x[,j])]
fstarurut<-fstar[order(x[,j])]
win.graph()
plot(Xurut,Yurut,xlab="prediktor",ylab="respon")
lines(Xurut,fstarurut,type="l")
title(main="fungsi Penalize untuk satu prediktor",col=2)
}
}
}

```

Lampiran 5. *Output* Nilai Optimal Berdasarkan GCV Minimum

#Nilai Optimal Variabel Suku Bunga

pspline.satu(y,x[,1])

Masukkan batas bawah lambda:0

Masukkan batas atas lambda:100

Masukkan nilai increment lambda:0.1

orde: 3

lambda: 100

jumlah knot: 2

quantile(0.3333333)= 0 0.3333333 0.6666667 1

titik knots[1]= 0.3333333

titik knots[2]= 0.6666667

GCV= 0.06671987

#Nilai Optimal Variabel Kurs

pspline.satu(y,x[,2])

Masukkan batas bawah lambda:0

Masukkan batas atas lambda:100

Masukkan nilai increment lambda:0.1

orde: 4

lambda: 98.3

jumlah knot: 1

quantile(0.5)= 0 0.283114 1

titik knots[1]= 0.283114

GCV=0.05027299

#Nilai Optimal Variabel JUB

pspline.satu(y,x[,3])

Masukkan batas bawah lambda:0

Masukkan batas atas lambda:100

Masukkan nilai increment lambda:0.1

orde: 2

lambda: 0

jumlah knot: 5

quantile(0.1666667)= 0 0.1275138 0.2705137 0.4067368 0.5536947 0.7672161

1

titik knots[1]= 0.1275138

titik knots[2]= 0.2705137

titik knots[3]= 0.4067368

titik knots[4]= 0.5536947

titik knots[5]= 0.7672161

GCV= 0.0160025

Lampiran 6. *Output* Model Regresi *Penalized Spline* Multivariabel

Aditif(data,0.00001)

-- untuk Prediktor ke 1 Please input-
berapa nilai orde optimal=3

berapa jumlah knot optimal=2
 berapa nilai lambda optimal=100
 -- untuk Prediktor ke 2 Please input-
 berapa nilai orde optimal=4
 berapa jumlah knot optimal=1
 berapa nilai lambda optimal=98.3
 -- untuk Prediktor ke 3 Please input-
 berapa nilai orde optimal=2
 berapa jumlah knot optimal=5
 berapa nilai lambda optimal=0
 MSE Aditif: 0.006440027
 Koefisien Determinasi: 0.9137063

| Y | \hat{Y} | Error |
|-----------|-----------------------------|--------------|
| 0.3239741 | 0.2476728 | 0.0058219 |
| 0.2699784 | 0.2797024 | 9.456E-05 |
| 0.25054 | 0.3560257 | 0.0111272 |
| 0.3261339 | 0.3554538 | 0.0008597 |
| 0.4319654 | 0.4420844 | 0.0001024 |
| 0.4233261 | 0.4466119 | 0.0005422 |
| 0.4319654 | 0.3933918 | 0.0014879 |
| 0.4686825 | 0.3678258 | 0.0101721 |
| 0.4470842 | 0.3273662 | 0.0143324 |
| 0.3909287 | 0.3906974 | 5.351E-08 |
| 0.362851 | 0.3781079 | 0.0002328 |
| 0.3023758 | 0.3486423 | 0.0021406 |
| 0.2937365 | 0.3464476 | 0.0027785 |
| 0.3585313 | 0.3663878 | 6.172E-05 |
| 0.3542117 | 0.4151045 | 0.0037079 |
| 0.2915767 | 0.2602956 | 0.0009785 |
| 0.187905 | 0.2268121 | 0.0015138 |
| 0.1382289 | 0.1739268 | 0.0012743 |
| 0.0475162 | 0.0246641 | 0.0005222 |
| 0 | 0.0380131 | 0.001445 |
| 0.0215983 | 0.1041841 | 0.0068204 |
| 0.0259179 | 0.071679 | 0.0020941 |
| 0.0583153 | -0.026497 | 0.0071931 |
| 0.0777538 | 0.0311172 | 0.002175 |
| 0.049676 | -0.059285 | 0.0118725 |
| 0.012959 | -0.061502 | 0.0055445 |
| 0.0107991 | 0.009053 | 3.049E-06 |
| 0.0215983 | 0.075865 | 0.0029449 |
| 0.0777538 | 0.0483762 | 0.000863 |
| 0.0021598 | 0.0687268 | 0.0044312 |

| <i>Y</i> | \hat{Y} | <i>Error</i> |
|-----------|-----------|--------------|
| 0.0431965 | 0.0954543 | 0.0027309 |
| 0.0583153 | 0.0653653 | 4.97E-05 |
| 0.0604752 | 0.0318387 | 0.00082 |
| 0.0734341 | 0.0571736 | 0.0002644 |
| 0.0928726 | 0.1025334 | 9.333E-05 |
| 0.1187905 | 0.4298333 | 0.0967476 |
| 0.1857451 | 0.1631847 | 0.000509 |
| 0.1598272 | 0.2051688 | 0.0020559 |
| 0.2850972 | 0.3467173 | 0.003797 |
| 0.4643629 | 0.4899888 | 0.0006567 |
| 0.4816415 | 0.4633711 | 0.0003338 |
| 0.6544276 | 0.5456933 | 0.0118232 |
| 0.7818575 | 0.6281386 | 0.0236295 |
| 0.7278618 | 0.666297 | 0.0037902 |
| 1 | 0.8005865 | 0.0397657 |
| 0.9481641 | 1.075824 | 0.016297 |
| 0.8855292 | 0.9115806 | 0.0006787 |
| 0.9049676 | 0.8609093 | 0.0019411 |

Nilai beta pada prediktor ke- 1 :

- [1,] -2.872292e-01
- [2,] 5.337077e-01
- [3,] -1.918193e+00
- [4,] 1.369589e+00
- [5,] -5.369031e-07
- [6,] -4.891084e-07

Nilai beta pada prediktor ke- 2 :

- [1,] 2.014775e-01
- [2,] 7.889260e-01
- [3,] -5.238275e+00
- [4,] 1.315124e+01
- [5,] -8.739532e+00
- [6,] 7.413992e-08

Nilai beta pada prediktor ke- 3 :

- [1,] 0.3088526
- [2,] 3.6045106
- [3,] -15.6829926
- [4,] 0.4875039
- [5,] 41.2352168
- [6,] -37.1177379
- [7,] 23.2110827
- [8,] -26.0921855

RIWAYAT HIDUP



Amelia Nurfadhilah, memiliki nama panggilan Amel, lahir di Karawang pada tanggal 18 September 2001. Peneliti merupakan anak pertama dari Bapak Acing dan Ibu Een Nuraeni. Pernah menempuh pendidikan dasar di SDN Tegalsawah 1 dan lulus pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Karawang Timur dan lulus pada tahun 2016 setelah itu melanjutkan pendidikan di SMAN 4 Karawang dan lulus pada tahun 2019. Kemudian peneliti melanjutkan pendidikan Strata 1 di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan mengambil Program Studi Matematika. Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, peneliti aktif mengikuti beberapa kegiatan di dalam kampus dan luar kampus. Beberapa kegiatan di dalam kampus yang pernah diikuti seperti menjadi panitia dalam acara HMJ, menjadi pengurus MEC (*Mathematics English Club*), menjadi anggota UKM LKP2M dan juga pernah menjadi asisten laboratorium pada mata kuliah Statistika Elementer tahun 2022. Kegiatan di luar kampus yang pernah diikuti seperti mengikuti workshop dan menjadi *volunteer* di beberapa komunitas.



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 : Amelia Nurfadhilah
NIM : 19610061
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Regresi Nonparametrik *Penalized Spline* untuk Memodelkan Inflasi di Indonesia
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si
Pembimbing II : Evawati Alisah, M.Pd

| No | Tanggal | Hal | Tanda Tangan |
|-----|------------------|--------------------------------------|--------------|
| 1. | 03 November 2022 | ACC Pengajuan Topik | 1. |
| 2. | 09 Desember 2022 | Konsultasi Bab I, II dan III | 2. |
| 3. | 23 Desember 2022 | Revisi Bab I, II dan III | 3. |
| 4. | 20 Januari 2023 | Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II | 4. |
| 5. | 24 Januari 2023 | Revisi Kajian Agama Bab I dan II | 5. |
| 6. | 25 Januari 2023 | ACC Bab I, II dan III | 6. |
| 7. | 26 Januari 2023 | ACC Kajian Agama Bab I dan II | 7. |
| 8. | 14 Maret 2023 | ACC Revisi Seminar Proposal | 8. |
| 9. | 28 Maret 2023 | Konsultasi Bab IV dan V | 9. |
| 10. | 04 April 2023 | Revisi Bab IV dan V | 10. |
| 11. | 05 April 2023 | Konsultasi Kajian Agama Bab IV | 11. |
| 12. | 11 April 2023 | ACC Bab IV dan V | 12. |
| 13. | 12 April 2023 | ACC Kajian Agama Bab IV | 13. |
| 14. | 10 Mei 2023 | ACC Revisi Seminar Hasil | 14. |



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

| | | | |
|-----|--------------|-----------------|---------------|
| 15. | 07 Juni 2023 | ACC Keseluruhan | 15. <i>g.</i> |
|-----|--------------|-----------------|---------------|

Malang, 07 Juni 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc

NIP. 19741129 200012 2 005