

**REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL DENGAN
PENDEKATAN FUNGSI GAUSSIAN UNTUK MEMODELKAN
INFLASI DI INDONESIA**

SKRIPSI

**OLEH:
SHOFI FARIHAH MUAZARAH
NIM. 19610098**



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

**REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL DENGAN
PENDEKATAN FUNGSI GAUSSIAN 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
Shofi Farihah Muazarah
NIM. 19610098**

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

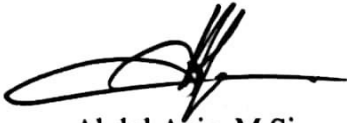
**REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL DENGAN
PENDEKATAN FUNGSI *GAUSSIAN* UNTUK MEMODELKAN
INFLASI DI INDONESIA**

SKRIPSI

**Oleh
Shofi Fariyah Muazarah
NIM. 19610098**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Malang, 23 Juni 2023**

Dosen Pembimbing I


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

Dosen Pembimbing II


**Ach. Nashichuddin, M.A.
NIP. 10730705 200003 1 002**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika**


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

**REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL DENGAN
PENDEKATAN FUNGSI GAUSSIAN UNTUK MEMODELKAN
INFLASI DI INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh
Shofi Fariyah Muazarah
NIM. 19610098

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 26 Juni 2023

Ketua Penguji : Fachrur Rozi, M.Si.

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

Anggota Penguji 2 : Abdul Aziz, M.Si.

Anggota Penguji 3 : Ach. Nashichuddin, M.A.






Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika


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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shofi Fariyah Muazarah
NIM : 19610098
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Regresi Nonparametrik *Kernel* dengan Pendekatan Fungsi *Gaussian* 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 dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 JUNI2023

Yang membuat pernyataan,



Shofi Fariyah Muazarah
NIM. 19610098

MOTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”
(Q.S Al-Baqarah, 2:286)

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”*
(Q.S Al-Insyirah, 94:5-6)

“Untuk masa-masa sulitmu, biarlah Allah yang menguatkanmu. Tugasmu hanya berusaha agar jarak antara kamu dengan Allah tidak pernah jauh.”

“Kelemahan terbesar kita adalah bersandar pada kepasrahan. Jalan yang paling jelas menuju kesuksesan adalah selalu mencoba, setidaknya satu kali lagi.”
(Thomas A. Edison)

“Lakukanlah hal kecil dengan cinta yang besar, agar memperoleh hasil yang maksimal.”

“God has perfect timing, never late. It takes a little patience and it takes a lot of faith, but it's a worth the wait.”

“Sendiri tapi pelan-pelan bergerak lebih baik dari pada ramai-ramai tapi sekedar berteriak.”
(Boy Candra)

“Lakukan yang kita bisa lakukan di masa kini dengan sebaik-baiknya, karena mungkin kesempatan tidak akan datang untuk yang kedua.”
(Miyanti Dali)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji bagi Allah Swt.

Dengan ketulusan hati, skripsi ini peneliti persembahkan kepada:

Ayah (Fathur Rahman) dan Ibu (Zulaikhah Imanawati) tersayang dan atas doa, nasehat, motivasi, kekuatan yang luar biasa untuk saya, kalianlah yang menjadi motivator terbesarku dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Saudaraku terkhusus kakakku (Faridatuzzahro'), kembaranku (Salma Fariyah Muazarah), adikku (Atika Nurul Azmi), dan keponakan (Zayna Alifia Azzahra) sebagai penyemangatku untuk penyelesaian tugas akhir ini.

Diri saya sendiri yang mau berjuang dengan sungguh-sungguh untuk membanggakan keluarga dengan menyelesaikan segala tanggung jawab perkuliahan dengan tepat waktu.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah semesta alam, dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang telah melimpahkan rahmat, petunjuk, dan inayah-Nya kepada kita sehingga peneliti berhasil menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Regresi Nonparametrik *Kernel* dengan Pendekatan Fungsi *Gaussian* Untuk Memodelkan Inflasi Di Indonesia”.

Shalawat serta salam harapan selalu dilimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita dari jalan gelap (zaman jahiliyah) menuju jalan terang yaitu *Addinul Islam* (agama Islam) dan juga kepada para sahabatnya, keluarganya, dan seluruh umat Islam.

Banyak tantangan yang dihadapi peneliti dalam menyusun draf skripsi ini. Oleh karena itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendorong peneliti hingga terselesaikannya draf skripsi ini. Peneliti juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak berikut:

1. Prof. Dr. H. M. Zaenuddin, M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, wakil rektor, beserta para staf/pegawai atas bantuannya selama peneliti melaksanakan pendidikan di kampus ini.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, para wakil dekan, dosen pengajar beserta staf/pegawai atas bantuannya selama peneliti mengikuti pendidikan di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Elly Susanti, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa menyampaikan nasihat serta motivasi demi keberhasilan ini.
4. Bapak Abdul Aziz, M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan berbagai pengetahuan, pengalaman, nasihat, arahan, serta dukungan kepada peneliti.

5. Bapak Ach. Nashichuddin, M.A. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, nasihat, arahan, serta dukungan kepada peneliti.
6. Bapak Fachrur Rozi, M.Si selaku ketua penguji dalam ujian skripsi yang telah memberikan saran dan arahan yang bermanfaat bagi peneliti.
7. Ibu Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si selaku penguji 1 dalam ujian skripsi yang telah memberikan saran serta arahan yang bermanfaat bagi peneliti.
8. Segenap para Dosen dan Staf Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang sudah membekali pengetahuan, bimbingan, serta arahan selama ini.
9. Kedua orang tua dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dengan ikhlas secara moril dan juga materil serta doa yang peneliti selalu harapkan atas keberkahannya.
10. Rekan satu konsorsium yang sama-sama berjuang mengerjakan skripsi namun senantiasa memberikan semangat serta dukungan penuh kepada peneliti.
11. Teman-teman Program Studi Matematika angkatan 2019, yang selalu ada di kala senang dan sedih dalam rangka proses penyelesaian penelitian ini.
12. Musyrif/ah MSAA'12 terutama angkatan EMERALD yang selalu ada di kala senang dan sedih dan saling support dalam proses penyelesaian penelitian ini.
13. Seluruh pihak yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu, terima kasih atas doa dan motivasinya dan sudah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Karena peneliti menyadari bahwa skripsi masih belum sempurna, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Terakhir, peneliti berharap semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 2023

Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	Error! Bookmark not defined.
MOTO	v
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.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	6
1.6 Definisi Istilah.....	7
BAB II KAJIAN TEORI	9
2.1 Teori Pendukung.....	9
2.1.1 Statistika Deskriptif.....	9
2.1.1 <i>Rescaling Data</i>	11
2.1.2 Regresi Nonparametrik	11
2.1.2.1 Regresi Nonparametrik <i>Kernel</i>	12
2.1.2.2 Estimasi <i>Kernel Nadaraya-Watson</i>	14
2.1.2.3 Fungsi <i>Kernel</i>	18
2.1.2.4 <i>Bandwidth</i> Optimum	21
2.1.2.5 Uji Keakuratan Model.....	23
2.1.3 Inflasi.....	24
2.1.4 Suku Bunga	27
2.1.5 Kurs Valuta Asing.....	27
2.1.6 Jumlah Uang Beredar	28
2.2 Prinsip Ekonomi dalam Islam.....	29
2.3 Kajian Topik dengan Teori Pendukung	33
BAB III METODE PENELITIAN	36
3.1 Jenis Penelitian	36
3.2 Data dan Sumber Data	36
3.3 Tahapan Penelitian.....	37
3.4 <i>Flowchart</i>	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
---	-----------

4.1	Regresi Nonparametrik <i>Kernel</i> Fungsi <i>Gaussian</i> untuk Memodelkan Inflasi	40
4.1.1	Statistika Deskriptif.....	40
4.1.2	<i>Rescalling</i> dan <i>Scatter Plot</i> Data.....	43
4.1.3	Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum.....	46
4.1.4	Pembentukan Model Regresi Nonparametrik <i>Kernel</i>	48
4.2	Evaluasi Keakuratan Model Terbaik Regresi Nonparametrik <i>Kernel</i> Fungsi <i>Gaussian</i>	49
4.3	Solusi Inflasi Menurut Prinsi Ekonomi Islam.....	49
BAB V PENUTUP		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		56
DAFTAR LAMPIRAN		60
RIWAYAT HIDUP		71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Kernel.....	19
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	37
Tabel 4.1 Nilai Minimum dan Nilai Maksimum.....	43
Tabel 4.2 Nilai <i>Bandwidth</i> Optimum.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Grafik Garis	10
Gambar 2.3 Contoh <i>Scatter Plot</i>	10
Gambar 2.4 Fungsi Kernel	18
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	39
Gambar 4.1 Plot Data Inflasi.....	40
Gambar 4.2 Data Suku Bunga (BI Rate).....	41
Gambar 4.3 Data Kurs Rupiah Terhadap Dollar.....	42
Gambar 4.4 Data Jumlah Uang Beredar	42
Gambar 4.5 Plot Hubungan Variabel Suku Bunga (x_1) dengan Variabel Inflasi (y)	45
Gambar 4.6 Plot Hubungan Variabel KURS (x_2) dengan Variabel Inflasi (y) ..	45
Gambar 4.7 Plot Hubungan Variabel JUB (x_3) dengan Variabel Inflasi (y).....	46
Gambar 4.8 Perbandingan Nilai Aktual dengan Nilai Prediksi	49

DAFTAR SIMBOL

z	: Data aktual keseluruhan
z_i	: Data aktual pada observasi ke- i
z_i^*	: Data hasil <i>rescaling</i> pada observasi ke- i
$\min(z)$	: Nilai paling rendah dari z
$\max(z)$	: Nilai paling tinggi dari z
y_i	: Variabel respon pada observasi ke- i
$\bar{y}$	: Rata-rata variabel respon
$\hat{y}_i$	: Taksiran variabel respon pada observasi ke- i
x_i	: Variabel prediktor pada observasi ke- i
h	: <i>Bandwidth</i>
x	: Sampel acak
n	: Banyak data
tr	: <i>Trace</i>
$m(x_i)$	: Fungsi regresi nonparametrik yang memuat variabel prediktor pada observasi ke- i
$\hat{m}(x)$	: Fungsi taksiran regresi nonparametrik yang memuat variabel prediktor
K	: Fungsi <i>kernel</i>
$I(u)$	: Fungsi indikator
I_n	: Matriks identitas
X'	: Transpos matriks
X	: Matriks data

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Inflasi, BI Rate, KURS dan Jumlah Uang Beredar Periode Januari 2020 hingga Desember 2022.....	60
Lampiran 2. Hasil <i>Rescaling</i> Data Inflasi, BI Rate, KURS dan Jumlah Uang Beredar Periode Januari 2020 hingga Desember 2022	62
Lampiran 3. Perbandingan Nilai Aktual dengan Nilai Prediksi.....	63
Lampiran 4. Hasil <i>Bandwidth</i> dan GCV	65
Lampiran 5. Hasil Keakuratan Model.....	66
Lampiran 6. <i>Source Code</i> Program Matlab.....	68

ABSTRAK

Muazarah, Shofi Fariyah, 2023. **Regresi Nonparametrik Kernel dengan Pendekatan Fungsi *Gaussian* 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) Ach. Nashichuddin, M.A.

Kata kunci: Regresi nonparametrik *Kernel*, *Nadaraya-Watson*, Pendekatan Fungsi *Gaussian*, *Bandwidth*, Inflasi

Inflasi merupakan proses meningkatnya harga-harga barang secara umum dan berkaitan dengan mekanisme pasar. Inflasi di Indonesia berfluktuasi dari waktu ke waktu. Sehingga menunjukkan adanya ketidakstabilan. Data inflasi yang fluktuatif dapat dimodelkan dengan menggunakan regresi nonparametrik salah satunya yaitu regresi kernel karena memiliki bentuk yang lebih fleksibel dan secara matematik mudah dikerjakan. Penelitian ini, menggunakan regresi nonparametrik kernel dengan estimator *Nadaraya-Watson* untuk data inflasi di Indonesia. Fungsi kernel yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi kernel *Gaussian*. Data yang digunakan adalah data inflasi dan faktor yang mempengaruhi inflasi yaitu suku bunga, *kurs*, dan jumlah uang beredar periode Januari 2020 hingga Desember 2022. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa model regresi nonparametrik *kernel* dengan estimator *Nadaraya-Watson* dan fungsi *Gaussian* menghasilkan *Generalized Cross Validation* (GCV) optimal sebesar 0.139558 dengan nilai *bandwidth* $h_1 = h_2 = h_3 = 10$. Keakuratan model terbaik yang diperoleh dari nilai (*Mean Absolute Error*) MAE sebesar 0,14 yang menunjukkan bahwa semua model prefiktor yang diperoleh memiliki akurasi yang baik karena nilainya mendekati 0. Adapun manfaat yang bisa diperoleh sebagai tambahan informasi serta bahan pertimbangan untuk menentukan kebijakan moneter khususnya di Indonesia.

ABSTRACT

Muazarah, Shofi Farihah, 2023. **The Kernel Nonparametric Regression with Gaussian Function Approach to Model Inflation in Indonesia**. Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisors: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Achmad Nashichuddin, M.A.

Keywords: Kernel Nonparametric Regression, Nadaraya-Watson, Gaussian Function Approach, Bandwidth, Inflation.

Inflation is the process of increasing the prices of goods in general and is related to market mechanisms. Inflation in Indonesia fluctuates from time to time. So that indicates the presence of instability. Fluctuating inflation data can be modeled using nonparametric regression, one of which is kernel regression because it has a more flexible form and is mathematically easy to work with. This study used kernel nonparametric regression with *Nadaraya-Watson* estimator for inflation data in Indonesia. The kernel function used in this study is the *Gaussian* kernel function. The data used are inflation data and factors that affect inflation, namely interest rates, *exchange rates*, and money supply for the period January 2020 to December 2022. Based on the results of the study showed that the kernel nonparametric regression model with the *Nadaraya-Watson* estimator and *Gaussian* function produced an optimal *Generalized Cross Validation* (GCV) equal to the 0.139558 *bandwidth* value $h_1 = h_2 = h_3 = 10$. The best model accuracy obtained from the MAE (*Mean Absolute Error*) value of 0.14 which shows that all prefixor models obtained have good accuracy because the value is close to 0. The benefits that can be obtained as additional information and consideration material to determine monetary policy, especially in Indonesia.

مستخلص البحث

مؤازرة، صافي فريجة، ٢٠٢٣. انحدار النواة اللامعلمية مع نَهج الوظيفة الغاوسية لنموذج التضخم في إندونيسيا. البحث الجامعي، قسم دراسة الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف (١) عبد العزيز، الماجستير (٢) أحمد ناصح الدين، الماجستير.

الكلمات الأساسية: انحدار النواة اللامعلمي، نادارايا واتسون، نَهج الوظيفة الغاوسية، عرض النطاق الترددي، التضخم

التضخم هو عملية زيادة أسعار السلع بشكل عام ويرتبط بآليات السوق. يتقلب التضخم في إندونيسيا من وقت لآخر. وهذا يدل على وجود عدم الاستقرار. إذا تم نمذجة بيانات التضخم المتقلبة باستخدام الانحدار اللامعلمي، فإن أحدها هو انحدار النواة لأنه يحتوي على شكل أكثر مرونة ويسهل التعامل معه رياضياً. استخدمت هذه الدراسة الانحدار اللامعلمي للنواة مع مقدر نادارايا-واتسون (*Nadaraya-Watson*) لبيانات التضخم في إندونيسيا. طريقة انحدار النواة (*kernel*) هي إحدى الطرق في الانحدار اللامعلمي المستخدمة لنمذجة البيانات باستخدام وظائف النواة (*kernel*). دالة النواة المستخدمة في هذه الدراسة هي دالة *نواة غاوسية*. البيانات المستخدمة هي بيانات التضخم والعوامل التي تؤثر على التضخم وهي (أسعار الفائدة وأسعار الصرف وعرض النقود) للفترة من يناير ٢٠٢٠ إلى ديسمبر ٢٠٢٢. وبناءً على نتائج البحث، تبين أن نموذج الانحدار اللامعلمي للنواة مع مقدر نادارايا واتسون وظيفية غاوسية عن تحقق أمثل معمماً عبر المصادقة (*GCV*) يبلغ ٠,١٣٩٥٥٨ مع قيمة عرض النطاق الترددي $10=3=25=15$. أفضل دقة نموذج تم الحصول عليها من قيمة *MAE* (متوسط الخطأ المطلق) البالغة ٠,١٤، والتي توضح أن جميع نماذج البادئة التي تم الحصول عليها تتمتع بدقة جيدة لأن القيمة قريبة من 0. الفوائد التي يمكن الحصول عليها كمعلومات إضافية ومواد الاعتبار لتحديد السياسة النقدية، وخاصة في إندونيسيا.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknik statistik yang disebut analisis regresi digunakan untuk menemukan korelasi antara satu variabel atau lebih variabel dependen (variabel prediktor) dan variabel independen (variabel respon). Variabel yang mampu berfungsi secara independent disebut sebagai variabel prediktor dan variabel independen. Dengan kata lain, tidak ada variabel lain yang berpengaruh pada variabel prediktor. Sedangkan variabel prediktor adalah variabel yang menentukan variabel respon, disebut juga sebagai variabel dependen (Budiantara, 2000).

Ada tiga metode untuk membangun model regresi, yaitu: parametrik, semiparametrik, dan nonparametrik. Pola hubungan antara dua atau lebih variabel dalam regresi parametrik biasanya bersifat parametrik (linier, kuadrat, atau lainnya). Regresi nonparametrik yang dianggap mulus dapat digunakan jika bentuk kurva regresi tidak berpola atau belum diketahui kegunaannya. Sebagian model diestimasi dengan parameter dalam regresi semiparametrik, tetapi metode nonparametrik digunakan di bagian lain model. Penafsiran umum adalah bahwa regresi semiparametrik adalah gabungan dari regresi parametrik dan nonparametrik (Budiantara, dkk., 2006).

Banyak metode regresi nonparametrik telah dikembangkan, termasuk penggunaan Spline, *Truncated Spline*, *Penalized Spline*, Polinomial Lokal, Kernel, serta Deret *Fourier* (Adrianingsih, dkk., 2020). Regresi kernel adalah teknik regresi nonparametrik yang umum karena bentuknya yang dapat disesuaikan, yang

membuatnya mudah digunakan, dan konvergensi rata-rata yang relatif cepat. Estimator digunakan untuk memperkirakan fungsi regresi dalam regresi kernel. Estimator *Nadaraya-Watson*, Estimator *Priety-Chao*, dan Estimator *Gasser-Muller* adalah tiga jenis estimator kernel (Halim & Bisono, 2006). Penaksir yang paling banyak digunakan adalah penaksir *Nadaraya-Watson*. Fungsi kernel dan pemilihan *bandwidth* sangat penting dalam regresi kernel. Beberapa fungsi kernel yang dapat digunakan yaitu: fungsi uniform, fungsi segitiga, fungsi epanechnikov, fungsi triweight, fungsi gaussian, fungsi cosinus, fungsi kuadrat, dan fungsi tricube. Dari beberapa fungsi kernel tersebut, fungsi kernel yang paling sering digunakan adalah fungsi kernel *Gaussian*. Estimasi yang dihasilkan secara signifikan dipengaruhi oleh variabel independen yang dikenal sebagai *bandwidth* regresi kernel. Menurut Silverman (1986), dampak *bandwidth* melebihi dampak fungsi kernel. Grafik dengan bias yang lebih kecil dan nilai parameter *bandwidth* yang lebih rendah akan kurang mulus. Sebaliknya, nilai parameter *bandwidth* yang besar akan menghasilkan grafik yang sangat halus, namun memiliki bias yang besar.

Plot hasil estimasi model akan kasar dan berliku-liku jika *bandwidth* terlalu kecil, karena hal ini akan mengakibatkan kurva menjadi kurang mulus (*smooth*). Plot hasil estimasi model akan menyimpang dari plot data awal jika nilai *bandwidth* terlalu tinggi karena kurva akan terlalu halus. Kriteria *Cross Validation* (CV) terkecil merupakan dasar untuk pemilihan *bandwidth* yang optimal (Purwanti, 2019).

Penggunaan Kernel Fungsi *Gaussian* untuk pengaplikasian nonparametrik berkembang secara baik. Peneliti Ayuningtyas (2018) yang menggunakan metode kernel *Nadaraya-Watson* dan fungsi *Gaussian* untuk memprediksi Indeks Harga

Saham Gabungan (IHSG). Kesimpulan penelitiannya bahwa pendekatan yang paling efektif adalah keakuratan pengukuran *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Selain itu, model regresi nonparametrik menggunakan metode kernel *Nadaraya-Watson* dengan fungsi *Gaussian* dan *Epanechnikov* dikembangkan oleh Purwanti, (2019). Kesimpulan dalam penelitiannya yaitu metode terbaik untuk memprediksi ISSI adalah menggunakan regresi nonparametrik kernel estimator *Nadaraya-Watson* dan fungsi kernel *Gaussian*. Penelitian yang lainnya yaitu Kesumah & Efendi (2022), dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa model regresi nonparametrik kernel *Gaussian* dengan estimasi *Nadaraya-Watson* sangat baik digunakan untuk prediksi.

Istilah “inflasi” sering dipahami mengacu pada kenaikan umum harga yang berlangsung untuk jangka waktu yang lama. Stabilitas ekonomi dapat dirugikan oleh inflasi yang tinggi. Salah satunya secara umum dapat digambarkan sebagai penurunan pendapatan atau keuntungan yang diperoleh ketika daya beli konsumen rendah dan harga tinggi. Hal ini dapat memperlambat aktivitas ekonomi. Tingkat inflasi ekonomi adalah fenomena ekonomi yang umum. Ketika itu bertahan untuk waktu yang lama dan mencapai tingkat yang tinggi, itu akan menjadi masalah ekonomi yang serius. Secara teori, inflasi didefinisikan sebagai kenaikan harga barang secara umum dan berkelanjutan. Oleh karena itu, kenaikan kelompok barang tertentu tidak dapat dianggap sebagai inflasi. Demikian pula perubahan harga yang hanya terjadi satu kali tidak dapat dianggap sebagai inflasi (Nainggolan dkk., 2021).

Orang-orang memiliki banyak batasan yang ada, mereka menjelaskan kepada diri sendiri realitas kompleks dari dunia nyata, jadi saya harap ada alat yang dapat membantu kita untuk mendefinisikannya. Sasaran model matematika

hanyalah alat untuk membantu orang menjadi rasional dan berpengetahuan terbatas tentang masalah nyata dan pencarian solusi memesan. Allah SWT. telah memperingatkan manusia agar tidak hidup hedonis dan diperbudak harta. Sebagaimana terdapat dalam Al-Qur'an yang diterbitkan oleh Lajnah Pentashih Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI, (2012) pada surat At Takatsur ayat 1 dan surat Al Humazah ayat 1-2 yang berbunyi :

أَهْنُكُمُ التَّكَاثُرُ

Artinya: *"Bermegah-megahlah telah melalaikan kamu".*

وَيَنْلِكُ لِكُلِّ هُمْزَةٍ لُّمَزَةٌ ١ الَّذِي جَمَعَ مَا لَا وَعَدَّدَهُ ٢

Artinya: *"Kecelakaanlah bagi setiap pengumpat lagi pencela, yang mengumpulkan harta dan menghitung-hitung"*

Menurut penjelasan ringkas Surat At Takatsur ayat 1 dan Surat Al Humazah ayat 1-2 terdapat pada Tafsir Al-Qur'an Al-Karim (Badan Litbang dan Diklat Lajnah Penthashihan Mushaf Al-Quran, 2016) yang berbunyi:

"Wahai manusia, bermegah-megahan dalam hal harta, keturunan, dan pengikut telah melalaikan kamu dari ketaatan kepada Allah dan mempersiapkan diri untuk menghadapi hari akhir" (QS. At-Takatsur : 1).

"Celakalah bagi setiap pengumpat atau pencaci, baik dengan ucapan atau isyarat, dan demikian pula pencela dengan menampilkan keburukan orang lain untuk menghinakannya. Perbuatan ini berdampak buruk dalam pergaulan karena mencoreng wibawa dan kehormatan seseorang, serta menghilangkan kepercayaan kepada orang tersebut" (QS. Al-Humazah : 1).

"Celakalah orang yang sifatnya demikian, yang selalu menyibukkan diri dan berorientasi pada mengumpulkan harta benda dan menghitung-hitungnyanya. Dia merasa nyaman untuk menumpuk dan menghitung harta untuk menjamin kehidupannya di masa datang, dan enggan menunaikan hak Allah dalam hartanya itu" (QS. Al-Humazah : 2).

Bagi umat Islam, beberapa poin diatas dapat dijadikan pedoman muamalah, yaitu hubungan untuk memenuhi kebutuhan mereka. Kenaikan inflasi sebagai dilema ekonomi, tidak terlepas dari usaha manusia memenuhi kebutuhan mereka.

Meningkatnya inflasi adalah masalah ekonomi bukan, selain upaya manusia untuk menerima kemewahan duniawi. Oleh karena itu, hal tersebut melanggar prinsip muamalah Islam.

Sesuai uraian latar belakang diatas, peneliti tertarik buat mempelajari serta membangun model regresi nonparametrik dengan judul “Regresi Nonparametrik Kernel dengan Pendekatan Fungsi *Gaussian* Untuk Memodelkan Inflasi Di Indonesia”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka pertanyaan yang akan dijawab dalam penelitian ini yaitu:

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

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab permasalahan yang dirumuskan, yaitu:

1. Mengetahui model regresi nonparametrik *Kernel* Fungsi *Gaussian* pada faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia.
2. Mengetahui keakuratan model regresi nonparametrik *Kernel* Fungsi *Gaussian* dalam menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Peneliti
 - a. Lebih memahami bagaimana memodelkan kasus inflasi di wilayah Indonesia dengan menggunakan regresi nonparametrik metode Kernel Fungsi *Gaussian*.
 - b. Mempelajari lebih lanjut tentang bagaimana regresi nonparametrik metode Kernel Fungsi *Gaussian* dan dapat digunakan untuk memprediksi inflasi di Indonesia.
2. Bagi Program Studi
 - a. Pengembangan kurikulum matematika.
 - b. Sebagai referensi bahan pembelajaran bagi mahasiswa terkait materi nonparametrik.
3. Bagi Instansi

Sebagai tambahan informasi terkait faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi yang harus diperhatikan dalam menetapkan kebijakan moneter di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

Peneliti membatasi penelitian dengan cara-cara berikut, agar tetap terbatas dan tidak terlalu umum:

1. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data inflasi, suku bunga, kurs Rupiah terhadap Dollar, dan jumlah uang beredar di Indonesia periode Januari 2020 hingga 2022.

2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode regresi nonparametrik kernel menggunakan estimator *Nadaraya-Watson* dengan pendekatan fungsi *Gaussian*.
3. Metode *Generalized Cross Validation* (GCV) digunakan untuk memilih bandwidth optimum.
4. Uji keakuratan model didasarkan pada nilai perhitungan MAE.
5. Nilai *bandwidth* yang diuji pada penelitian ini sebesar 1 sampai dengan 10.
6. Setiap variabel memiliki nilai *bandwidth* yang sama.

1.6 Definisi Istilah

<i>Trace</i>	: Jumlah dari seluruh elemen diagonal utama
Transpos Matriks	: Matriks yang dihasilkan dari substitusi baris untuk kolom dan sebaliknya
Matriks Identitas	: Matriks yang semua elemen lainnya memiliki nilai 0 dan elemen diagonal utama memiliki nilai 1
<i>Bandwidth</i>	: Parameter pemulus (<i>smoothing</i>) yang berfungsi untuk mengontrol kemulusan dari kurva yang diestimasi
<i>Rescalling</i>	: Metode merubah skala fitur atau output dalam rentang apapun menjadi rentang baru
Inflasi	: Suatu kejadian dimana seluruh harga barang mengalami kenaikan dan nilai mata uang mengalami penurunan

- Suku Bunga : Biaya yang harus dibayar untuk meminjam atau menyewa uang sejumlah presentase yang disepakati oleh kedua pihak
- KURS : Harga nominal dari mata uang suatu negara terhadap mata uang negara lain
- Jumlah Uang Beredar : Jenis uang yang ada di dalam perekonomian

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Teori Pendukung

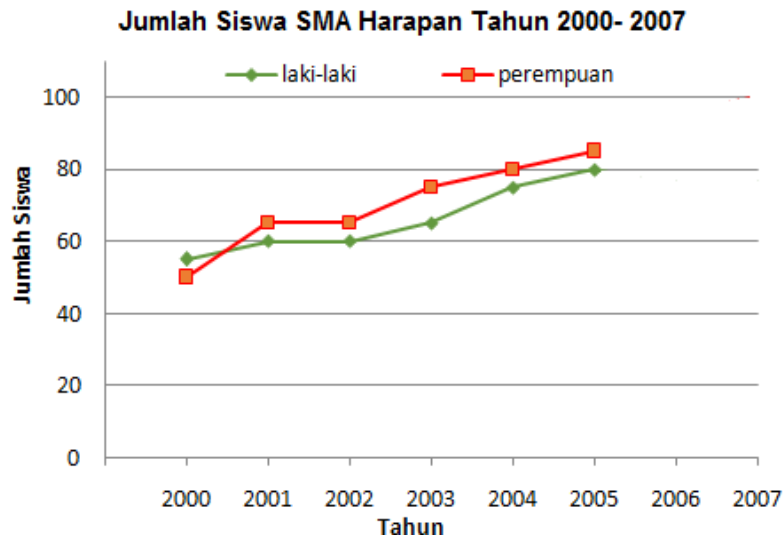
2.1.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah statistik yang menggunakan data sampel atau populasi apa adanya untuk menggambarkan atau memberikan gambaran tentang subjek penelitian tanpa melakukan analisis atau menarik kesimpulan umum. Teknik yang didasarkan pada konsentrasi dan distribusi data adalah analisis statistik (Sugiyono, 2007).

Data disajikan dalam format yang lebih sederhana untuk dipahami atau dibaca dalam statistik deskriptif, yang merupakan komponen pengumpulan data, penyajian, penentuan nilai statistik, dan pembuatan diagram atau gambar tentang sesuatu. Hipotesis deskriptif harus disajikan dengan menggunakan metode yang sesuai dengan jenis data atau variabel berdasarkan skala pengukurannya (Sugiyono, 2007).

1. Diagram Garis

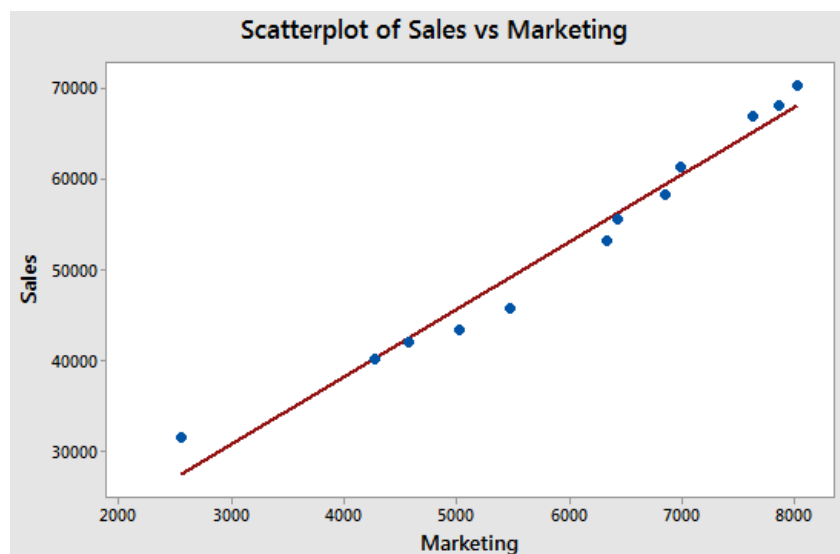
Diagram yang dibuat dari beberapa ruas garis yang menghubungkan titik-titik pada suatu bilangan disebut sebagai diagram garis atau grafik. Sistem sumbu silang memanfaatkan dua garis yang saling bersilangan dan tegak lurus satu sama lain. Angka tetap (seperti tahun dan pengukuran) ditempatkan pada garis horizontal (sumbu X). Angka acak (seperti harga, biaya, dan kualitas) ditempatkan pada garis vertikal (sumbu Y).



Gambar 2.1 Contoh Grafik Garis (Lajanto, 2015)

2. Scatter Plot

Sumbu horizontal dan vertikal digunakan untuk memplot data dalam plot pencar, yang merupakan analisis statistik deskriptif. Hubungan antara variabel X dan Y digambarkan dalam *Scatter Plot*. Hari, bulan, tahun, ukuran, angka, dan lainnya biasanya ditampilkan dalam variabel X. Di sisi lain, variabel Y mengacu pada angka yang dapat berfluktuasi, seperti biaya, nilai mata uang, atau harga.



Gambar 2.2 Contoh *Scatter Plot* (Lajanto, 2015)

2.1.1 Rescaling Data

Rescaling data merupakan metode merubah skala fitur atau output dalam rentang apapun menjadi rentang baru. Salah satu metode yang digunakan untuk *rescaling* data adalah *min-max normalization*. Metode ini mentransformasikan nilai data dari range sebenarnya menjadi *range* antara 0 dan 1. Rumus *rescaling* data dengan metode *min-max normalization* dapat ditunjukkan pada persamaan berikut (Aksu, dkk., 2019):

$$z_i^* = \frac{z_i - \min(z)}{\max(z) - \min(z)} \quad (2.1)$$

dimana:

z_i^* : Data hasil *rescalling* pada observasi ke- i , $i = 1, 2, \dots, n$,

z_i : Data asli pada observasi ke- i ,

z : Data asli keseluruhan,

$\min(z)$: Nilai terkecil dari data asli keseluruhan,

$\max(z)$: Nilai terbesar dari data asli keseluruhan.

2.1.2 Regresi Nonparametrik

Analisis regresi atau yang biasa dikenal sebagai teknik statistik digunakan untuk memastikan bagaimana satu variabel terkait dengan yang lain. Analisis regresi juga dapat digunakan untuk membuat prediksi, dan tujuan utamanya adalah untuk menentukan bentuk estimasi kurva regresi. Katakanlah kita memiliki satu set berpasangan (x_i, y_i) yang biasanya dapat dimodelkan menggunakan model regresi nonparametrik (Eubank, 1999):

$$y_i = \hat{m}(x) + \varepsilon_i; \quad (2.2)$$

dimana:

y_i : Variabel respon pada observasi ke- i

$m(x_i)$: Fungsi regresi nonparametrik yang memuat variabel prediktor pada observasi ke- i

ε_i : Galat pada observasi ke- i , dengan $i = 1, 2, \dots, n$

Terdapat beberapa teknik penghalusan yang sering digunakan pada regresi nonparametrik, diantaranya fungsi *spline*, deret *fourier*, polinomial lokal, dan *wavelets*. Pada penelitian ini akan menggunakan teknik penaksir *kernel*.

2.1.2.1 Regresi Nonparametrik *Kernel*

Estimator kernel adalah pengembangan dari estimator histogram. Pada tahun 1956, Rosenblatt (1956) dan Parzen (1962) memperkenalkan estimator kernel, memberinya nama estimator identitas kernel *Rosenblatt-Parzen*. Estimator kepadatan kernel adalah metode perkiraan yang menggunakan fungsi kernel untuk memperkirakan fungsi kepadatan yang tidak diketahui. *Bandwidth* dan fungsi kernel memiliki dampak signifikan pada penyelarasan pendekatan kernel.

Tujuan utama regresi kernel adalah untuk menentukan hubungan non linier antara variabel acak X dan Y . Ekspektasi bersyarat variabel Y dalam hubungannya dengan variabel X dapat dinyatakan sebagai (Hardle, 1994):

$$E(Y|X = x) = \hat{m}(x) \quad (2.3)$$

$$\hat{m}(X) = \int f(y|x) y dy \quad (2.4)$$

dengan,

$$f(y|x) = \frac{\hat{f}(x,y)}{\hat{f}(x)}, \quad \hat{f}(x) > 0 \quad (2.5)$$

dimana:

$f(x)$: Fungsi kepadatan marginal X

$f(x, y)$: Fungsi kepadatan gabungan dari (X, Y)

Secara matematis, penaksir densitas *kernel* dari $\hat{f}_h(x)$ dituliskan sebagai:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_h(x - x_i) \quad (2.6)$$

dengan,

$$K_h(x - x_i) = \frac{1}{h} K\left(\frac{x - x_i}{h}\right),$$

dengan demikian, persamaan (2.6) dapat ditulis menjadi:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{h} K_h\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (2.7)$$

sedangkan fungsi densitas *kernel multivariate* dituliskan sebagai berikut (Chacon & Duong, 2018):

$$\hat{f}_{h_1, \dots, h_m}(x_{1i}, \dots, x_{mi}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K_{h_j}(x_j - x_{ji}) \quad (2.8)$$

dengan i adalah urutan observasi untuk $i = 1, 2, \dots, n$ dan j adalah urutan variabel prediktor untuk $j = 1, 2, \dots, m$. fungsi *kernel* pada umumnya dianggap memenuhi kondisi reguler seperti batasan. Adapun penghalus *kernel* menggunakan *bandwidth* (h) berfungsi mendefinisikan serta menentukan variansi dan bias dari $\hat{f}_h(x)$ (Härdle, 1994).

Misalkan $(x = x_1, x_2, \dots, x_n)$ merupakan sampel acak dari suatu distribusi f dan K merupakan suatu fungsi kernel positif serta terbatas. Adapun lima syarat yang harus dipenuhi, yaitu (Silverman, 1986):

1. Untuk semua x , $K(x) \geq 0$;

2. $\int_{-\infty}^{\infty} x_i K(x) dx = \begin{cases} 1, & i = 0 \\ 0, & 1 \leq i < r \\ \neq 0, & i = r \end{cases}$;
3. $\int_{-\infty}^{\infty} x^2 K(x) dx = \sigma^2 > 0$;
4. $\int_{-\infty}^{\infty} K(x) dx = 1$;
5. $K(x)$ bersifat simetris di sekeliling nol. Grafik di sekitar garis vertikal Y berbentuk lonceng.

Untuk mendapatkan dan menggunakan bobot yang sesuai, dimana m adalah fungsi yang tidak diketahui. Dalam regresi kernel, berbagai estimator kernel digunakan, termasuk estimator *Nadaraya-Watson*, estimator kernel *Priestly Chao*, estimator kernel *Gasser Muller*, dan estimator kernel *Polinomial Lokal*. Di sisi lain, yang akan menjadi subjek dalam penelitian ini adalah Estimator *Nadaraya-Watson*.

2.1.2.2 Estimasi Kernel Nadaraya-Watson

Menurut Halim & Bisono (2006) dalam Purwanti (2019), penaksir *kernel* sepadan dengan penaksir linier lainnya. Akan tetapi, penaksir *kernel* lebih spesifik dalam penggunaan *bandwidth*. Berikut tiga jenis penaksir *kernel*:

1. Penaksir *Priestley-Chao*

$$\hat{m}(x) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{h} (x_i - x_{i-1}) K\left(\frac{x - x_i}{h}\right) y_i$$

2. Penaksir *Nadaraya-Watson*

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right) y_i}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right)} \quad (2.9)$$

3. Penaksir *Gasser-Muller*

$$\hat{m}(x) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{h} \left[\int_{x_{i-1}}^{x_i} K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) dx \right] y_i$$

dimana:

$K(.)$: Fungsi *kernel*

$\hat{m}(x_i)$: Fungsi taksiran regresi nonparametrik yang memuat variabel prediktor

x_i : Variabel prediktor pada observasi ke- i , $i = 1, 2, \dots, n$

y_i : Variabel respon pada observasi ke- i , $i = 1, 2, \dots, n$

h : *Bandwidth*

x : Sampel acak

n : Banyak data

Nadaraya-Watson mengusulkan estimator regresi kernel pada tahun 1964 untuk memperkirakan m sebagai rata-rata terbobot lokal dengan menggunakan kernel sebagai fungsi pembobot (Saputra, 2016). Estimator kernel digunakan untuk menaksir pembilang dan penyebut secara terpisah pada fungsi kepadatan peluang gabungan $f(x, y)$, sehingga diperoleh (Apriani, 2015):

$$f(x, y) = \frac{1}{nh_x h_y} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right) K\left(\frac{y-y_i}{h_y}\right) \quad (2.10)$$

Sehingga untuk mendapatkan hasil estimasi dari numerator (pembilang) yang terdapat pada persamaan (2.10):

$$\int_{-\infty}^{\infty} y f(x, y) dy = \frac{1}{nh_x h_y} \int_{-\infty}^{\infty} y \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right) K\left(\frac{y-y_i}{h_y}\right) dy \quad (2.11)$$

dan,

$$\int_{-\infty}^{\infty} y K\left(\frac{y-y_i}{h_y}\right) dy = y_i \quad (2.12)$$

sehingga dapat dituliskan:

$$\int_{-\infty}^{\infty} y f(x, y) dy = \frac{1}{nh_x h_y} \int_{-\infty}^{\infty} y \sum K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right) y_i \quad (2.13)$$

Kemudian akan dihitung estimasi deminator (penyebut):

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) dy &= \frac{1}{nh_x h_y} \int_{-\infty}^{\infty} y \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right) K\left(\frac{y-y_i}{h_y}\right) dy \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} K\left(\frac{y-y_i}{h_y}\right) dy = 1 \end{aligned} \quad (2.14)$$

Kernel direpresentasikan dengan K dalam bentuk fungsi, dan kernel tersebut merupakan fungsi kontinu, dibatasi dan simetris, yang dapat diintegrasikan untuk menghasilkan 1.

$$\int_{-\infty}^{\infty} K(u) du = 1 \quad (2.15)$$

Maka diperoleh,

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) dy = \frac{1}{nh_x h_y} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right) y_i = f(x) \quad (2.16)$$

Menurut Marinelli & D'Addona (2017) dalam Purwanti (2019), estimasi kernel *Nadaraya-Watson* untuk $\hat{m}(x)$ dari fungsi regresi yaitu:

$$\hat{m}(x) = \frac{\frac{1}{nh_x h_y} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right) y_i}{\frac{1}{nh_x h_y} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right)}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right)}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right)} \sum_{i=1}^n y_i \\
&= \sum_{i=1}^n W_i(x) y_i
\end{aligned} \tag{2.17}$$

dengan,

$$W_i(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right)}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h_x}\right)} \tag{2.18}$$

dan $h = h_x$, sehingga dapat ditulis dalam persamaan berikut:

$$W_i(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)} = 1 \tag{2.19}$$

dimana:

X_i : Nilai variabel prediktor

Y_i : Nilai variabel respon

x : Jumlah variabel prediktor

h : *Bandwidth*

maka diperoleh,

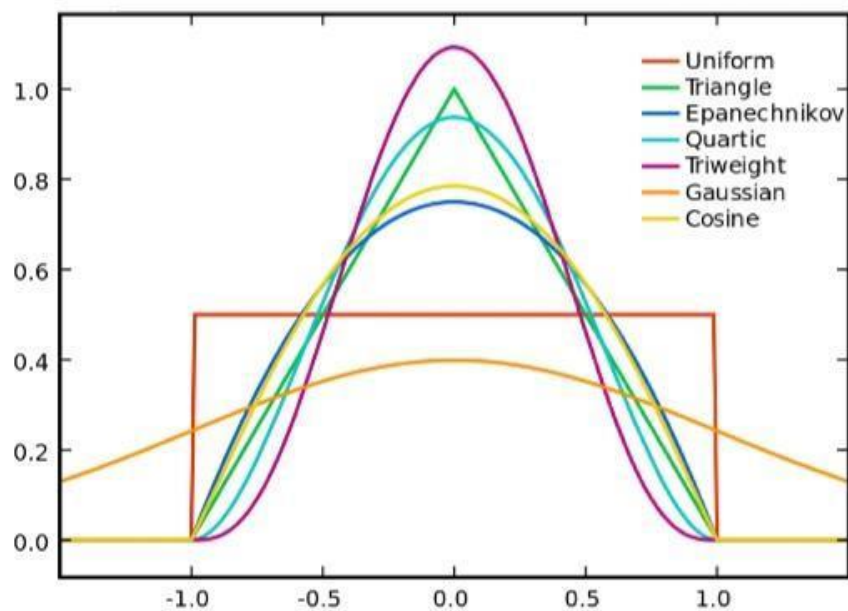
$$\hat{m}(x) = \sum_{i=1}^n W_i(x) y_i = \sum_{i=1}^n y_i \tag{2.20}$$

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa estimator *Nadaraya-Watson* merupakan rata-rata dari y_i . Oleh karena itu, sering disebut dengan estimator *Nadaraya-Watson*. Bentuk kernel ditentukan oleh K , sedangkan ukuran parameter dengan h , yang disebut *bandwidth*. Secara umum, ada berbagai fungsi

kernel. Fungsi kernel yang mengambil nilai-nilai yang sangat kecil dapat menyebabkan *underflow* numerik pada komputer.

2.1.2.3 Fungsi Kernel

Plot dari setiap fungsi kernel yang disajikan pada Gambar 2.3 (Setiawan & Suwarman, 2018) :



Gambar 2.3 Fungsi Kernel

Selain estimator kernel terdapat juga fungsi kernel. Suatu fungsi kernel harus merupakan fungsi kontinyu, riil, simetris, dan terbatas. Menurut Hardle, (1994), secara umum fungsi kernel didefinisikan sebagai berikut:

$$K(x) = \frac{1}{h} K\left(\frac{x}{h}\right) \quad (2.21)$$

dimana:

K : Fungsi kernel

h : *Bandwith* atau parameter pemulus

Fungsi kernel *Gaussian*, *Epanechnikov*, *Uniform*, *Triangular*, *Triweight*, *Quartik*, dan *Cosinus* adalah di antara berbagai fungsi kernel. Beberapa macam fungsi kernel diantaranya, yang disajikan pada Tabel 2.1 berikut (Sukarsa, 2012):

Tabel 2.1 Fungsi Kernel

Tipe Kernel	Fungsi Kernel	Kondisi
<i>Gaussian</i>	$K(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \frac{-u^2}{2} I$	$-\infty < u < \infty$
<i>Epanechnikov</i>	$K(u) = \frac{3}{4}(1-u^2)I$	$(u \leq 1)$
<i>Uniform</i>	$K(u) = \frac{1}{2}I$	$(u \leq 1)$
<i>Triangular</i>	$K(u) = (1- u)I$	$(u \leq 1)$
<i>Tricube</i>	$K(u) = \frac{70}{81}(1- u ^3)^3 I$	$(u \leq 1)$
<i>Triweight</i>	$K(u) = \frac{35}{23}(1-u^2)^3 I$	$(u \leq 1)$
<i>Biweight</i> (<i>Quartik</i>)	$K(u) = \frac{15}{16}(1-u^2)I$	$(u \leq 1)$
<i>Cosinus</i>	$\frac{\pi}{4} \cos\left(\frac{\pi}{2} x\right) I$	$(u \leq 1)$
<i>Logistik</i>	$\frac{1}{e^x + 2 + e^{-x}}$	–

dimana ***I*** merupakan fungsi indikator.

$$I(u) = \begin{cases} 1, & \text{jika } |x| \leq 1 \\ 0, & \text{jika } |x| > 1 \end{cases}$$

Pada penelitian ini, fungsi yang digunakan adalah fungsi *Gaussian*.

Berikut ini adalah representasi umum dari fungsi kernel *Gaussian*:

$$K(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \frac{-u^2}{2} \quad (2.22)$$

dengan,

$$u = \frac{x - x_i}{h} \quad (2.23)$$

kemudian mensubstitusi persamaan (2.22) ke persamaan (2.9). Maka persamaan menjadi:

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - x_i}{h_i} \right)^2 \right) y_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - x_i}{h_i} \right)^2 \right)} \quad (2.24)$$

Pada penelitian ini, model regresi nonparametrik *kernel* yang digunakan merupakan regresi nonparametrik *kernel multivariate* dengan persamaan umum sebagai berikut:

$$y_i = \hat{m}(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi}) + \varepsilon_i \quad (2.25)$$

Sehingga fungsi regresi nonparametrik menggunakan estimator *Nadaraya-Watson* secara umum dapat dituliskan sebagai (Lamusu, dkk., 2021):

$$\hat{m}(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi}) = \frac{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K_{h_j} \left(\frac{x_j - x_{ji}}{h_j} \right) y_i}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K_{h_j} \left(\frac{x_j - x_{ji}}{h_j} \right)} \quad (2.26)$$

dengan mensubstitusi persamaan (2.24) ke persamaan (2.26) maka persamaan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah

$$\hat{m}(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi}) = \frac{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x_j - x_{ji}}{h_j}\right)^2\right) y_i}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x_j - x_{ji}}{h_j}\right)^2\right)} \quad (2.27)$$

dimana:

x_i : Nilai variabel prediktor pada observasi ke- i ,

y_i : Nilai variabel respon pada observasi ke- i dengan $i = 1, 2, \dots, n$,

x : Jumlah variabel prediktor

h : *Bandwidth*

2.1.2.4 *Bandwidth Optimum*

Dalam regresi nonparametrik, menentukan bandwidth yang tepat untuk parameter *smoothing* sangatlah penting. Varians dan bias harus diseimbangkan untuk mencapai *bandwidth* yang diinginkan. Estimator *Nadaraya-Watson* digunakan dalam formula untuk bias dan varian asimtotik prediksi (Hardle, 1994).

Pemilihan *bandwidth* adalah masalah utama dalam pemilihan kernel. Keseimbangan antara bias dan varians diberi bobot lebih dalam proses pemilihan *bandwidth* yang optimal. Menurut Sukarsa & Srinadi (2012), kriteria untuk menentukan estimator terbaik dalam model regresi nonparametrik, antara lain:

1. *Mean Square Error (MSE)*

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

2. *Root Mean Square Error (RMSE)*

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

3. Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} = \frac{\sum_{t=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n}$$

Dalam penelitian ini, kriteria yang digunakan adalah MSE. *Mean Square Error* (MSE) merupakan salah satu rumusan masalah yang dapat menunjukkan hubungan antara bias dan varians. Dengan meminimalkan MSE, masalah antara bias dan varians juga dapat diminimalkan. Estimasi yang dihasilkan secara signifikan dipengaruhi oleh *bandwidth* kernel, yang merupakan parameter independen. Metode biasa dikenal sebagai estimasi *bandwidth* kernel aditif dihasilkan ketika tidak konstan tetapi bervariasi berdasarkan estimasi atau sampel. pemanfaatan kriteria GCV (*Generalized Cross Validation*), yang didefinisikan sebagai berikut, merupakan salah satu cara untuk mendapatkan *bandwidth* yang optimal (Eubank, 1999):

$$GCV = \frac{MSE}{\left(1 - \frac{1}{n} \text{tr}(I - H(h))\right)^2} \quad (2.28)$$

dengan,

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (2.29)$$

$$H(h) = X (X'X + nhI_n)^{-1} X' \quad (2.30)$$

dimana:

MSE : Mean Square Error,

tr : Trace matriks,

X : Matriks data,

X' : Matriks transpose,

$\hat{y}_i$: Taksiran variabel respon pada observasi ke- i ,

y_i : Variabel respon pada observasi ke- i ,

n : Banyak data,

h : *Bandwidth*,

I_n : Matriks identitas,

2.1.2.5 Uji Keakuratan Model

Menurut Subagyo (1986) dalam (Suryanto, 2019) *Mean Absolute Error* (MAE) adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengukur tingkat keakuratan model. Nilai MAE menunjukkan rata-rata kesalahan (*error*) absolut antara hasil peramalan/prediksi dengan nilai riil. Secara rumus MAE dijelaskan sebagai berikut:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f_i - y_i| \quad (2.31)$$

dimana:

y_i : nilai sebenarnya

f_i : nilai hasil prediksi

n : jumlah data

Menghitung rata-rata *error* dengan memberikan bobot yang sama untuk seluruh data $i = 1, 2, \dots, n$ secara intuitif. Untuk evaluasi model prediksi, MAE lebih intuitif dalam memberikan rata-rata error dari keseluruhan data. Dalam kasus ini pemilihan MAE menjadi tepat karena seluruh data diberikan bobot yang sama.

2.1.3 Inflasi

Secara umum, istilah “inflasi” mengacu pada kenaikan harga yang umum dan terus menerus. Kebijakan moneter Bank Indonesia bertujuan untuk mengelola tekanan harga yang diakibatkan oleh kondisi sisi penawaran dan sisi permintaan agregat. Kebijakan moneter tidak bertujuan untuk merespon inflasi yang meningkat akibat faktor-faktor sementara yang pada akhirnya akan hilang dengan sendirinya. Jika harga beberapa barang naik tanpa mempengaruhi harga barang lain, kenaikan tidak dapat dianggap sebagai ekspansi (Yehosua, dkk., 2019).

Bodei, (2014) mendefinisikan inflasi sebagai nilai dimana harga rata-rata barang dan jasa menaik. Suatu peristiwa moneter yang dikenal sebagai inflasi ditandai dengan kecenderungan untuk menurunkan nilai uang dan kenaikan harga barang secara keseluruhan. Menurut teori kuantitas uang sekolah klasik, peningkatan jumlah uang dalam masyarakat mengakibatkan kelebihan uang beredar.

Bank Indonesia mencirikan ekspansi hanya sebagai ekspansi biaya yang umum dan layak. Ekspansi tidak dapat dicirikan sebagai peningkatan harga hanya beberapa produk, kecuali jika hal itu juga mempengaruhi barang dagangan lain dan meningkatkan harga mereka. Apapun yang bertentangan dengan pembangunan disebut penelusuran. Penurunan tingkat biaya umum disebut deflasi (Case & Fair, 2007).

Menurut Putong dalam Faoriko, (2013) mengatakan ada tiga jenis inflasi, antara lain:

1. Menurut Sifatnya

Berdasarkan sifatnya, inflasi dibagi dalam tiga tingkatan yaitu (Nanga, 2001):

a. Inflasi Sedang (*Moderate Inflation*)

Kondisi ini ditandai dengan jangka waktu yang relatif panjang dan laju inflasi yang lambat.

b. Inflasi Menengah (*Gallopning Inflation*)

Kenaikan harga yang signifikan (biasanya dalam dua digit atau bahkan tiga digit) dan terkadang terjadi secara cepat dan merupakan ciri dari kondisi ini. Artinya, harga minggu ini atau bulan ini lebih tinggi daripada minggu lalu atau bulan ini, misalnya. Efeknya lebih besar pada ekonomi daripada inflasi yang naik perlahan.

c. Inflasi Tinggi (*Hyper Inflation*)

Inflasi tinggi adalah hasil yang paling ekstrim. Biaya naik lima atau beberapa kali lipat. Orang tidak lagi berpegang pada keinginan untuk menysihkan uang karena nilai uang telah turun sehingga mereka harus menukarnya dengan produk.

2. Menurut Penyebabnya

Inflasi dapat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan sumber atau penyebab kenaikan harga saat ini yaitu penyebab awal inflasi dan tinjauan dari mula inflasi. Kategori-kategori ini adalah sebagai berikut (Jacobus, dkk., 2015):

a. *Demand-Pull Inflation*

Peningkatan permintaan masyarakat umum akan barang (dikenal sebagai permintaan agregat) menyebabkan inflasi tarikan permintaan. Biasanya inflasi ini terjadi selama periode pertumbuhan ekonomi yang cepat. Peluang untuk pekerjaan menghasilkan pendapatan dan pengeluaran yang tinggi

yang melebihi kapasitas ekonomi untuk memproduksi barang dan jasa. Inflasi akan dihasilkan dari pengeluaran yang terlalu tinggi ini.

b. *Cost Push Inflation*

Cost Push Inflation adalah jenis inflasi yang disebabkan oleh *negative supply shocks* akibat bencana alam dan gangguan distribusi, kenaikan harga komoditas yang diatur pemerintah, dan pengaruh inflasi dari luar negeri, khususnya di negara mitra dagang. Ketika tingkat pengangguran sangat rendah, perkembangan inflasi ini terjadi jelas di tengah perkembangan keuangan yang pasat. Jika permintaan masih banyak, pelaku usaha akan berusaha meningkatkan produksi dengan membayar lebih banyak tenaga kerja dan mencari tenaga kerja baru dengan tawaran gaji yang lebih tinggi. Pergerakan ini mengakibatkan kenaikan biaya produksi yang pada gilirannya mengakibatkan kenaikan harga berbagai barang.

3. Menurut Asalnya

Inflasi dapat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan dari mana asalnya, dalam negeri (*domestic inflation*) dan luar negeri (*imported inflation*) (Nopirin, 1994).

a. Inflasi yang berasal dari dalam negeri (*domestic inflation*)

Guncangan dari dalam negeri, baik dari tindakan masyarakat maupun kebijakan ekonomi pemerintah turut menyumbang terjadinya inflasi tersebut.

b. Inflasi yang berasal dari luar negeri (*imported inflation*)

Imported inflation adalah inflasi yang terjadi di suatu negara sebagai akibat dari kenaikan harga yang berasal dari tempat lain. Harga barang input

produksi yang tidak dapat diproduksi di dalam negeri juga berpengaruh terhadap harga barang impor yang pada gilirannya menyebabkan kenaikan harga barang impor.

2.1.4 Suku Bunga

Surat berharga yang dikenal dengan Sertifikat Bank Indonesia (SBI) diterbitkan oleh Bank Indonesia sebagai bentuk pengakuan utang jangka pendek melalui penggunaan sistem diskon/bunga. Salah satu alat yang digunakan Bank Indonesia untuk menjaga stabilitas rupiah adalah SBI. Menurut Hudaya, (2011), Bank Indonesia dapat merayap kelebihan uang primer yang beredar dengan cara menjual SBI. Atas dasar perhitungan waktu dan nilai ekonomi, suku bunga menawarkan keuntungan dibandingkan jumlah pinjaman yang tinggi dan rendah.

Menurut Boediono dalam Yehosua, dkk., (2019) Suku Bunga adalah harga dari penggunaan dana investasi (*loanable funds*). Saat memutuskan apakah seseorang akan menabung atau berinvestasi, suku bunga adalah salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan.

2.1.5 Kurs Valuta Asing

Menurut Salvatore dalam (Jacobus, dkk., 2015), perbandingan nilai atau harga mata uang Rupiah dengan mata uang lainnya disebut nilai tukar Rupiah. Nilai tukar mata uang asing atau *exchange rate* adalah perbandingan nilai suatu mata uang dengan mata uang lainnya dalam perdagangan antar negara dimana setiap negara memiliki alat tukarnya masing-masing.

Menurut Faoriko, (2013) permintaan nilai tukar dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Faktor pembayaran impor.

Permintaan akan mata uang asing meningkat karena lebih banyak barang dan jasa yang diimpor, mengakibatkan nilai tukar melemah. Di sisi lain, penurunan impor menurunkan permintaan mata uang, yang meningkatkan nilai tukar.

2. Faktor arus keluar modal.

Nilai tukar melemah sebagai akibat meningkatnya permintaan mata uang asing dan arus keluar modal yang lebih besar. Pencurahan modal meliputi cicilan kewajiban oleh penduduk Indonesia (baik swasta maupun pemerintah) kepada pihak luar dan spekulasi di luar negeri oleh penduduk Indonesia.

3. Kegiatan spekulasi.

Nilai tukar mata uang domestik terhadap mata uang lainnya melemah ketika semakin banyak spekulasi yang terlibat dalam transaksi spekulatif mata uang.

2.1.6 Jumlah Uang Beredar

Jumlah total uang yang dikeluarkan dan diedarkan oleh Bank Sentral disebut sebagai uang beredar. Ada dua jenis uang tunai, yaitu koin dan uang kertas. Oleh karena itu, istilah “mata uang” dan “uang” mengacu pada hal yang sama. Jumlah uang yang beredar serta giro di Bank Komersial merupakan jumlah uang beredar dalam perekonomian (Hudaya, 2011).

Suatu benda yang berguna sebagai satuan hitung, alat penyimpanan nilai, dan alat tukar adalah uang. Uang digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu (Nainggolan dkk., 2021):

1. Uang primer.

Mata uang dan giro membentuk uang dasar, yang merupakan bentuk fundamental dari uang. Koin dan uang kertas adalah dua jenis mata uang. Kas dan giro dari bank umum dan swasta yang diterbitkan oleh Bank Indonesia merupakan giro.

2. Uang penuh atau *full bodied money* apabila nilai nominal sama dengan nilai intrinsiknya.
3. Uang tanda atau *token money* apabila nilai nominalnya lebih besar daripada nilai intrinsiknya.

Jika rupiah menguat, konsumsi akan meningkat, terutama barang-barang impor, sesuai dengan korelasi antara *money spread* dan nilai tukar. Jumlah uang beredar pasti diuntungkan oleh kenaikan konsumsi ini.

Karena kenaikan suku bunga SBI akan mengakibatkan kenaikan suku bunga pinjaman dan juga suku bunga simpanan, terdapat korelasi antara jumlah uang yang disebar dengan suku bunga SBI. Tingkat bunga yang tinggi akan mendorong investor asing untuk memasukkan uang ke dalam bisnis. Secara alami, jumlah uang beredar meningkat sebagai akibat masuknya modal dari investor.

2.2 Prinsip Ekonomi dalam Islam

Menurut Amin, (2019), karena penggunaan dinar dan dirham yang stabil sebagai mata uang, inflasi bukanlah masalah ekonomi utama dan agregat dalam ekonomi syari'ah. Meski kecil kemungkinan terjadinya, nilai dinar masih bisa turun, terutama jika emas ditemukan dalam jumlah yang signifikan, menurunkan nilai emas yang membentuk nilai nominal dinar. Beberapa waktu itu, kontradiksi dalam Al-Qur'an dan Hadist memberikan petunjuk penjelasan mendasar bahwa manusia sangat mencintai materi, sebagaimana dalam Al-Qur'an yang diterbitkan

oleh Lajnah Pentashih Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI, Surat Ali Imran ayat 14, yang berbunyi:

رُئِيَ لِلنَّاسِ حُبُّ الشَّهَوَاتِ مِنَ النِّسَاءِ وَالْبَنِينَ وَالْقَنَاطِيرِ الْمُقَنْطَرَةِ مِنَ الذَّهَبِ وَالْفِضَّةِ وَالْخَيْلِ الْمُسَوَّمَةِ
وَالْأَنْعَامِ وَالْخَرْبِ ۚ ذَٰلِكَ مَتَاعُ الدُّنْيَا ۗ وَاللَّهُ عِنْدَهُ حُسْنُ الْمَاٰبِ

Artinya: “Dijadikan indah pada (pandangan) manusia kecintaan kepada apa-apa yang diingini, Yaitu: wanita-wanita, anak-anak, harta yang banyak dari jenis emas, perak, kuda pilihan, binatang-binatang ternak dan sawah ladang. Itulah kesenangan hidup di dunia, dan di sisi Allah-lah tempat kembali yang baik (surga)”.

Menurut Amin, (2019) mengenai prinsip-prinsip ekonomi syari’ah yang digariskan dalam Al-Qur’an yang diterbitkan oleh Lajnah Pentashih Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI, yang meliputi mengandung arti sebagai berikut:

1. Masalah ekonomi tidak boleh melalaikan kewajiban kepada Allah SWT, menurut Al-Qur’an Surat Al Jumuah ayat 9 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا نُودِيَ لِلصَّلَاةِ مِنْ يَوْمِ الْجُمُعَةِ فَاسْعَوْا إِلَىٰ ذِكْرِ اللَّهِ وَذَرُوا الْبَيْعَ ۚ ذَٰلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِنْ كُنْتُمْ تَعْلَمُونَ

Artinya: “Hai orang-orang beriman, apabila diseru untuk menunaikan shalat Jum’at, maka segeeralah kamu kepada mengingat Allah dan tinggalkanlah jual beli yang demikian itu lebih baik bagimu jika kamu mengetahui”.

Berikut adalah penjelasan ringkas Surat Al Jumuah ayat 9 menurut Tafsir Al-Qur’an Al-Karim (Badan Litbang dan Diklat Lajnah Penthashihan Mushaf Al-Quran, 2016):

“Allah menghimbau orang-orang beriman agar segera ke masjid untuk salat berjamaah apabila azan sudah dikumandangkan. Wahai orang-orang yang beriman! Di mana pun dan kapan pun kamu berada. Apabila telah diseru dengan dikumandangkan azan untuk melaksanakan salah jumat pada hari Jumat, atau salat lima waktu maka segeeralah kamu mengingat Allah, dengan melaksanakan salah yang khusyuk serta dzikir dan doa sesudah salat; dan tinggalkanlah jual beli dan berbagai kegiatan lainnya. Yang demikian itu, meninggalkan sementara berbagai kegiatan untuk segera melaksanakan salat wajib berjamaah di masjid, lebih baik bagi kamu

dibandingkan dengan menunda-nunda salat, jika kamu mengetahui keutamaan salat di awal waktu dengan berjamaah di masjid”.

2. Bekerja di bidang ekonomi harus bermuara pada kecintaan kepada Allah

SWT, menurut Al-Qur'an Surat At Taubah ayat 24 yang berbunyi:

قُلْ إِنْ كَانَ آبَاؤُكُمْ وَأَبْنَاؤُكُمْ وَإِخْوَانُكُمْ وَأَزْوَاجُكُمْ وَعَشِيرَتُكُمْ وَأَمْوَالٌ اقْتَرَفْتُمُوهَا وَتِجَارَةٌ تَخْشَوْنَ كَسَادَهَا وَمَسَاكِينُ تَرْضَوْنَهَا أَحَبَّ إِلَيْكُمْ مِّنَ اللَّهِ وَرَسُولِهِ وَجِهَادٍ فِي سَبِيلِهِ فَتَرَبَّصُوا حَتَّى يَأْتِيَ
اللَّهُ بِأَمْرِهِ ۗ وَاللَّهُ لَا يَهْدِي الْقَوْمَ الْفَاسِقِينَ

Artinya: Katakanlah: “Jika bapak-bapak, anak-anak, saudara-saudara, istri-istri, kaum keluargamu, harta kekayaan yang kamu usahakan, perniagaan yang kamu khawatiri kerugiannya, dan tempat tinggal yang kamu sukai, adalah lebih kamu cintai dari Allah dan RasulNya dan dari berjihad di jalan nya, maka tunggulah sampai Allah mendatangkan keputusan NYA” dan Allah tidak memberi petunjuk kepada orang-orang yang fasik.

Berikut adalah penjelasan ringkas Surat At Taubah ayat 24 menurut Tafsir

Al-Qur'an Al-Karim (Badan Litbang dan Diklat Lajnah Penthashihan Mushaf

Al-Quran, 2016):

“Ayat ini turun berkenaan dengan keengganan sebagian kaum muslim untuk berhijrah ke Madinah karena diberatkan oleh hal-hal yang bersifat duniawi. Padahal, hijrah merupakan wujud nyata kecintaan kaum mukmin kepada Allah dan Rasul-Nya. Katakanlah, wahai Rasul, (Jika bapak-bapakmu, anak-anakmu, saudara-saudaramu, istri-istimu yang selalu mendampingimu, keluargamu yang selalu melindungimu, harta kekayaan yang kamu usahakan dengan susah payah, perdagangan yang kamu khawatirkan kerugiannya, dan rumah-rumah tempat tinggal yang kamu sukai yang dibangun dengan biaya yang cukup besar, lebih kamu cintai daripada Allah dan Rasul-Nya serta berjihad di jalan-Nya, maka tunggu-lah sampai Allah memberikan keputusan-Nya, dengan menurunkan hukuman-Nya yang tidak mungkin kamu elakkan. Padahal, hal itu merupakan sikap orang-orang fasik, karena keluar dari ketaatan kepada Allah dan Rasul-Nya). Dan Allah tidak memberi petunjuk kepada orang-orang fasik”.

3. Menafkahkan harta untuk meninggikan syiar agama, menurut Al-Qur'an

Surat Al Munafiqun ayat 10, yang berbunyi:

إِذَا جَاءَكَ الْمُنْفِقُونَ قَالُوا نَشْهَدُ إِنَّكَ لَرَسُولُ اللَّهِ وَاللَّهُ يَعْلَمُ إِنَّكَ لَرَسُولُهُ ۚ وَاللَّهُ يَشْهَدُ إِنَّ الْمُنْفِقِينَ
لَكَاذِبُونَ

Artinya: “Dan belanjakanlah sebagian dari apa yang telah Kami berikan kepadamu sebelum datang kematian kepada salah seorang di antara kamu; lalu ia berkata: “Ya Rabb-ku, mengapa Engkau tidak menangguhkan (kematian)ku sampai waktu yang dekat, yang menyebabkan aku dapat bersedekah dan aku Termasuk orang-orang yang saleh?”.

Berikut adalah penjelasan ringkas Surat Al Munafiqun ayat 10 menurut Tafsir

Al-Qur'an Al-Karim (Badan Litbang dan Diklat Lajnah Penthashihan Mushaf

Al-Quran, 2016):

“Ayat ini menghimbau orang-orang beriman untuk memfungsikan harta dengan benar. Dan infakkanlah sebagian dari apa yang telah Kami berikan kepadamu untuk kepentingan duafa, fasilitas umum, dan fasilitas sosial sebelum kematian datang kepada salah seorang di antara kamu sehingga kamu tak sempat berinfak; lalu dia berkata setelah kematian terjadi, menyesalinya, (Ya Tuhanku, sekiranya Engkau berkenan menunda kematianku sedikit waktu lagi, maka aku dapat bersedekah dengan hartaku ini dan aku dengan demikian akan termasuk orang-orang yang saleh, karena menjadi dermawan”.

4. Mengorbankan harta demi mengejar Allah SWT, sebagaimana firman Allah

SWT dalam Al-Qur'an Surat At Taubah ayat 53 yang berbunyi:

قُلْ أَنْفِقُوا طَوْعًا أَوْ كَرْهًا لَنْ يُتَقَبَلَ مِنْكُمْ لَإِنَّكُمْ كُنْتُمْ قَوْمًا فَاسِقِينَ

Artinya: Katakanlah: “Nafkahkanlah hartamu, baik dengan sukarela ataupun dengan terpaksa, Namun nafkah itu sekali-kali tidak akan diterima dari kamu. Sesungguhnya kamu adalah orang-orang yang fasik”.

Berikut adalah penjelasan ringkas Surat At Taubah ayat 53 menurut Tafsir

Al-Qur'an Al-Karim (Badan Litbang dan Diklat Lajnah Penthashihan Mushaf

Al-Qur'an, 2016):

“setelah ayat sebelumnya menjelaskan balasan orang-orang munafik baik di dunia maupun di akhirat, maka ayat ini menginformasikan betapa kebaikan yang dilakukan orang-orang munafik itu tidak akan memberi manfaat apa pun bagi mereka. Katakanlah, wahai Nabi Muhammad, kepada kaum munafik itu, (Infakkanlah hartamu baik dengan sukarela maupun dengan

terpaksa, namun inflakmu itu tetap sia-sia saja dan tidak akan diterima. Sesungguhnya infak yang kamu lakukan itu justru untuk melawan agama Allah, sehingga dengan begitu kamu dengan orang-orang yang fasik, yakni orang-orang yang keluar dari ketaatan kepada Allah)".

Pendekatan ekonomi syari'ah untuk mengatasi inflasi, berdasarkan prinsip-prinsip sebelumnya adalah (Mulyani, 2020):

1. Uang harus dicetak dengan jumlah yang rendah

Menurut Al-Maqrizi (Karim & Adiwarmanto, 2004), uang harus dicetak dalam pecahan kecil dan minimal yang diperlukan untuk transaksi.

2. Menerapkan strategi *Dues Idle Fund* (Pajak terhadap dana menganggur)

Bank Indonesia menerapkan Giro Wajib Minimum (GWB) di BI, suatu instrumen kebijakan moneter syariah yang besarnya ditentukan BI dengan menggunakan persentase dana pihak ketiga.

3. Menerapkan Kebijakan Fiskal

Tingkat inflasi dan pertumbuhan ekonomi dipengaruhi oleh kebijakan fiskal di Baitul Mal yang juga berpengaruh positif terhadap investasi dan agregat penawaran. Misalnya adalah defisit APBN yang sangat jarang terjadi. Hal ini disebabkan fakta bahwa pengeluaran hanya boleh dilakukan jika diterima. Zakat perdagangan dihitung dengan menggunakan besarnya keuntungan, bukan harga jual, dan besarnya kurs *kharaj* tidak ditentukan oleh zona.

2.3 Kajian Topik dengan Teori Pendukung

Ada beberapa spesialis masa lalu yang mengarahkan penelitian dalam memanfaatkan regresi nonparametrik kernel fungsi *gaussian*. Peneliti yang pertama yaitu Ayuningtyas, (2018), analisis regresi berganda dan metode regresi nonparametrik kernel, serta estimasi *Nadaraya-Watson* fungsi *Gaussian* adalah

statistik inferensi yang digunakan untuk membuat prediksi dalam penelitiannya. Kesimpulan dalam penelitiannya yaitu, model yang terbaik untuk memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) yaitu menggunakan regresi nonparametrik kernel dengan estimator Nadaraya-Watson.

Peneliti lainnya yaitu Purwanti, (2019), regresi nonparametrik kernel *Nadaraya-Watson* digunakan dalam penelitiannya untuk menentukan metode mana yang terbaik untuk memprediksi fungsi *Gaussian* dan fungsi *Epanechnikov*, serta *bandwidth* terbaik. Aturan *Silverman* dapat digunakan untuk mendapatkan *bandwidth* terbaik untuk regresi nonparametrik kernel, dan prediksi estimator *Nadaraya-Watson* menunjukkan bahwa fungsi kernel *Gaussian* lebih dekat dengan data aktual dan berkinerja lebih baik daripada kernel *Epanechnikov*.

Peneliti lainnya yaitu Kesumah & Efendi, (2022). Dalam penelitiannya membandingkan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) regresi parametrik dan regresi nonparametrik kernel *Nadaraya-Watson* fungsi kernel *Gaussian* dengan menggunakan data data IHSG di Indonesia. Selain itu, digunakan untuk prediksi IHSG untuk kedepannya. Kesimpulan pada penelitiannya bahwa model regresi nonparametrik berbasis estimator *Nadaraya-Watson* lebih unggul daripada model ARIMA ketika *bandwidth* optimal pertama kali ditentukan menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV). Karena memiliki nilai MAPE yang rendah, hasil prediksi juga menghasilkan model regresi nonparametrik yang sangat baik untuk digunakannya prediksi terhadap IHSG di Indonesia.

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, terbukti bahwa metode Kernel *Nadaraya-Watson* Fungsi *Gaussian* dalam menentukan fungsi regresi nonparametrik dapat membentuk model yang dapat digunakan untuk memprediksi

keadaan dalam periode yang akan datang untuk inflasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian kuantitatif dan penelitian literatur, karena masalah yang dibahas dan tujuan yang ingin dicapai. Penulisan penelitian dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan referensi pendukung yang berhubungan dengan penelitian ini. Penelitian kuantitatif di sisi lain, adalah pengumpulan dan analisis data numerik sesuai dengan kebutuhan peneliti.

3.2 Data dan Sumber Data

Data sekunder digunakan dalam penelitian ini. Data sekunder merupakan data penelitian yang peneliti dapatkan secara tidak langsung dari media. Penelitian ini menggunakan data inflasi di Indonesia, suku bunga (*BI Rate*), nilai tukar kurs rupiah terhadap USD, dan jumlah uang beredar periode Januari 2020 hingga Desember 2022. Data tersebut diakses pada 20 Februari 2023. Sumber dari masing-masing data sebagai berikut:

1. Data suku bunga (SBI), dan jumlah uang beredar diperoleh dari sumber resmi *website* Badan Pusat Statistik (BPS) di Indonesia.
2. Data inflasi, dan kurs rupiah terhadap dollar diambil dari sumber resmi *website* Bank Indonesia (BI).

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang ada pada Tabel

3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Simbol	Jenis Variabel	Variabel	Satuan
Y	Respon	Inflasi	%
X_1	Prediktor	Suku Bunga Bank Indonesia (BI Rate)	%
X_2	Prediktor	Kurs Rupiah terhadap Dollar AS	Rp
X_3	Prediktor	Jumlah Uang Beredar (JUB)	Rp

3.3 Tahapan Penelitian

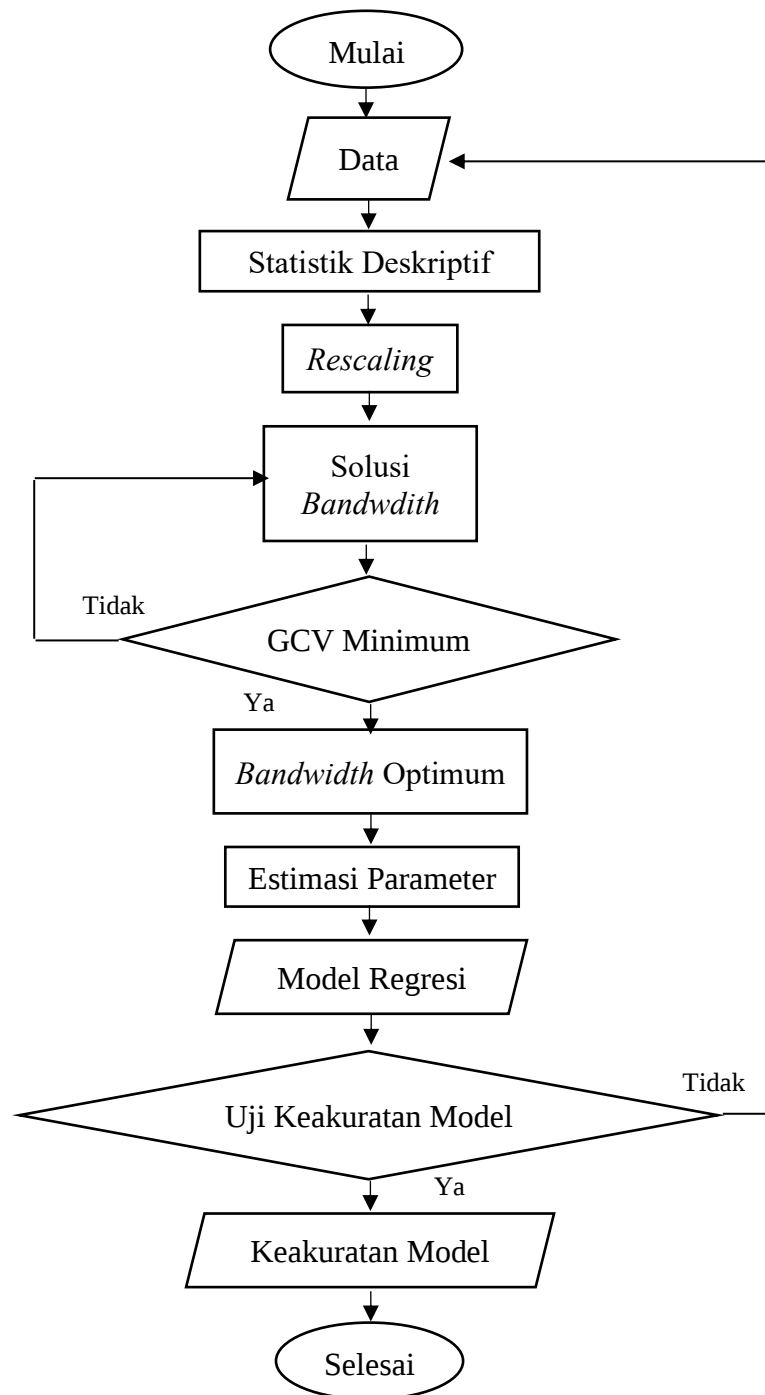
Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengolah sebuah data sebagai informasi agar bermanfaat untuk menemukan solusi asal perseteruan dikenal dengan teknik analisis data. Analisis data yang digunakan dapat diringkas sebagai berikut:

1. Pemodelan regresi nonparametrik *Kernel Fungsi Gaussian* pada faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia:
 - a. Mendeskripsikan data inflasi, suku bunga, kurs rupiah terhadap USD, dan jumlah uang beredar menggunakan diagram garis.
 - b. Melakukan transformasi data menggunakan metode *rescaling* dengan metode *min-max normalization*, dan membuat *scatterplot* untuk mengetahui pola hubungan yang terjadi pada masing-masing variabel prediktor terhadap variabel respon.
 - c. Menentukan nilai *bandwidth* optimum berdasarkan nilai GCV yang minimum.
 - d. Memodelkan data inflasi menggunakan model regresi nonparametrik kernel fungsi *gaussian* berdasarkan bandwidth optimal menggunakan GCV.

2. Evaluasi keakuratan model terbaik menggunakan regresi nonparametrik Kernel Fungsi *Gaussian*.
3. Melakukan integrasi keislaman pada penelitian.

3.4 *Flowchart*

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



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

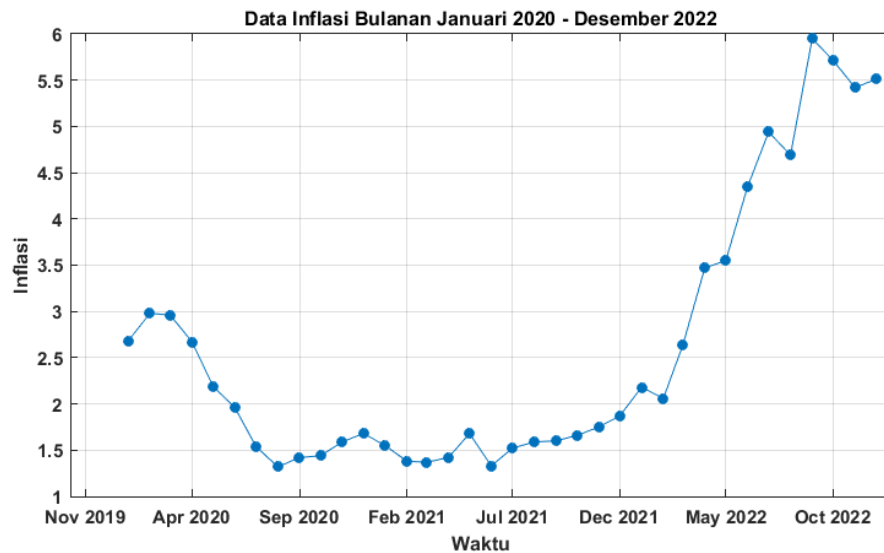
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Regresi Nonparametrik *Kernel Fungsi Gaussian* untuk Memodelkan Inflasi

4.1.1 Statistika Deskriptif

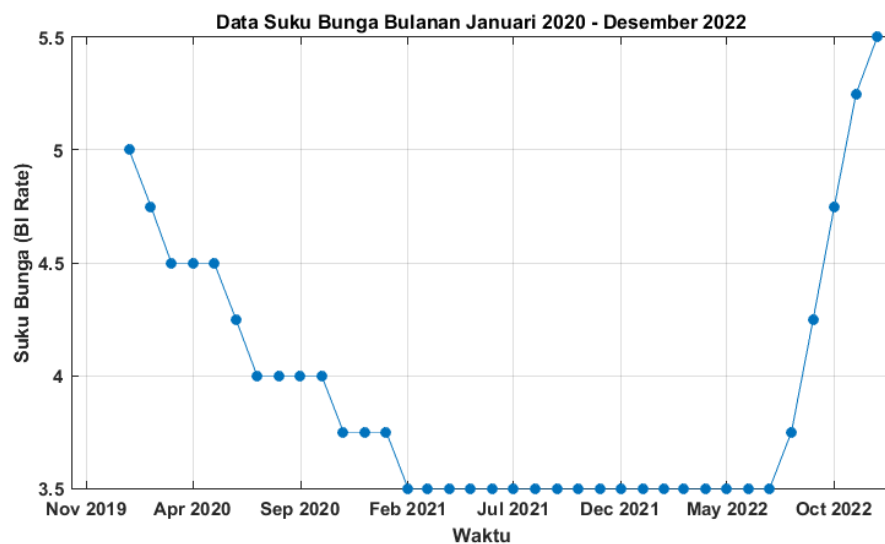
Penyajian statistika deskriptif dengan *scatter plot* bertujuan untuk mengetahui gambaran umum dari data Inflasi, Suku Bunga BI (*Rate*), KURS, dan Jumlah Uang Beredar dalam periode Januari 2020 hingga Desember 2022. Jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 36 data, data selengkapnya pada Lampiran 1.



Gambar 4.1 Plot Data Inflasi

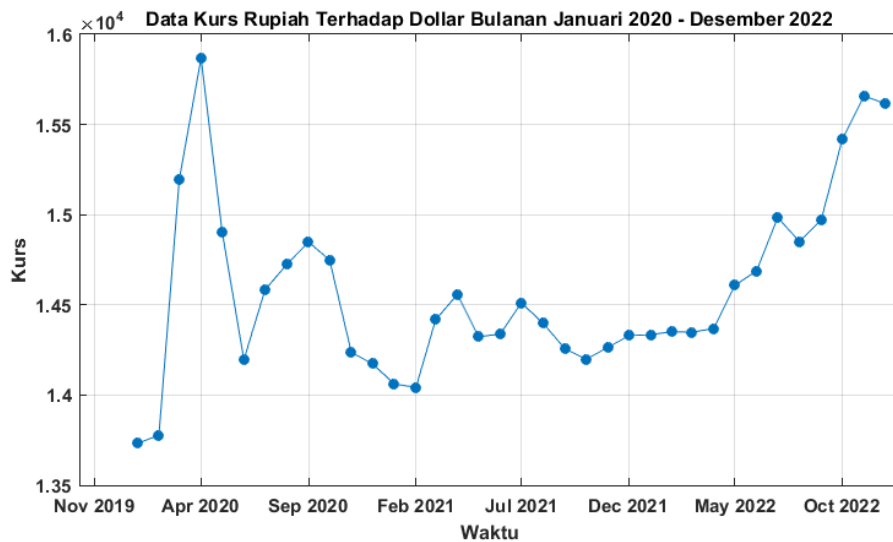
Pergerakan inflasi di Indonesia pada periode bulan Januari 2020 hingga Desember 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.1. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa inflasi di Indonesia berfluktuatif. Inflasi terendah terjadi pada bulan Agustus 2020 sebesar 1,32%. Sedangkan inflasi tertinggi terjadi pada bulan September 2022 sebesar 5,95%. Kondisi inflasi di Indonesia berada pada interval 1% - 6% yang

berarti Indonesia berada pada jenis inflasi ringan karena kurang dari 10% per tahun. Hal tersebut dapat memberikan manfaat bagi kalangan pebisnis khususnya investor dan pihak manajemen perusahaan karena dapat digunakan sebagai kebijakan untuk melakukan investasi.



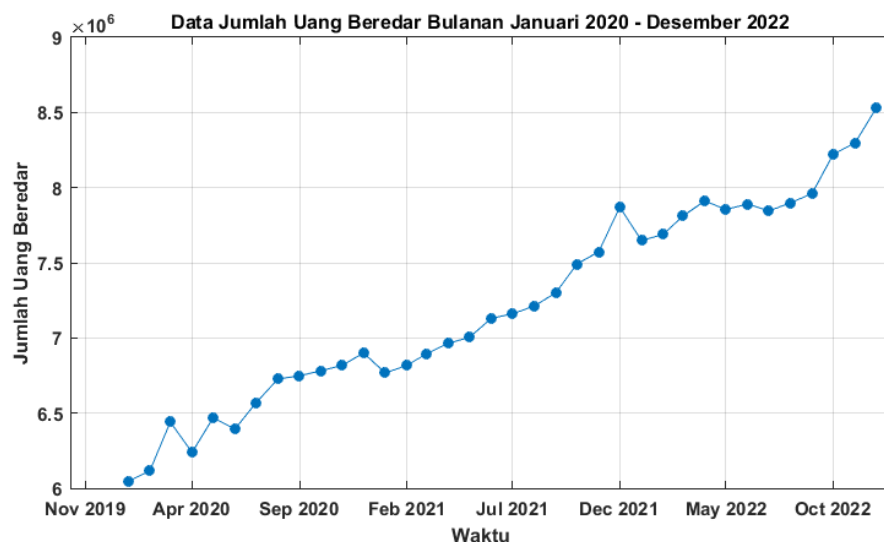
Gambar 4.2 Data Suku Bunga (BI Rate)

Pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa tingkat BI (*Rate*) pada bulan Januari 2020 hingga Desember 2022 berada pada interval 3,5% - 6%. BI (*Rate*) terendah terjadi pada bulan Februari 2021 hingga Juli 2022 sebesar 3.5%. Sedangkan BI (*Rate*) tertinggi terjadi pada bulan Desember 2022 sebesar 5.5%. Pada bulan Juli 2022 hingga Desember 2022 BI (*Rate*) selalu mengalami peningkatan. Kondisi meningkatnya BI (*Rate*) di Indonesia dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak untuk menabung dengan tujuan agar mendapatkan keuntungan yang lebih. Selain itu juga dapat mendorong para investor untuk menjual sahamnya.



Gambar 4.3 Data Kurs Rupiah Terhadap Dollar

Pergerakan nilai tukar Rupiah terhadap US Dollar dapat dilihat dari Gambar 4.3 yang menunjukkan bahwa pada periode Januari 2020 hingga Desember 2022 terjadi kenaikan dan penurunan yang cukup drastis. Nilai tukar Rupiah terhadap US Dollar terendah terjadi pada bulan Januari 2020 sebesar Rp 13.380,36. Sedangkan nilai tertinggi terjadi pada bulan April 2020 sebesar Rp 15.867,43.



Gambar 4.4 Data Jumlah Uang Beredar

Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa jumlah uang beredar periode bulan Januari 2020 hingga Desember 2022 selalu mengalami peningkatan (*trend*

naik). Jumlah uang beredar terendah terjadi pada bulan Januari 2020 sebesar Rp 6.046.651,00. Sedangkan jumlah uang beredar tertinggi terjadi pada bulan Desember 2022 sebesar Rp 8.528.022,31.

4.1.2 *Rescalling* dan *Scatter Plot* Data

Untuk mencegah masuknya dominasi variabel dalam model, maka dilakukannya penskalaan ulang (*rescalling*) data. Dikarenakan setiap potongan data yang digunakan dalam penelitian ini memiliki skala yang berbeda, maka diperlukannya proses *rescalling*. Pada regresi nonparametrik kernel, penskalaan data diperlukan untuk model yang lebih baik. Hal ini dikarenakan regresi nonparametrik *kernel*, *bandwidth* berperan penting pada model regresi nonparametrik dan *bandwidth* bergantung pada skala data.

Data ditransformasikan menggunakan teknik normalisasi min-max dari rentang aktual menjadi antara rentang 0 dan 1. Transformasi dilakukan dengan memanfaatkan nilai minimum dan maksimum masing-masing variabel penelitian. Dari pengenalan sub-bagian sebelumnya, nilai-nilai dapat disimpulkan minimum dan maksimum sebagai berikut:

Tabel 4.1 Nilai Minimum dan Nilai Maksimum

Variabel	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Y	1.32%	5.95%
X_1	3.50%	5.50%
X_2	Rp 13.732,23	Rp 15.867,43
X_3	Rp 6.046.651,00	Rp 8.528.022,31

Kemudian ditentukan untuk sistem penskalaan menggunakan persamaan (2.1) dan nilai pada Tabel 4.1 dengan tujuan agar kondisi setiap variabel diperoleh sebagai berikut:

1. Penskalaan ulang data inflasi

$$y_i^* = \frac{y_i - \min(y)}{\max(y) - \min(y)}$$

$$= \frac{y_i - 1.32}{5.95 - 1.32} = \frac{y_i - 1.32}{4.63}$$

2. Penskalaan ulang data suku bunga

$$x_{1i}^* = \frac{x_{1i} - \min(x_1)}{\max(x_1) - \min(x_1)}$$

$$= \frac{x_{1i} - 3.50}{5.50 - 3.50} = \frac{x_{1i} - 3.50}{2.00}$$

3. Penskalaan ulang data kurs

$$x_{2i}^* = \frac{x_{2i} - \min(x_2)}{\max(x_2) - \min(x_2)}$$

$$= \frac{x_{2i} - 13.732,23}{15.867,43 - 13.732,23} = \frac{x_{2i} - 13.732,23}{2.135,20}$$

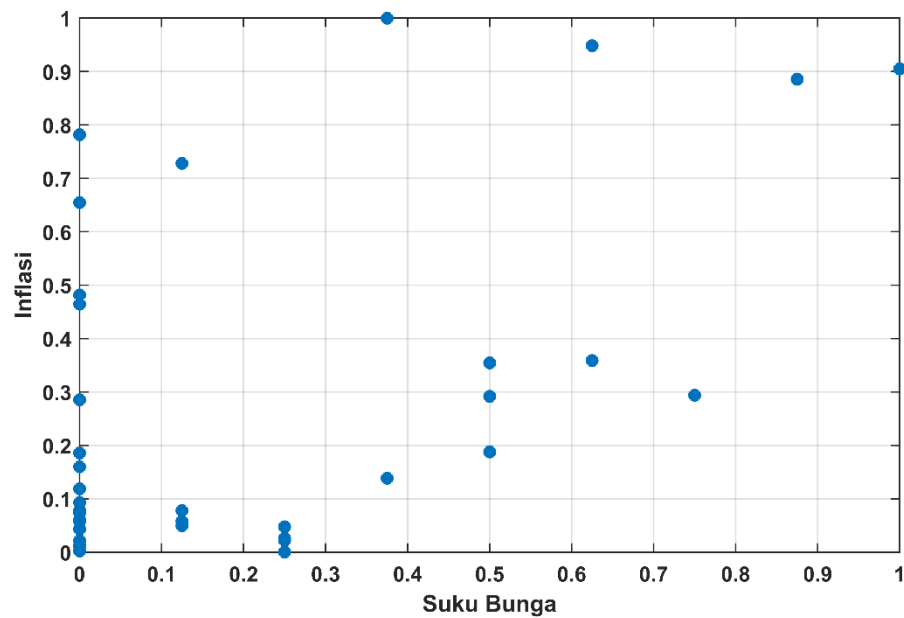
4. Penskalaan ulang data jumlah uang beredar

$$x_{3i}^* = \frac{x_{3i} - \min(x_3)}{\max(x_3) - \min(x_3)}$$

$$= \frac{x_{3i} - 6.046.651,00}{8.528.022,31 - 6.046.651,00} = \frac{x_{3i} - 6.046.651,00}{2.481.371,31}$$

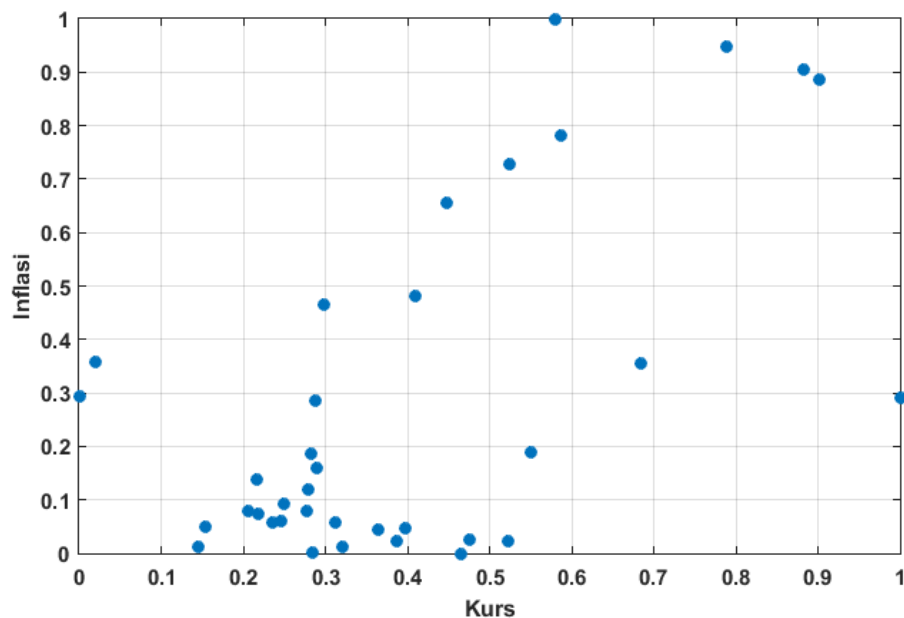
Sehingga didapatkan hasil *rescaling* untuk semua data penelitian, dapat dilihat pada Lampiran 2.

Selanjutnya akan diselidiki pola hubungan antara variabel (y) dengan variabel prediktor Suku Bunga (x_1), sebagaimana gambar-gambar dibawah ini:



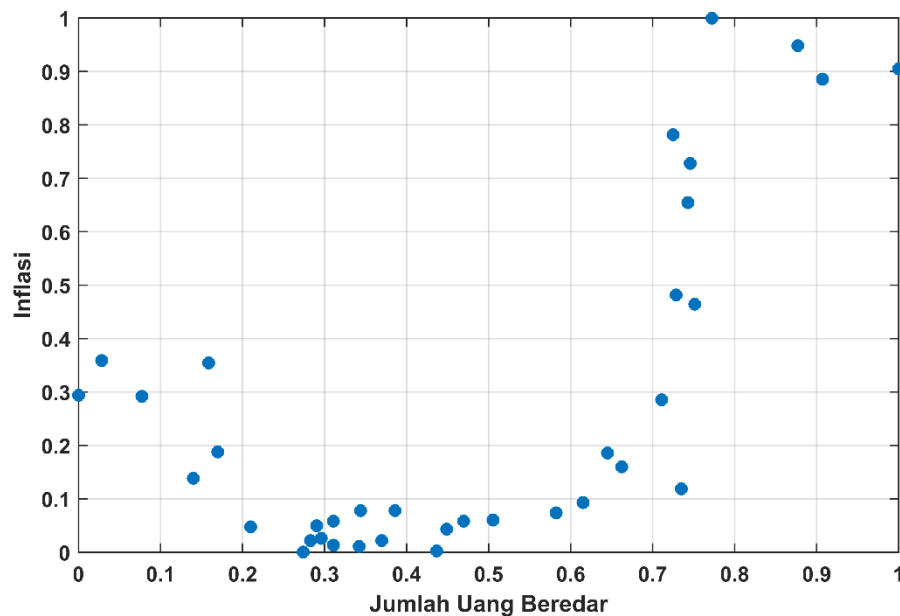
Gambar 4.5 Plot Hubungan Variabel Suku Bunga (x_1) dengan Variabel Inflasi (y)

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa pola hubungan Suku Bunga BI Rate (x_1) dan Inflasi (y) tidak membentuk suatu trend atau pola.



Gambar 4.6 Plot Hubungan Variabel KURS (x_2) dengan Variabel Inflasi (y)

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa bahwa pola hubungan KURS (x_2) dan Inflasi (y) tidak membentuk suatu trend atau pola.



Gambar 4.7 Plot Hubungan Variabel JUB (x_3) dengan Variabel Inflasi (y)

Pada Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa bahwa pola Jumlah Uang Beredar (x_3) dan Inflasi (y) tidak membentuk suatu trend atau pola.

Berdasarkan Gambar 4.5, Gambar 4.6, Gambar 4.7 diketahui bahwa dari ketiga variabel prediktor (x_1), (x_2), dan (x_3) tidak membentuk suatu trend atau pola dengan variabel respon (y). Untuk mengetahui hubungan dari ketiga variabel prediktor dengan variabel respon perlu digunakan estimator kernel pada fungsi regresi nonparametrik dengan pendekatan kernel *Gaussian*.

4.1.3 Pemilihan *Bandwidth* Optimum

Pemilihan *bandwidth* menjadi hal terpenting setelah melakukan langkah-langkah di atas. Apabila *bandwidth* yang dipilih terlalu kecil maka akan menghasilkan kurva regresi yang sangat kasar (*under-smoothing*), sebaliknya jika *bandwidth* yang dipilih terlalu besar maka akan menghasilkan kurva regresi yang terlalu mulus (*over-smoothing*). Pemilihan *bandwidth* optimum bertujuan untuk pemulan kurva yang diestimasi. Salah satu metode pendekatan yang dapat

digunakan dalam pemilihan *bandwidth* yaitu menggunakan nilai GCV yang paling kecil dengan rentang nilai yang diujikan sebesar 1 sampai dengan 10. Pemilihan *bandwidth* yang optimum merupakan bagian terpenting dalam melakukan penggunaan regresi kernel sebagai parameter penghalus kurva. Tingkat kemulusan kurva lebih dipengaruhi pada pemilihan *bandwidth* daripada fungsi kernel. *Bandwidth* optimum yang didapat dari nilai GCV minimum dapat ditunjukkan pada Tabel 4.2, selengkapnya terdapat pada Lampiran 4.

Tabel 4.2 Nilai *Bandwidth* Optimum

<i>Bandwidth (h)</i>	GCV
10	0.139558
9	0.139592
8	0.139641

Nilai GCV ini cenderung semakin turun dengan penambahan nilai *bandwidth*. Pada Tabel 4.2 dapat dilihat nilai *bandwidth* 1 menghasilkan nilai GCV sebesar 0.139558. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *bandwidth optimal* sebesar 10. Nilai *bandwidth* pada Tabel 4.2 merupakan hasil nilai kombinasi *bandwidth* yang diujikan sehingga diperoleh nilai *bandwidth* optimum yang diujikan yang nantinya akan digunakan untuk mendapatkan model regresi nonparametrik *kernel*. Hal ini sama dengan penelitian sebelumnya (Indrayanti, 2014) yang menjelaskan bahwa nilai *bandwidth* rendah akan menghasilkan bentuk kurva yang kasar. Pada penelitian ini *bandwidth* terdapat pada nilai *bandwidth* rendah yakni 10 dengan GCV minimum, hal ini disebabkan karena pola sebaran data yang digunakan berbeda dengan penelitian sebelumnya.

4.1.4 Pembentukan Model Regresi Nonparametrik *Kernel*

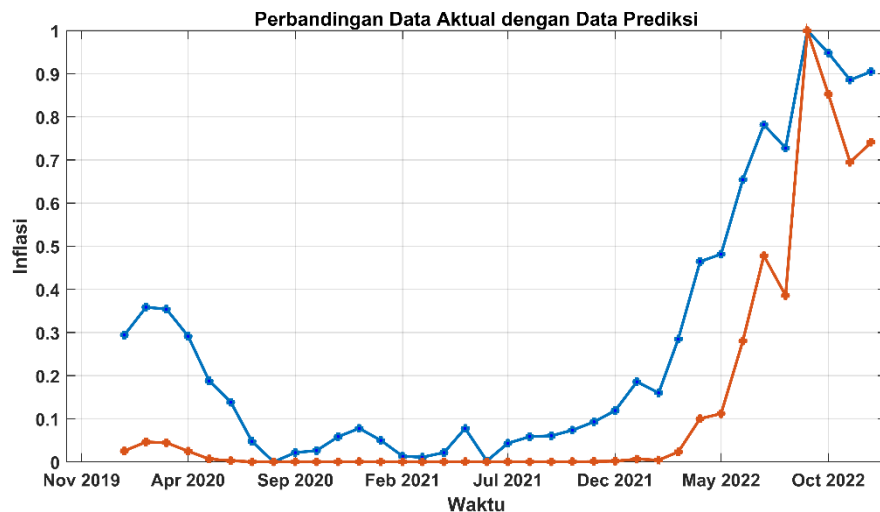
Pembentukan model yang dilakukan oleh penulis yaitu dengan menggunakan estimasi *Nadaway-Watson* dan pembentukan model dengan menggunakan fungsi *Gaussian*.

Secara umum persamaan regresi nonparametrik telah dijelaskan pada persamaan (2.2). Dalam penelitian ini menggunakan model regresi nonparametrik *kernel multivariate* estimator *Nadaraya-Watson* fungsi *Gaussian* seperti pada persamaan (2.27). Maka dengan mensubstitusi persamaan (2.27) ke persamaan (2.25) diperoleh model regresi nonparametrik *kernel* dengan estimator *Nadaraya-Watson* fungsi *Gaussian* sebagai berikut:

$$y_i = \frac{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^3 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x_j - x_{ji}}{10}\right)^2\right) y_i}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^3 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x_j - x_{ji}}{10}\right)^2\right)} + \varepsilon_i$$

dengan i adalah banyaknya observasi untuk $i = 1, 2, \dots, n$ dan j adalah banyaknya variabel prediktor untuk $j = 1, 2$, dan 3 dan nilai *bandwidth* optimum yang telah diperoleh sebelumnya, yaitu $h_1 = h_2 = h_3 = 10$.

Dengan demikian, model yang diperoleh merupakan model regresi nonparametrik *kernel* terbaik berdasarkan nilai *bandwidth* optimum yang diperoleh. Berdasarkan persamaan model terbaik tersebut nilai perbandingan inflasi secara aktual dan prediksi dapat ditampilkan pada Lampiran 3 sebagaimana pada Gambar 4.8:



Gambar 4.8 Perbandingan Nilai Aktual dengan Nilai Prediksi

4.2 Evaluasi Keakuratan Model Terbaik Regresi Nonparametrik *Kernel Fungsi Gaussian*

Pada sub bab ini, uji keakuratan model dilakukan secara serentak menggunakan nilai MAE pada persamaan (2.31). Hasil sebagai berikut, selengkapnya ada pada Lampiran 5:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

$$= 0,14$$

Maka keakuratan model terbaik regresi nonparametrik *kernel fungsi gaussian* diperoleh nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 0,14 dimana nilai tersebut mendekati 0, yang berarti bahwa model yang digunakan cukup akurat.

4.3 Solusi Inflasi Menurut Prinsi Ekonomi Islam

Pada dasarnya, ekonomi Islam bertujuan untuk mencapai *falah* atau dapat dikatakan juga untuk mencapai kesejahteraan umat. Dengan adanya inflasi, maka tujuan untuk mensejahterakan umat semakin sulit dicapai. Maka dari itu, untuk mengatasi permasalahan inflasi yang dapat menyulitkan Islam untuk mencapai

tujuannya, Islam telah memberikan solusi-solusi mengatasi inflasi diantaranya sebagai berikut (Parakkasi, 2016):

1. Memperbaiki sistem moneter

Mengatasi inflasi merupakan salah satu sasaran dari kebijakan moneter yang diatur oleh Bank Indonesia. Bank Indonesia sebagai bank sentral melakukan pengaturan jumlah uang yang beredar di masyarakat. Dengan memperbaiki sistem moneter yang ada, diharapkan peredaran uang di masyarakat akan sesuai porsinya dan inflasi yang terjadi hanya pada batas wajar, atau tidak mencapai *hyperinflation* (Parakkasi, 2016).

2. Memperbaiki moral pejabat dan tata kelolaan pemerintahan

Seperti yang dikatakan pada sub – bab pembahasan sebelumnya, bahwa penyebab inflasi terbagi menjadi 2, yaitu *natural inflation* dan *human error inflation*. Maka, solusi penanganan inflasi selain menekankan pada kondisi penyebab inflasi yang natural, juga harus berdasarkan kesalahan daripada manusianya sendiri. Karena manusialah yang memainkan peran dalam roda perekonomian. Dalam hal ini dikhususkan kepada pemerintah. Karena pemerintah adalah pihak yang berwenang memberikan keputusan-keputusan dan mengatur kebijakan sebuah negara.

Yang menjadi permasalahan bagaimana manusia yaitu pemerintah, dapat menjadi sumber adanya inflasi adalah kebanyakan dari mereka memiliki moral yang buruk. Seperti diantaranya adalah korupsi, kolusi, dan nepotisme. Contoh yang paling sederhana dan paling sering terjadi adalah melakukan penyuapan uang ke masyarakat pada saat melakukan kampanye untuk pemilihan kepada daerah maupun presiden. Di negara demokrasi seperti

Indonesia, dimana satu suara sangat berharga atau dikenal dengan istilah *one men one vote*, maka apapun yang dihasilkan untuk memperoleh suara dari masyarakat. Cara yang paling mudah adalah dengan memberikan uang cuma-cuma dengan harapan orang tersebut akan memilihnya pada saat hari pemungutan suara. Padahal sebagai kepala pemerintahan seharusnya memberikan bantuan baik berupa uang maupun lainnya tidak hanya dilakukan pada saat ingin mencalonkan diri menjadi kepala daerah ataupun presiden.

3. Menghubungkan antara kuantitas peredaran uang dengan kuantitas produksi
Seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab pembahasan inflasi menurut ekonomi konvensional, inflasi berhubungan langsung dengan *Gross Domestic Product* (GDP) dan juga *monev supply*, yakni merupakan pendapatan nasional dan jumlah peredaran uang. Dimana instrumen GDP salah satunya adalah produksi. Apabila produksi berjalan dengan jumlah yang tinggi dan diikuti dengan konsumsi yang tinggi, sehingga ekonomi berjalan sebagai mana mestinya, maka yang terjadi pada GDP adalah akan meningkatkan jumlahnya. Oleh karena itu, penentuan jumlah uang yang beredar di masyarakat harus berdasarkan pada jumlah produksi yang dilakukan.

4. Melarang sikap berlebihan

Allah sangat tidak menyukai hambanya yang memiliki sifat boros. Dalam Al-Qur'an yang diterbitkan oleh Lajnah Pentashih Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI Surat Al-Isra ayat 27, Allah SWT berfirman:

إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيْطَانِ ۖ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ ۖ كَفُورًا

Artinya: “Sesungguhnya orang-orang yang pemboros itu adalah saudara

setan dan setan itu sangat ingkar kepada Tuhannya”.

Pada ayat tersebut Allah menyamakan seorang pemboros dengan setan, dan setan merupakan makhluk yang sangat ingkar kepada-Nya. Maka dapat diartikan bahwa manusia yang memiliki perilaku boros dapat dikatakan ingkar kepada Allah.

Oleh karena itu, sebagai umat Islam, kita harus menerapkan perilaku hemat agar tidak menjadi saudara setan dan makhluk yang ingkar. Seharusnya uang yang kita punya, digunakan untuk menunaikan ibadah zakat, infaq, sadaqah, dan wakaf. Dimana zakat merupakan ibadah wajib bagi seorang muslim. Lalu, sisa uang yang sudah digunakna untuk zakat dan keperluan hidup sehari-hari ditabung sebagian untuk keperluan mendesak dimasa depan.

5. Mencegah penimbunan barang komoditas dan meningkatkan produksi

Penimbunan barang (*ikhtiar*) merupakan hal yang dilarang dalam ekonomi Islam, hal ini dapat dibuktikan melalui Al-Qur'an yang diterbitkan oleh Lajnah Pentashih Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI Surat Al-Hasyr ayat 7, Allah SWT berfirman:

مَا آفَاءَ اللَّهِ عَلَىٰ رَسُولِهِ مِنْ أَهْلِ الْقُرَىٰ فَلِلَّهِ وَلِلرَّسُولِ وَلِذِي الْقُرْبَىٰ وَالْيَتَامَىٰ وَالْمَسْكِينِ وَابْنِ السَّبِيلِ كَيْ لَا يَكُونَ دُولَةً بَيْنَ الْأَغْنِيَاءِ مِنْكُمْ وَمَا آتَاكُمُ الرَّسُولُ فَخُذُوهُ وَمَا نَهَاكُمْ عَنْهُ فَانْتَهُوا وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ

Artinya: “*Harta rampasan (fa'i) dari mereka yang diberikan Allah kepada Rasul-Nya (yang berasal) dari penduduk beberapa negeri, adalah untuk Allah, Rasul, kerabat (Rasul), anak-anak yatim, orang-orang miskin dan untuk orang-orang yang dalam perjalanan, agar harta itu jangan hanya beredar di antara orang-orang kaya saja di antara kamu. Apa yang diberikan Rasul kepadamu maka terimalah. Dan apa yang dilarangnya bagimu maka tinggalkanlah. Dan bertakwalah kepada Allah. Sungguh, Allah sangat keras hukuman-Nya”.*

Melalui ayat tersebut, Allah SWT menjelaskan bahwa harta yang kita punya harus diberikan kepada Allah, Rasul, kerabat Rasul, anak-anak yatim, orang-orang miskin, dan orang yang berada dalam perjalanan dan tidak boleh menggunakan atau menyimpannya untuk golongan-golongan kaya saja.

Adanya penimbunan barang komoditas akan menyebabkan kenaikan pada harga barang tersebut. Hal ini berdasarkan hukum permintaan dan penawaran, apabila permintaan terhadap suatu barang sangat tinggi, maka harga dalam sebuah perekonomian akan naik melambung. Contohnya terjadi pada saat awal pandemi Covid-19. Permintaan terhadap alat kesehatan yang dapat mencegah dari tertularnya Covid-19, seperti masker dan *hand sanitizer* yang terbatas, namun permintaan yang begitu banyak menjadi harga naik. Dan juga banyak oknum yang memanfaatkan kesempatan dengan menimbun barang-barang tersebut, sehingga semakin sulit ditemukan.

Produksi menjadi salah satu hal yang dapat mencegah inflasi, karena produksi sangat berhubungan dengan inflasi. Oleh karena itu, untuk menekan adanya inflasi tinggi, perlu adanya sinergitas antara para pelaku produksi dengan pemerintah sebagai pengelola sumber daya yang ada di Indonesia. Dengan memberikan bantuan-bantuan kebijakan pada produsen, baik berupa bantuan tunai untuk menambah jumlah produksi, atau bantuan berupa pemberian sumber daya yang dibutuhkan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis regresi nonparametrik *kernel* fungsi *gaussian* pada data inflasi beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya, diperoleh kesimpulan:

1. Model terbaik regresi nonparametrik *kernel* fungsi *gaussian* pada faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi diperoleh pada *bandwidth* optimum sebesar $h_1 = h_2 = h_3 = 10$ dengan nilai GCV minimum sebesar 0.139558.

Sehingga diperoleh model terbaik *kernel* fungsi *gaussian* sebagai berikut:

$$y_i = \frac{\sum_{j=1}^n \prod_{j=1}^3 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x_j - x_{ji}}{10}\right)^2\right) y_i}{\sum_{j=1}^n \prod_{j=1}^3 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x_j - x_{ji}}{10}\right)^2\right)} + \varepsilon_i$$

2. Hasil keakuratan model terbaik regresi nonparametrik *kernel* fungsi *gaussian* diperoleh nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 0,14 dimana nilai tersebut mendekati 0, yang berarti bahwa model yang digunakan cukup akurat.

5.2 Saran

Agar lebih memperkaya wawasan tentang regresi kernel, peneliti menyarankan kepada penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini menggunakan fungsi kernel *gaussian*. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan fungsi kernel lain seperti fungsi kernel *uniform*, fungsi kernel *triweight*, fungsi kernel *cosinus*, dan lain-lain.
2. Menggunakan estimator fungsi kernel selain estimator *Nadaraya-Watson* seperti estimator *Gasser-Muller*, estimator *Priestly-Chao*, estimator *Polinomial Lokal*, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianingsih, N. Y., Dani, A. T. R., & Ainurrochmah, A. (2020). Pemodelan Dengan Pendekatan Deret Fourier Pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka Di Nusa Tenggara Timur. *Prosiding Seminar Edusainstech*, 400–407.
- Aksu, G., Güzeller, C. O., & Eser, M. T. (2019). The Effect of the Normalization Method Used in Different Sample Sizes on the Success of Artificial Neural Network Model. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 6(2), 170–192. <https://doi.org/10.21449/ijate.479404>
- Al-Qur'an dan Terjemahnya As-Salam* (ke-7). (2012). Al-Mizan Publishing House.
- Al-Quran, B. L. dan D. L. P. M. (2016a). *Tafsir Ringkas Al-Qur'an Al Karim Jilid II* (Vol. 5, Issue 3). Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an.
- Al-Quran, B. L. dan D. L. P. M. (2016b). *TASIR RINGKAS AL- QUR'AN AL-KARIM Jilid I*.
- Amin, M. A. (2019). *Inflasi dalam Perspektif Islam*.
- Apriani, M. S. (2015). *Estimator Nadaraya-Watson dengan Kernel Orde Berhingga dan Tak Hingga*. 18(2), 157–164.
- Astuti, W. T., Hadijati, M., & -, I. (2018). Model Regresi Nonparametrik Deret Fourier pada Pola Data Curah Hujan di Kota Mataram. *Eigen Mathematics Journal*, 23–36.
- Ayuningtyas, T. (2018). *Regresi Nonparametrik Kernel Nadaraya-Watson Dalam Data Time Series*.
- BI. (n.d.). *Bank Indonesia*. <https://www.bi.go.id/>
- Bodei, A. K. and M. (2014). *Investements* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- BPS. (n.d.). *Berita Resmi Statistik*. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2022/12/01/1867/inflasi-year-on-year--y-on-y--pada-november-2022-sebesar-5-42-persen--inflasi-tertinggi-terjadi-di-tanjung-selor-sebesar-9-20-persen--.html>
- Budiantara, I. N. (2000). Metode U, GML, CV, dan CGV dalam Regresi Nonparametrik Spline. *Majalah Ilmiah Himpunan Matematika Indonesia (MIHMI)*, 6(1), 41–45.
- Budiantara, I. N., Suryad, F., Otok, B. W., & Guritno, S. (2006). Pemodelan B-Spline Dan Mars Pada Nilai Ujian Masuk Terhadap Ipk Mahasiswa Jurusan Desain Komunikasi Visual Uk. Petra Surabaya. *Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 1–13.

- Case, K. E., & Fair, R. C. (2007). *Prinsip-Prinsip Ekonomi* (kedelapan). Erlangga.
- Chacon, J. ., & Duong, T. (2018). *Multivariate Kernel Smoothing and Its Applications*.
- Eubank, R. L. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing-Marcel Dekker*. Marcel Dekker.
- Faoriko, A. (2013). *Pengaruh Inflasi, Suku Bunga, dan Nilai Tukar Rupiah terhadap Return Saham di Bursa Efek Indonesia*. 27037.
- Halim, S., & Bisono, I. (2006). Fungsi-fungsi kernel pada metode regresi nonparametrik dan aplikasinya pada. *Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 73–81.
- Hardle, W. (1994). *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge University Press.
- Hardle, W., & Linton, O. (1994). Applied Nonparametric Methods. *Handbook of Econometrics*, IV(26), 2295–2339.
- Hudaya, A. (2011). Analisis kurs, jumlah uang beredar, dan suku bunga sbi terhadap inflasi di indonesia periode 2001 – 2010. In *Jurnal Bisnis dan Manajemen*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Indrayanti, A. I. (2014). *Estimator Kernel Cosinus dan Kernel Gaussian dalam Model Regresi Nonparametrik pada Data Butterfly Diagram Siklus Aktivitas Matahari Ke-23* (Issue 1).
- Jacobus, E. H., Rotinsulu, T. O., & Mandei, D. (2015). Analisis Pengaruh Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI), Kurs Dan Produk Domestik Bruto (PDB) Terhadap Inflasi Di Indonesia. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 15(2), 1–16.
- Karim, A., & Adiwarman. (2004). *Ekonomi Makro Islami*. PT Grafindo Persada.
- Kesumah, D. I. S., & Efendi, R. (2022). MODEL REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL MENGGUNAKAN ESTIMASI NADARAYA-WATSON UNTUK DATA HARGA INDEKS SAHAM GABUNGAN DI INDONESIA. *Forman Journal of Economic Studies*.
- Lajanto, D. (2015). *PENYAJIAN DATA DALAM BENTUK DIAGRAM GARIS*. https://www.danlajanto.com/2015/10/kd-32-penyajian-data-dalam-bentuk_5.html
- Lamusu, F., Machmud, T., & Resmawan, R. (2021). Estimator Nadaraya-Watson dengan Pendekatan Cross Validation dan Generalized Cross Validation untuk Mengestimasi Produksi Jagung. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 3(2), 85.
- Mulyani, R. (2020). Inflasi dan Cara Mengatasinya dalam Islam. *Jurnal Studi Islam*

Dan Sosial, 1(2), 267–278.

Nainggolan, L. E., Purba, B., Sudarmanto, E., Nainggolan, P., Hasibuan, A., Simarmata, H. M. P., & Damanik, D. (2021). Ekonomi Moneter. In *Raya Grafindo Persada, Jakarta* (Issue August).

Nanda, D. A., Suparti, & Hoyyi, A. (2016). Analisis Pengaruh Jumlah Uang Beredar Dan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan Menggunakan Pemodelan Regresi Semiparametrik Kernel. *Jurnal Gaussian*, 5(3), 373–382. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>

Nanga, M. (2001). *Makro ekonomi : teori, masalah, dan kebijakan*. RajaGrafindo Persada.

Nopirin. (1994). *Pengantar Ilmu Ekonomi Makro & Mikro edisi pertama*. BPFE.

Parakkasi, I. (2016). *Inflasi Dalam Perspektif Islam*. 3, 41–58.

Parzen, E. (1962). On Estimation of a Probability Density Function and Mode. In *Technometrics* (Vol. 33, Issue 3, pp. 1065–1076).

Purwanti, I. (2019). *Regresi Nonparametrik Kernel menggunakan Estimator Nadaraya-Watson dalam data Time Series: studi kasus: tingkat Suku Bunga, Kurs, Inflasi, jumlah uang*

Rosenblatt, M. (1956). Remarks on Some Nonparametric Estimates of a Density Function. *Selected Works of Murray Rosenblatt*, 832–837.

Saputra, J. A. (2016). Pemilihan Bandwidth pada Estimator Nadaraya-Watson dengan Tipe Kernel Gaussian pada Data Time Series. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*.

Setiawan, E., & Suwarman, R. F. (2018). Analisis Perbandingan Fungsi Kernel dalam Perhitungan Economic Capital untuk Risiko Operasional Menggunakan Bahasa Pemrograman Python. *Matematika*, 17(2), 9–16.

Shalabh, & Dhar, S. S. (2021). Goodness of Fit in Nonparametric Regression Modelling. *Journal of Statistical Theory and Practice*, 15(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s42519-020-00148-x>

Silverman, B. W. (1986). *Density Estimation For Statistics And Data Analysis*. Monographs on Statistics and Applied Probability.

Sugiyono. (2007). Statistika Untuk Penelitian. In *Statika Untuk Penelitian* (Vol. 12). CV. ALFABETA.

Sukarsa, I. K. ., & Srinadi, I. G. (2012). Estimator kernel dalam model regresi nonparametrik. *Jurnal Matematika*, 2(1).

Suryanto, A. A. (2019). Penerapan Metode Mean Absolute Error (Mea) Dalam

Algoritma Regresi Linear Untuk Prediksi Produksi Padi. *Saintekbu*, 11(1), 78–83.

Yehosua, S. A., Rotinsulu, T. O., & Niode, A. O. (2019). Pengaruh Inflasi Dan Suku Bunga Terhadap Tingkat Pengangguran Di Kota Manado. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 19(01), 20–31.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Inflasi, BI Rate, KURS dan Jumlah Uang Beredar Periode
Januari 2020 hingga Desember 2022

Bulan & Tahun	INFLASI (Y)	BI RATE (X1)	KURS (X2)	JUB (X3)
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
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. Hasil *Rescaling* Data Inflasi, BI Rate, KURS dan Jumlah Uang Beredar Periode Januari 2020 hingga Desember 2022

Bulan & Tahun	INFLASI (Y*)	BI RATE (X1*)	KURS (X2*)	JUB (X3*)
Jan-20	0.293736501	0.75	0	0
Feb-20	0.358531317	0.625	0.020569502	0.028147339
Mar-20	0.354211663	0.5	0.684872611	0.158705144
Apr-20	0.291576674	0.5	1	0.077221817
May-20	0.187904968	0.5	0.549812664	0.169882878
Jun-20	0.138228942	0.375	0.217183402	0.139879428
Jul-20	0.047516199	0.25	0.398173473	0.209994376
Aug-20	0	0.25	0.464719933	0.273834169
Sep-20	0.021598272	0.25	0.522541214	0.282877064
Oct-20	0.025917927	0.25	0.476259835	0.295882175
Nov-20	0.058315335	0.125	0.236315099	0.310636976
Dec-20	0.07775378	0.125	0.206472462	0.343922123
Jan-21	0.049676026	0.125	0.154397714	0.290467068
Feb-21	0.012958963	0	0.145124578	0.310770463
Mar-21	0.010799136	0	0.320887973	0.342114506
Apr-21	0.021598272	0	0.38682559	0.369850125
May-21	0.07775378	0	0.276770326	0.385851999
Jun-21	0.002159827	0	0.283814163	0.436617614
Jul-21	0.043196544	0	0.364818284	0.448908765
Aug-21	0.058315335	0	0.311666354	0.469437893
Sep-21	0.060475162	0	0.245752154	0.505474386
Oct-21	0.073434125	0	0.218349569	0.5823608
Nov-21	0.09287257	0	0.248815099	0.615252096
Dec-21	0.118790497	0	0.279453915	0.734997557
Jan-22	0.18574514	0	0.282413825	0.644860438
Feb-22	0.159827214	0	0.289822967	0.662328727
Mar-22	0.285097192	0	0.288689584	0.711017458
Apr-22	0.464362851	0	0.298103222	0.751533429
May-22	0.481641469	0	0.410158299	0.728442254
Jun-22	0.654427646	0	0.447892469	0.743176163
Jul-22	0.781857451	0	0.586432184	0.724962404
Aug-22	0.727861771	0.125	0.523796366	0.745949307
Sep-22	1	0.375	0.580526414	0.772170756
Oct-22	0.948164147	0.625	0.789270326	0.877097277
Nov-22	0.885529158	0.875	0.9022574	0.907038177
Dec-22	0.904967603	1	0.881776883	1

Lampiran 3. Perbandingan Nilai Aktual dengan Nilai Prediksi

Bulan & Tahun	Y*	$\hat{Y}^*$
Jan-20	0,29	0.03
Feb-20	0,36	0.05
Mar-20	0,35	0.04
Apr-20	0,29	0.02
May-20	0,19	0.01
Jun-20	0,14	0.00
Jul-20	0,05	0.00
Aug-20	0,00	0.00
Sep-20	0,02	0.00
Oct-20	0,03	0.00
Nov-20	0,06	0.00
Dec-20	0,08	0.00
Jan-21	0,05	0.00
Feb-21	0,01	0.00
Mar-21	0,01	0.00
Apr-21	0,02	0.00
May-21	0,08	0.00
Jun-21	0,00	0.00
Jul-21	0,04	0.00
Aug-21	0,06	0.00
Sep-21	0,06	0.00
Oct-21	0,07	0.00
Nov-21	0,09	0.00
Dec-21	0,12	0.00
Jan-22	0,19	0.01
Feb-22	0,16	0.00
Mar-22	0,29	0.02
Apr-22	0,46	0.10
May-22	0,48	0.11

Jun-22	0,65	0.28
Jul-22	0,78	0.48
Aug-22	0,73	0.39
Sep-22	1,00	1.00
Oct-22	0,95	0.85
Nov-22	0,89	0.69
Dec-22	0,90	0.74

Lampiran 4. Hasil *Bandwidth* dan GCV

<i>Bandwidth (h)</i>	GCV
10	0.139558
9	0.139592
8	0.139641
7	0.139712
6	0.139823
5	0.140008
4	0.140352
3	0.141108
2	0.143297
1	0.154149

Lampiran 5. Hasil Keakuratan Model

Bulan & Tahun	Y^*	$\hat{Y}^*$	$Y^* - \hat{Y}^*$
Jan-20	0,29	0.03	0.27
Feb-20	0,36	0.05	0.31
Mar-20	0,35	0.04	0.31
Apr-20	0,29	0.02	0.27
May-20	0,19	0.01	0.18
Jun-20	0,14	0.00	0.14
Jul-20	0,05	0.00	0.05
Aug-20	0,00	0.00	0.00
Sep-20	0,02	0.00	0.02
Oct-20	0,03	0.00	0.03
Nov-20	0,06	0.00	0.06
Dec-20	0,08	0.00	0.08
Jan-21	0,05	0.00	0.05
Feb-21	0,01	0.00	0.01
Mar-21	0,01	0.00	0.01
Apr-21	0,02	0.00	0.02
May-21	0,08	0.00	0.08
Jun-21	0,00	0.00	0.00
Jul-21	0,04	0.00	0.04
Aug-21	0,06	0.00	0.06
Sep-21	0,06	0.00	0.06

Oct-21	0,07	0.00	0.07
Nov-21	0,09	0.00	0.09
Dec-21	0,12	0.00	0.12
Jan-22	0,19	0.01	0.18
Feb-22	0,16	0.00	0.16
Mar-22	0,29	0.02	0.26
Apr-22	0,46	0.10	0.36
May-22	0,48	0.11	0.37
Jun-22	0,65	0.28	0.37
Jul-22	0,78	0.48	0.30
Aug-22	0,73	0.39	0.34
Sep-22	1,00	1.00	0.00
Oct-22	0,95	0.85	0.10
Nov-22	0,89	0.69	0.19
Dec-22	0,90	0.74	0.16
MAPE			0,14

Lampiran 6. Source Code Program Matlab

a) Menentukan *Bandwidth Optimum*

```

may=xlsread('Data_Fix_Penelitian.xlsx','me','G2:J38
');
x1=may(:,2);
x2=may(:,3);
x3=may(:,4);
y=may(:,1);
n=length(y);
m=3;
i = 1;

% Hitung GCV untuk setiap kombinasi nilai h dan
% cari kombinasi dengan nilai GCV minimum
% Tentukan nilai h yang akan diuji
h_values =10:10:10;
% Tentukan semua kombinasi tiga nilai h
h_combinations = combvec(h_values, h_values,
h_values);
while i <= size(h_combinations)
    h1 = h_combinations(1, i);
    h2 = h_combinations(2, i);
    h3 = h_combinations(3, i);
    %Membuat kurva regresi
    for i=1:n
        for j=1:m
            E1(j)=(x1(i)-x1(j))/h1;
            E2(j)=(1/(sqrt(2.*3.14))).*exp(-(
(1/2.*((E1(j))^2)));
        end

        for j=1:m
            F1(j)=(x2(i)-x2(j))/h2;
            F2(j)=(1/(sqrt(2.*3.14))).*exp(-(
(1/2.*((F1(j))^2)));
        end

        for j=1:m
            G1(j)=(x3(i)-x3(j))/h3;
            G2(j)=(1/(sqrt(2.*3.14))).*exp(-(
(1/2.*((G1(j))^2)));
        end

        G3(i)=sum(E2.*F2.*G2);
        G4 = G3*y(j);
        G5 = G4/G3;
    end
end

```

```

% Inisialisasi variabel min_GCV dengan nilai yang
sangat besar
min_GCV = Inf;

% Hitung nilai GCV
% Isi dengan rumus GCV yang ingin Anda gunakan
% Hitung MSE dan GCV
for k=1:n
    M(k)=abs(y(k)-G4(k));
    N(k)=(M(k))^2;
end
MSE=(1/n).*sum(N);
X = [x1, x2, x3];
h = h1*h2*h3;
Xt=X';
A=Xt*X;           %X'X
I1=eye(3);        %I
B=n*h*I1;         %n*h*I
G=A+B;            %X'X+n*h*I
H=inv(G);
I=X*H*Xt;         %X.inv(X'X+n.h.I)
n = length(y);
I2 = eye(n);      %matrik identitas
matrik =I2-I;
tr=trace(matrik);

penyebut =((1/n)*tr)^2;
GCV = MSE/penyebut;
end

% Cek apakah nilai GCV saat ini lebih kecil dari
nilai GCV minimum
if GCV < min_GCV
    % Jika ya, simpan nilai GCV sebagai nilai GCV
    minimum
    % dan simpan kombinasi nilai h sebagai
    kombinasi dengan GCV minimum
    min_GCV = GCV;
    min_h = [h1, h2, h3];
end
% Tampilkan kombinasi nilai h dengan nilai GCV
minimum
fprintf('Kombinasi nilai h dengan GCV minimum:\n');
fprintf('h1 = %.1f, h2 = %.1f, h3 = %.1f, GCV =
%.6f\n', min_h(1), min_h(2), min_h(3), min_GCV);

```

b) Estimasi Parameter

```

may=xlsread('Data_Fix_Penelitian.xlsx','me','G2:J38
');
y=may(:,1);
X=may(:,2:4);
h1=10;
P=zeros(36,1);
for k = 1:36;
    MA=0;
    MB=0;
    for i=1:36;
        ma=1;
        mb=1;
        for j=1:3;
            temp1=1/(sqrt(2*pi))*exp(-1/2*((X(k,j)-
X(i,j)/h1).^2))*y(k);
            temp2=1/(sqrt(2*pi))*exp(-1/2*((X(k,j)-
X(i,j)/h1).^2));
            ma=ma*temp1;
            mb=mb*temp2;
        end
        MA=MA+ma;
        MB=MB+mb;
    end
    P(k)=MA/MB;
end

```

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Shofi Fariyah Muazarah, memiliki nama panggilan Shofi, lahir di Kota Gresik pada tanggal 16 Mei 2002. Bertempat tinggal di desa Kembangbilo, Kecamatan Tuban, Kota Tuban. Peneliti merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari Bapak Fathur Rahman dan Ibu Zulaikhah Imanawati. Pendidikan formal yang telah ditempuh diawali dengan pendidikan dasar di SDN 2 Sidokumpul Gresik dan lulus pada tahun 2014. Setelah itu melanjutkan pendidikan di MTs. Unggulan Amanatul Ummah Program Akselerasi Pacet, Mojokerto dan lulus pada tahun 2016. Kemudian melanjutkan pendidikan di jenjang SMA di MA Unggulan Amanatul Ummah Program MBI (Madrasah Bertaraf Internasional) Pacet, Mojokerto dan lulus pada tahun 2019. Setelah itu melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dengan Program Studi Matematika. Selama menempuh pendidikan di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, peneliti aktif dalam berbagai organisasi, diantaranya menjadi pengurus HMJ “Integral” Matematika selama dua periode, Dewan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi selama satu periode, Musyrifah Pusat Ma’had Al-Jami’ah selama satu tahun, pengurus UPKM El-Ma’rifah selama satu periode.



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 : Shofi Fariyah Muazarah
NIM : 19610098
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Regresi Nonparametrik *Kernel* dengan Pendekatan Fungsi *Gaussian* untuk Memodelkan Inflasi di Indonesia
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si.
Pembimbing II : Ach. Nashichuddin, M.A.

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	9 Desember 2022	Konsultasi BAB I, II, dan III	1.
2.	09 Desember 2022	Konsultasi Kajian Agama BAB I dan BAB II	2.
3.	23 Desember 2022	Konsultasi Revisi BAB I, II, dan III	3.
4.	03 Januari 2023	Konsultasi Revisi Kajian Agama BAB I dan BAB II	4.
5.	09 Januari 2023	ACC Kajian Agama BAB I dan BAB II	5.
6.	25 Januari 2023	ACC BAB I, II, dan III	6.
7.	30 Januari 2023	ACC Seminar Proposal	7.
8.	14 Maret 2023	ACC Revisi Seminar Proposal	8.
9.	28 Maret 2023	Konsultasi BAB IV dan V	9.
10.	13 April 2023	Konsultasi Kajian Agama BAB IV	10.
11.	27 April 2023	Konsultasi Revisi Kajian Agama BAB IV	11.
12.	01 Mei 2023	Konsultasi Revisi Kajian Agama BAB IV	12.
13.	02 Mei 2023	ACC Kajian Agama BAB IV	13.



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

14.	08 Mei 2023	Revisi BAB IV dan V	14.
15.	10 Mei 2023	ACC BAB IV dan V	15.
16.	16 Mei 2023	ACC Seminar Hasil	16.
17.	16 Juni 2023	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	17.
18.	19 Juni 2023	ACC Revisi Seminar Hasil	18.
19.	19 Juni 2023	ACC Sidang Skripsi	19.
20.	26 Juni 2023	ACC Keseluruhan	20.

Malang, 26 Juni 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika

Dr. Elly Susanti, M.Sc.

NIP. 19741129 200012 2 005