REGRESI NONPARAMETRIK POLINOMIAL LOKAL UNTUK MEMODELKAN INFLASI DI INDONESIA

SKRIPSI

OLEH:
BIMA NUGRAHA
NIM. 19610026

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

REGRESI NONPARAMETRIK POLINOMIAL LOKAL 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
Bima Nugraha
NIM. 19610026

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

REGRESI NONPARAMETRIK POLINOMIAL LOKAL UNTUK MEMODELKAN INFLASI DI INDONESIA

SKRIPSI

Oleh
Bima Nugraha
NIM. 19610026

Telah Disetujui untuk Diuji
Malang, 23 Juni 2023

Dosen Pembimbing I,	Dosen Pembimbing II,
Abdul Aziz, M.Si.	Dr. Abdussakir, M.Pd.
NIP. 19760318 200604 1 002	NIP. 19751006 200312 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

KEMENTERIAN AGAMA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM
MALANG
JURUSAN MATEMATIKA
REPUBLIK INDONESIA

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

REGRESI NONPARAMETRIK POLINOMIAL LOKAL UNTUK MEMODELKAN INFLASI DI INDONESIA

SKRIPSI

Oleh
Bima Nugraha
NIM. 19610026

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	: Dr. Abdussakir, M.Pd.	....

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama	:	Bima Nugraha
NIM	:	19610026
Program Studi	:	Matematika
Fakultas	:	Sains dan Teknologi
Judul Skripsi	:	Regresi Nonparametrik Polinomial Lokal 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 rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2023
membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL
10000
430F8AKX480185511

Bima Nugraha
NIM. 19610026

MOTO

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan"

(QS. al-Insyirah/94:06)

"*Aku tidak khawatir akan jadi apa aku di masa depan nanti, apa aku akan berhasil atau gagal. Tapi yang pasti apa yang aku lakukan sekarang akan membentukku di masa depan nanti.*"

(Uzumaki Naruto)

PERSEMBAHAN

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

Kedua orang tua tercinta, Bapak Novie Endratno dan Ibu Sadiah Sangaji atas do’a yang selalu dipanjatkan, nasihat, dan semua pengorbanan yang diberikan kepada peneliti.

Teman peneliti terkhusus Bimo Nugraha dan Ezra Von Grahanzelian yang senantiasa ada untuk menjadi tempat berbagi keluh kesah, serta memberikan dukungan dan semangat kepada peneliti.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan draf skripsi yang berjudul "Regresi Nonparametrik Polinomial Lokal untuk Memodelkan Inflasi di Indonesia". Shalawat serta salam mudah-mudahan senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Saw. yang telah membawa dari jalan gelap gulita, yakni era jahiliah menuju jalan yang terang benderang, yakni *ad-dinul Islam* (agama Islam).

Skripsi ini dibuat oleh peneliti untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana matematika dari Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA. selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si. selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Elly Susanti, M.Sc. selaku ketua Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Abdul Aziz, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan berbagai pengetahuan, nasihat, arahan, serta motivasi kepada peneliti.
5. Dr. Abdussakir, M.Pd. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, nasihat, ilmu, serta arahan kepada peneliti.
6. Fachrur Rozi, M.Si. selaku ketua dosen penguji yang telah memberikan saran dan ilmu kepada peneliti.
7. Ria Dhea Layla N.K., M.Si. selaku anggota dosen penguji I yang telah memberikan saran dan ilmu kepada peneliti.
8. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Orang tua peneliti dan seluruh keluarga yang selalu senantiasa mendoakan, memberikan dukungan, semangat, serta kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.

10. Seluruh mahasiswa Program Studi Matematika angkatan 2019 khususnya rekan-rekan KKM DR ~Vacation yang telah memberikan bantuan dan mendukung dalam berbagai keadaan.

Semoga Allah Swt. memberikan balasan atas segala kebaikan yang ditunjukkan kepada peneliti. Peneliti berharap agar baik akademisi maupun pembaca akan menganggap skripsi ini berharga dan dapat menambah pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 26 Juni 2023

Peneliti

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR SIMBOL

y_i	:	Variabel respon pada pengamatan ke-i dengan $i = 1, 2, \dots, n$
x_i	:	Variabel prediktor pada pengamatan ke-i dengan $i = 1, 2, \dots, n$
$m(x_i)$	:	Fungsi regresi nonparametrik yang memuat variabel prediktor pada pengamatan ke-i
ε_i	:	Galat pada pengamatan ke-i dengan $i = 1, 2, \dots, n$
w	:	Nilai data asli
w_{norm}	:	Nilai yang dinormalisasi
w_{min}	:	Nilai minimum
w_{max}	:	Nilai maksimum
n	:	Banyak data
$f(x_i)$	:	Fungsi regresi yang memuat variabel prediktor pada pengamatan ke- i
Tr	:	*Trace*
H	:	*Bandwith*
P	:	Orde polinomial
$\bar{y}$	:	Rata-rata variabel respon
$\hat{y}$	:	Taksiran variabel respon pada observasi ke-*i*

DAFTAR LAMPIRAN

ABSTRAK

Nugraha, Bima. 2023. **Regresi Nonparametrik Polinomial Lokal untuk Memodelkan Inflasi di Indonesia.** Skripsi. Program Studi Matematika, FakultasSains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si, (II) Dr. Abdussakir, M.Pd.

Kata kunci: regresi nonparametrik, polinomial lokal, inflasi, *bandwith*

Inflasi merupakan kondisi kenaikan harga barang dan jasa secara umum dan terus menerus dalam jangka waktu tertentu. Tingkat inflasi yang tinggi dan berfluktuasi merupakan tanda ketidakstabilan ekonomi. Sifat fluktuatif tersebut dikarenakan adanya faktor-faktor yang mempengaruhinya sehingga menyebabkan pola hubungan pada data tidak membentuk pola tertentu. Analisis regresi nonparametrik dapat digunakan untuk memodelkan data inflasi yang tidak membentuk pola tertentu. Penelitian ini menerepakan metode nonparametrik polinomial lokal untuk memodelkan inflasi dengan 3 faktor yang mempengaruhi inflasi, yaitu suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI), nilai tukar (kurs) rupiah terhadap *dollar* US (USD) dan Jumlah Uang Beredar (JUB). Metode polinomial lokal mengestimasi fungsi regresi nonparametrik dengan mempertimbangkan *bandwith* optimum dan orde polinomial optimum. Model regresi nonparametrik polinomial lokal optimal diperoleh berdasarkan nilai GCV minimum sebesar 0,07887669 dengan bandwith optimum 10 dan orde polinomialnya 2. Model terbaik memiliki nilai MAE sebesar 0,1333 yang menunjukkan bahwa semua model prediksi yang diperoleh memiliki akurasi yang baik karena nilainya mendekati 0.

ABSTRACT

Nugraha, Bima. 2023. **Local Polynomial Nonparametric Regression to Model Inflation in Indonesia**. Thesis. Mathematics Departement, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. advisor: (I) Abdul Aziz, M.Si, (II) Dr. Abdussakir, M.Pd.

Keywords: nonparametric regression, local polynomial, inflation, bandwith

Inflation is a condition of increasing prices of goods and services in general and continuously within a certain period of time. High and fluctuating inflation rates are a sign of economic instability. The fluctuating nature is due to the factors that influence it, causing the pattern of relationships in the data not to form a certain pattern. Nonparametric regression analysis can be used to model inflation data that does not form a specific pattern. This study applies local polynoial nonparametric methods to model inflation as well as 3 factors that affect inflation, namely Bank Indonesia Certificate (Suku Bunga Indonesia, SBI) interest rates, rupiah exchange rates against the US dollar (USD) and Money Supply (Jumlah Uang Beredar, JUB). The local polynomial method estimates nonparametric regression functions by considering the optimum bandwidth and the optimum polynomial order. The optimal local polynomial nonparametric regression model was obtained based on a minimum GCV value of 0.07887669 with an optimum bandwidth of 10 and polynomial order 2. The best model has an MAE value of 0.1333 which indicates that all the predictive models obtained have good accuracy because the value is close to 0.

مستخلص البحث

نوغراها ، بيما.٢٠٢٣ .**الانحدار اللامعلمي المحلي متعدد الحدود لنموذج التضخم في إندونيسياالبحث العلمي** قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا .الجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج .المشرف:(١)عبدالعزيز ,الماجستير، (٢) الدكتور.عبدالشاكر,الماجستير.

الكلمات المفتاحية: الانحدار اللامعلمي ،كثير الحدود المحلي ، التضخم ، النطاق الترددي

التضخم هو شرط لزيادة أسعار السلع والخدمات بشكل عام ومستمر خلال فترة زمنية معينة. معدلات التضخم المرتفعة والمتقلبة هي علامة على عدم الاستقرار الاقتصادي. ترجع الطبيعة المتقلبة إلى العوامل التي تؤثر عليها ، مما يتسبب في عدم تشكيل نمط العلاقات في البيانات لنمط معين. يمكن استخدام تحليل الانحدار اللامعلمي لنمذجة بيانات التضخم التي لا تشكل نمطا محددا. تطبق هذه الدراسة الطرق اللابارامترية المحلية متعددة الأضلاع لنمذجة التضخم بالإضافة إلى ٣ عوامل التي تؤثر على التضخم ، وهي أسعار الفائدة على شهادة بنك إندونيسيا (SBI)وأسعار صرف الروبية مقابل الدولار الأمريكي (USD) وعرض النقود .(JUB) تقدر طريقة كثير الحدود المحلية دوال الانحدار اللابارامترية من خلال النظر في عرض النطاق الترددي الأمثل والترتيب الأمثل لكثير الحدود. متعدد الحدود بناء على قيمة GCV الدنيا البالغة ٠,٠٧٨٨٧٦٦٩ مع عرض النطاق الترددي الأمثل ١٠ وترتيب متعدد الحدود ٢. يحتوي أفضل نموذج على قيمة MAE تبلغ ٠,١٣٣٣ مما يشير إلى أن جميع النماذج التنبؤية التي تم الحصول عليها تتمتع بدقة جيدة لأن القيمة قريبة من ٠.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis regresi merupakan salah satu jenis analisis yang dapat digambarkan sebagai suatu jenis model matematis yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat (Krisnawardhani, dkk., 2010). Tiga metode berbeda digunakan dalam analisis regresi untuk memperkirakan kurva regresi, yaitu metode regresi parametrik, regresi nonparametrik, dan regresi semiparametrik (Hidayat, dkk., 2009). Karena beberapa jenis pola data diketahui sementara yang lain tidak diketahui, regresi semiparametrik menggabungkan kekuatan regresi parametrik dan nonparametrik (Wahba, 1990). Adapun perbedaan antara regresi parametrik dengan regresi nonparametrik, apabila data bentuk kurva diketahui, maka pendekatan model regresi yang digunakan adalah pendekatan regresi parametrik (Islamiyati & Budiantara, 2007).

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah salah satu jenis metodologi parametrik yang digunakan untuk memprediksi. Metode regresi nonparametrik dapat digunakan oleh peneliti jika hubungan fungsional antara variabel respon dan variabel prediktor tidak mengikuti bentuk tertentu dari fungsi regresi. Karena fungsi regresi diyakini bersifat *smooth* dan tidak ditentukan dalam bentuk tertentu, maka dapat diestimasi dengan menggunakan metode *smoothing* tertentu, sehingga metode ini sangat fleksibel dan sangat baik untuk memprediksi inflasi yang cenderung bervariasi (Fibriyani & Chamidah, 2021).

Beberapa model regresi nonparametrik yang banyak digunakan antara lain Histogram, *Kernel, Spline*, Polinominal Lokal dan yang lain (Hidayat, dkk., 2009).

Analisis regresi dapat digunakan untuk prediksi menggunakan pengembangan hubungan matematis antar variabel. Prediksi, sering dikenal sebagai peramalan, yang artinya adalah tindakan berspekulasi tentang apa yang akan terjadi di masa depan. Dengan memperhatikan data atau informasi sebelumnya atau sekarang, baik secara matematis maupun statistik, tindakan peramalan dapat dilakukan. Peramalan bertujuan untuk mengetahui, mengamati, dan membuat prediksi tentang masa depan ekonomi atau aktivitas perusahaan. Salah satu elemen kunci dalam memastikan kesejahteraan warga negara adalah ekonominya. Indonesia merupakan negara berkembang dengan struktur ekonomi yang masih agraris sehingga rentan terhadap goncangan stabilitas perekonomian. Ketidakstabilan perekonomian dapat menyebabkan tingginya tingkat inflansi (Ayuni, dkk., 2019).

Inflasi menurut Bank Indonesia adalah kenaikan harga-harga yang bersifat umum dan terus-menerus. Konsep kenaikan harga yang terjadi terus-menerus (kecenderungan naik yang berkelanjutan) dan kenaikan harga yang terjadi di semua kategori produk dan jasa keduanya penting dalam konteks ini (pergerakan tingkat harga umum). Tingkat inflasi yang tinggi dan berfluktuasi merupakan tanda ketidakstabilan ekonomi, yang menyebabkan kenaikan biaya barang dan jasa secara luas dan berkelanjutan serta meningkatnya tingkat kemiskinan. Tingkat inflasi yang lebih tinggi membuat orang tidak dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari dengan harga barang dan jasa yang tinggi, yang mengakibatkan kemiskinan (Salim, dkk., 2021).

Inflasi tidak terjadi begitu saja tetapi ada faktor-faktor yang dapat memengaruhi rendah atau tingginya tingkat inflasi. Lufti & Hidayat (2003) menyimpulkan bahwa faktor yang memengaruhi inflasi adalah jumlah uang yang beredar. Adapun Andrianus & Niko (2006) dalam melengkapi penelitian yang dilakukan oleh Lutfi & Hidayat menyimpulkan bahwa tingkat suku bunga dan nilai tukar juga memengaruhi tingkat inflasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Maggi & Saraswati (2013), disimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat inflasi tidak hanya jumlah uang beredar, tingkat suku bunga SBI, tingkat output, inersia inflasi, kredit sektor swasta, kenaikan harga barang-barang impor tetapi harga minyak mentah dunia juga termasuk menjadi salah satu faktor yang dapat memengaruhi inflasi. Sedangkan Sari (2013) menyimpulkan bahwa inflasi dapat terjadi karena beberapa faktor di antaranya jumlah uang beredar, suku bunga SBI, tingkat pengangguran, dan kurs valuta asing.

Metode estimator yang digunakan pada penelitian ini ialah polinomial lokal, dikarenakan metode estimator polinomial lokal masih sangat jarang digunakan di Indonesia dalam memprediksi tingkat inflasi. Estimator polinomial lokal bergantung pada dua parameter yaitu orde polinomial lokal yang cocok dan parameter penghalus yang disebut *bandwidth*. Efek dari parameter tersebut adalah meningkatkan variansi dan mengurangi bias jika sesuai dengan orde yang lebih tinggi dan *bandwidth* yang lebih kecil. Sebaliknya efek dari parameter juga mengurangi varians dan meningkat bias jika sesuai dengan orde yang lebih rendah dan *bandwidth* yang lebih besar. Ini dapat menjadi solusi untuk pola data tingkat inflasi dengan fluktuasi yang tinggi (Fibriyani & Chamidah, 2021). Estimator polinomial lokal memiliki kelebihan, yakni kemampuannya dalam beradaptasi terhadap data. Hal ini dilakukan dengan membagi data tersebut ke dalam suatu wilayah kemudian melakukan estimasi terhadap wilayah yang sudah ditetapkan nilainya tersebut (Fan & Gijbels, 1996). Adapun penggunaan *kernel Gaussian* sebagai pembobot karena fungsi ini dianggap lebih *smooth* (Rory & Diana, 2020).

Terdapat penelitian terdahulu mengenai regresi nonparametrik dengan menggunakan metode estimator polinomial lokal. Alfiani, dkk. (2014) melakukan penelitian terhadap pertumbuhan balita dengan menggunakan model regresi polinomial lokal kernel. Hasil penelitiannya menemukan nilai *bandwith* optimal, orde polinomial, nilai MSE dan koefisien determinasi yang diperoleh dari meneliti pertumbuhan balita laki-laki dan perempuan. Adapun penelitian lain dilakukan oleh Khalid & Prahutama (2015) yang telah melakukan penelitian berupa pemodelan regresi nonparametrik pada data longitudinal dengan menggunakan polinomial lokal. Hasil pada penelitiannya diperoleh bahwa model regresi nonparametrik data longitudinal terbaik yaitu dengan menggunakan fungsi *kernel Gaussian*. Penelitiaan lainnya dilakukan oleh Widiantini (2012) tentang estimasi model regresi nonparametrik multivariat berdasarkan estimator polinomial lokal. Adapun hasil penelitiannya memperoleh model regresi nonparametrik multivariat dengan estimator polinomial lokal orde dua.

Penerapan model regresi nonparametrik dengan metode polinomial lokal digunakan dalam penelitian ini untuk memprediksi tingkat inflasi. Prediksi inflasi merupakan salah satu langkah agar pemerintah dapat menentukan kebijakan selanjutnya dengan tepat. Intervensi pemerintah terhadap masalah-masalah perekonomian rakyat, terutama dalam mengambil kebijakan moneter sangat diperlukan. Sebagian ulama berpendapat bahwa landasan pemerintah untuk mengintervensi perekonomian rakyat sebagaimana terdapat pada al-Quran surah *an-Nisa* [4] ayat 59 yaitu:

"*Hai orang-orang yang beriman, taatilah Allah SWT dan taatilah Rasul (Nya), dan ulil amri di antara kamu. Kemudian jika kamu berlainan pendapat tentang sesuatu, maka kembalikanlah ia kepada Allah SWT (al-Qur'an) dan Rasul (sunahnya), jika kamu benar-benar beriman kepada Allah SWT dan hari kemudian. Yang demikian itu lebih utama (bagimu) dan lebih baik akibatnya*."

Berdasarkan terjemahan ayat di atas yang diterbitkan oleh Lajnah Pentashihan al-Quran Kementerian Agama di tahun 2019, menurut segolongan ulama, penafsiran di atas memberikan kekuasaan kepada pemerintah untuk mencampuri kegiatan ekonomi rakyat. Ini berfungsi untuk melindungi komunitas Islam dan menjaga keharmonisan sosial. Memberikan hak campur tangan, kepada pemerintah dalam kegiatan ekonomi yang dilakukan oleh individu. Hal itu untuk menjaga masyarakat Islam dan menegakkan keseimbangan dalam masyarakat (Ibrahim, dkk., 2021).

Peneliti tertarik untuk menggunakan regresi nonparametrik dengan menggunakan metode penaksir polinomial lokal berdasarkan latar belakang dan interpretasi yang telah dibahas di atas. Untuk meramalkan inflasi di Indonesia digunakan model regresi nonparametrik dengan pendekatan polinomial lokal. Data yang diambil oleh peneliti diperoleh dari laman resmi Badan Pusat Statistik 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 polinomial lokal pada faktor-faktor yang memengaruhi inflasi di Indonesia?
2. Bagaimana keakuratan model regresi nonparametrik polinomial lokal dalam menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi inflasi di Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui model regresi nonparametrik polinomial lokal pada faktor-faktor yang memengaruhi inflasi di Indonesia.
2. Mengetahui keakuratan model regresi nonparametrik polinomial lokal dalam menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi inflasi di Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

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

1. Bagi Peneliti

   Menambah wawasan serta menerapkan ilmu yang diperoleh dalam memodelkan regresi nonparametrik polinomial lokal dalam memodelkan faktor-faktor yang memengaruhi inflasi di Indonesia.
2. Bagi Program Studi

   Menjadi bahan referensi pembelajaran bagi mahasiswa terkait materi regresi nonparametrik polinomial lokal.

3. Bagi Instansi

   Sebagai tambahan informasi serta bahan pertimbangan untuk menentukan kebijakan moneter khususnya di Indonesia.

4. Bagi Pembaca

   Sebagai tambahan wawasan atau referensi terkait regresi nonparametrik menggunakan metode polinomial lokal yang diterapkan pada data inflasi.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak keluar dari topik pembahasan serta menghindari pembahasan secara luas maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data inflasi bulanan di Indonesia pada Januari 2020 - Desember 2022 yang diperoleh dari website Badan Pusat Statistik (BPS) dan website Bank Indonesia (BI).
2. Metode yang digunakan dalam pemilihan *bandwith* optimum dan orde polinomial optimum adalah metode *Generalized Cross Validation* (GCV).
3. Uji kebaikan model menggunakan koefisien determinasi.
4. Orde polinomial yang digunakan adalah 1, 2, dan 3.
5. *Bandwidth* yang digunakan adalah 1 sampai dengan 10.
6. Semua variabel memiliki nilai *bandwith* yang sama.

1.6 Definisi Istilah

Matriks Identitas	:	Matriks persegi yang semua unsur/elemen diagonal utamanya adalah 1 dan unsur/elemen lainnya adalah 0.

Matriks Persegi	:	Merupakan matriks yang memiliki jumlah baris dan jumlah kolom yang sama.
Weighted Least Square	:	Merupakan metode estimasi suatu garis regresi dengan jalan meminimalkan jumlah dari kuradrat kesalahan setiap observasi terhadap garis tersebut dengan cara membagi persamaan regresi *Ordinary Least* (OLS) biasa.
Diagonal Utama	:	Merupakan elemen matriks yang terletak pada ruas garis khayal yang menghubungkan elemen paling kiri atas matriks dengan elemen paling kanan bawah matriks
Trace	:	Jumlah dari seluruh elemen-elemen diagonal utama.
Bandwith	:	Parameter penghalus kernel yang berperan untuk mengontrol penyebaran atau lebar dari suatu fungsi.
Deret *Taylor*	:	Representasi fungsi matematika sebagai jumlahan tak hingga dari suku-suku yang nilainya dihitung dari turunan fungsi tersebut di suatu titik.
Polinomial	:	Merupakan pernyataan matematika yang melibatkan jumlahan perkalian pangkat dalam satu atau lebih variabel dengan koefisien.
Matriks Diagonal	:	Matriks yang elemen selain diagonal utamanya bernilai 0.
Matriks Transpos	:	Matriks yang diperoleh dengan menukar elemen baris menjadi kolom atau sebaliknya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Pendukung

2.1.1 Statistik Deskriptif

Tujuan statistik deskriptif adalah meringkas kumpulan data dan menyajikannya dengan cara yang mudah dipahami. Peringkasannya dapat menggunakan angka numerik maupun dengan menggunakan tabel dan grafik. Ringkasan yang dibahas meliputi ringkasan pola keteraturan data dan juga ringkasan tentang variasi yang terkandung dalam data (Riyanto, dkk.,2019). Terdapat beberapa jenis grafik atau diagram yang bisa digunakan untuk statistika deskriptif sebagai berikut.

1. Histogram

   Histogram digunakan untuk menyajikan data dengan skala data berupa interval dan rasio yang menggambarkan distribusi frekuensi serta digunakan untuk membandingkan nilai satu kelompok dengan kelompok lainnya.

2. *Scatter Plot*

   Scatter plot bertujuan mem-plot hubungan antara dua variabel kontinu yang diperhitungkan memiliki hubungan. Sumbu Y menggambarkan variabel respon sedangkan sumbu X menggambarkan variabel prediktor. Diagram tebar diinterpretasikan berdasarkan pola keseluruhan. Semakin kompak pola yang dihasilkan maka semakin tinggi derajat korelasinya (Rajab, 2009).

2.1.2 *Rescaling Data*

Rescaling data atau normalisasi data adalah mengonversi nilai dalam kumpulan data ke skala umum tanpa mendistorsi variasi dalam rentang nilai (Arifin, dkk., 2022). Normalisasi data akan mempercepat proses pembelajaran *machine learning*. *Min-max* digunakan untuk normalisasi data. Normalisasi *min-max* mengurangi rentang asli data sehingga semua nilai berada di antara rentang 0 dan 1. Rumusnya adalah sebagai berikut.

$$w_{norm} = \left(\frac{w - w_{min}}{w_{max} - w_{min}}\right) \tag{2.1}$$

dengan:

w	:	Nilai data asli
w_{norm}	:	Nilai yang dinormalisasi
w_{min}	:	Nilai minimum
w_{max}	:	Nilai maksimum

2.1.3 Regresi Nonparametrik

Mencari keterkaitan antara variabel prediktor dan variabel respon yang bentuk fungsinya tidak diketahui dapat dilakukan menggunakan regresi nonparametrik. Hal ini disebabkan karena bentuk $f(x)$ sebelumnya tidak diketahui (Eubank, 1988). Sehingga setiap fungsi baik linier maupun nonlinier dapat direpresentasikan dengan model regresi nonparametrik. Regresi nonparametrik hanya mengambil bentuk fungsional dan fleksibel. Menurut Eubank (1988) secara umum model regresi nonparametrik dapat di tuliskan tersebut sebagai berikut.

$$Y_i = m(X_i) + \varepsilon_i \tag{2.2}$$

dengan.

Y_i : Variabel respon pada pengamatan ke-i dengan $i = 1, 2, \dots, n$

X_i : Variabel prediktor pada pengamatan ke-i dengan $i = 1, 2, \dots, n$

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

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

2.1.4 Estimasi Model Regresi Polinomial Lokal

1. Fungsi Kernel

Fungsi *kernel* adalah sebuah fungsi yang kontinu, simetris, dan terbatas, disingkat $K(x)$. Menurut Khalid & Prahutama (2015) parameter penghalus (*bandwith*) *h* mendefinisikan fungsi *kernel* *K* secara umum sebagai berikut.

$$K_h(x) = \frac{1}{h} K\left(\frac{x}{h}\right) \tag{2.3}$$

dengan.

$K_h(x)$: Fungsi *kernel* dengan *bandwith h*

$K(x)$: Fungsi *kernel*

h : *Bandwith*

x : Variabel bebas

Berikut terdapat beberapa jenis fungsi *kernel* yaitu.

a. *Kernel Gaussian*

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}x^2\right). -\infty < x < \infty \tag{2.4}$$

b. *Kernel* Segitiga

$$,|x| \leq 1 \tag{2.5}$$

$$K(x) = \begin{cases} 1 - |x| & \\ 0 & ,x \text{ yang lain} \end{cases}$$

c. *Kernel Epanechnikov*

$$K(x) = \begin{cases} \frac{3}{4} - (1-2)^2 & ,|x| \leq 1 \\ 0 & ,x \text{ yang lain} \end{cases} \tag{2.6}$$

Adapun Fungsi kernel multivariat untuk nilai *bandwith* yang berbeda dapat dinotasikan sebagai beritkut.

$$K_{\boldsymbol{H}}(x) = \frac{1}{\det(\boldsymbol{H})} K[\boldsymbol{H}^{-1}(x)] \tag{2.7}$$

dengan $\boldsymbol{H} = diag(h_1, h_2, \ldots, h_d)$, maka berakibat $\boldsymbol{H}^{-1} = diag\left(\frac{1}{h_1}, \frac{1}{h_2}, \ldots, \frac{1}{h_d}\right)$. Fungsi kernel multivariat dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.7), dengan variabel $\boldsymbol{X_i}$ saling independen, maka.

$$\begin{aligned}
K_{\boldsymbol{H}}(\boldsymbol{X_i}) &= \frac{1}{det\,(\boldsymbol{H})} K[\boldsymbol{H}^{-1}(X_{ij} - x_{0j})] \\
&= \frac{1}{h_1 h_2 \ldots h_d} K\left[\mathbf{H}^{-1}\begin{pmatrix} X_{i1} - x_{01} \\ X_{i2} - x_{02} \\ \vdots \\ X_{id} - x_{0d} \end{pmatrix}\right] \\
&= \frac{1}{h_1 h_2 \ldots h_d} K\left(\frac{X_{i1} - x_{01}}{h_1}, \frac{X_{i2} - x_{02}}{h_2}, \ldots, \frac{X_{id} - x_{0d}}{h_d}\right) \\
&= \frac{1}{h_1 h_2 \ldots h_d} K\left(\frac{X_{i1} - x_{01}}{h_1}\right) K\left(\frac{X_{i2} - x_{02}}{h_2}\right) \ldots K\left(\frac{X_{id} - x_{0d}}{h_d}\right) \\
&= \prod_{j=1}^{d} \frac{1}{h_j} K\left(\frac{X_{ij} - x_{0j}}{h_j}\right)
\end{aligned} \tag{2.8}$$

Sehingga persamaan di atas merupakan fungsi kernel multivariat (Hardle, dkk.,2004).

2. Metode Estimasi Polinomial Lokal

Salah satu regresi nonparametrik adalah regresi nonparametrik polinomial lokal. Menurut Fan dan Gijbels (1996), perluasan deret *Taylor* multivariat untuk x mendekati titik lokal (x_0) dengan derajat polinomial lokal p yang sama adalah sebagai berikut.

$$m(x) = m(x_0) + m'(x_0)\left(x_{ij} - x_{0j}\right) + \frac{m''(x_0)}{2!}\left(x_{ij} - x_{0j}\right)^2 + \cdots + \frac{m^p(x_0)}{p!}\left(x_{ij} - x_{0j}\right)^p \qquad (2.9)$$

akan di tranformasikan ke dalam bentuk matriks menjadi (Widiantini, 2012).

$$m(\boldsymbol{X}) = m(x_0)\mathbf{1}_n + \boldsymbol{L}(x_0) + \frac{1}{2}\boldsymbol{Q}(x_0) + \frac{1}{p!}\boldsymbol{R}(x_0) \qquad (2.10)$$

dan $\boldsymbol{X} = (X_1, X_2,...,X_d)$ dengan,

$$\mathbf{1}_n = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}, \boldsymbol{L}(x_0) = \begin{pmatrix} (\boldsymbol{X_1} - \boldsymbol{x}_0)^T \nabla_m(\boldsymbol{x}_0) \\ (\boldsymbol{X_2} - \boldsymbol{x}_0)^{\boldsymbol{T}} \nabla_m(\boldsymbol{x}_0) \\ \vdots \\ (\boldsymbol{X_n} - \boldsymbol{x}_0)^{\boldsymbol{T}} \nabla_m(\boldsymbol{x}_0) \end{pmatrix}.$$

$$\boldsymbol{Q}(x) = \begin{pmatrix} (\boldsymbol{X_1} - \boldsymbol{x}_0)^T \mathrm{H}_m(\boldsymbol{x})(\boldsymbol{X_1} - \boldsymbol{x}_0) \\ (\boldsymbol{X_2} - \boldsymbol{x}_0)^T \mathrm{H}_m(\boldsymbol{x})(\boldsymbol{X_1} - \boldsymbol{x}_0) \\ \vdots \\ (\boldsymbol{X_n} - \boldsymbol{x}_0)^T \mathrm{H}_m(\boldsymbol{x})(\boldsymbol{X_1} - \boldsymbol{x}_0) \end{pmatrix}$$

dimana elemen dari vektor $\boldsymbol{L}(x)$ dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\boldsymbol{L}(x_i) &= (\boldsymbol{X_i} - \boldsymbol{x}_0)^T \nabla_m(\boldsymbol{x}_0) \\
&= \begin{pmatrix} (X_{i1} - x_{01}) \\ (X_{i2} - x_{02}) \\ (X_{i3} - x_{03}) \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \frac{\partial m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_1} \\ \frac{\partial m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_2} \\ \frac{\partial m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_3} \end{pmatrix} \\
&= \frac{\partial m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_1}(X_{i1} - x_{01}) + \frac{\partial m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_2}(X_{i2} - x_{02}) \\
&\quad + \frac{\partial m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_3}(X_{i3} - x_{03})
\end{aligned} \qquad (2.11)$$

sedangkan elemen dari vektor $\boldsymbol{Q}(x)$ dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\boldsymbol{Q}(x_i) = (\boldsymbol{X_i} - \boldsymbol{x}_0)^T H_m(\boldsymbol{x}_0)(\boldsymbol{X_i} - \boldsymbol{x}_0)$$

$$= \begin{pmatrix} (X_{i1} - x_{01}) \\ (X_{i2} - x_{02}) \\ (X_{i3} - x_{03}) \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial {X_1}^2} & \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_1 \partial X_2} & \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_1 \partial X_3} \\ \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_2 \partial X_1} & \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial {X_2}^2} & \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_2 \partial X_3} \\ \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_3 \partial X_1} & \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_3 \partial X_2} & \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial {X_3}^2} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} (X_{i1} - x_{01}) \\ (X_{i2} - x_{02}) \\ (X_{i3} - x_{03}) \end{pmatrix}$$

$$= \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial {X_1}^2}(X_{i1} - x_{01})^2 + \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial {X_2}^2}(X_{i2} - x_{02})^2 +$$

$$\frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial {X_3}^2}(X_{i3} - x_{03})^2 + \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_1 \partial X_2}(X_{i1} - x_{01})(X_{i2} - x_{02})$$

$$\frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_1 \partial X_3}(X_{i1} - x_{01})(X_{i3} - x_{03}) + \frac{\partial^2 m(\boldsymbol{x}_0)}{\partial X_2 \partial X_3}(X_{i2} - x_{02})$$

$$(X_{i3} - x_{03}) \tag{2.12}$$

Polinomial ini disesuaikan secara lokal dengan *Weighted Least Square* (WLS) dengan meminimalkan fungsi.

$$f(x) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{d} \left\{ Y_i - \sum_{k=0}^{p} \beta_k \left(X_{ij} - x_{0j}\right)^k \right\}^2 K_{\boldsymbol{H}}\left(X_{ij} - x_{0j}\right) \tag{2.13}$$

dengan *h* adalah *bandwith* yang mengendalikan besaran di sekitar titik lokal. Dimungkinkan untuk merumuskan masalah WLS dalam masalah matriks tersebut di atas sebagai.

$$min_\beta \{(\boldsymbol{Y} - \boldsymbol{X\beta})^T \boldsymbol{W} (\boldsymbol{Y} - \boldsymbol{X\beta})\} \tag{2.14}$$

dengan $\boldsymbol{Y} = (Y_1, \dots, Y_n)^T$

$$\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_p)^T$$

$$\boldsymbol{X} = \begin{pmatrix} 1 & (x_1 - x_0) & \cdots (x_1 - x_0)^p \\ \vdots & \vdots & \ddots \quad \vdots \\ 1 & (x_n - x_0) & \cdots (x_n - x_0)^p \end{pmatrix} \tag{2.15}$$

dan $\boldsymbol{W} = K_{\boldsymbol{H}} \left\{\left(X_{ij} - x_{0j}\right)\right\}$ yang berukuran $n \times n$. Hasil estimasi parameter

β dengan WLS adalah.

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{X^T W X})^{-1}\boldsymbol{X^T W Y}) \tag{2.16}$$

Untuk menghasilkan regresi polinomial lokal, perlu untuk memilih derajat polinomial, fungsi *kernel*, dan *bandwidth* atau parameter penghalus.

3. Pemilihan *Bandwith*

Model optimal sangat tergantung pada pilihan *bandwidth (h)*. Metode GCV (*Generalized Cross Validation*) dan metode CV (*Cross Validation*) merupakan dua teknik optimasi untuk mendapatkan h terbaik (Suparti & Prahutama, 2016). Eubank (1988) menegaskan bahwa GCV merupakan variasi dari CV. CV adalah metode pemilihan model berdasarkan kapasitas model untuk prediksi. CV harus diformat sebagai berikut.

$$CV = n^{-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\sum_{j=1}^{d} Y_{ij} - f\left(x_{ij}\right)}{1 - g_{ii}}\right)^2 \tag{2.17}$$

dengan g_{ii} adalah elemen diagonal ke-i matriks G.

Dengan mengubah g_{ii} dalam persamaan menjadi $\sum_{i=1}^{n} g_{ii} = n^{-1}Tr(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{G})$, persamaan GCV ditemukan. Elemen diagonal dari matriks ($\boldsymbol{I} - \boldsymbol{G}$) ditambahkan untuk memberikan nilai $Tr(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{G})$. Definisi fungsi GCV adalah.

$$GCV = \frac{n^{-1}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{d}\left(y_{ij} - f\left(x_{ij}\right)\right)^2}{\left(n^{-1}Tr(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{G})\right)^2} \tag{2.18}$$

dan

$$\boldsymbol{G} = \boldsymbol{W}(\boldsymbol{W^T W})^{-\mathbf{1}}\boldsymbol{W^T} \tag{2.19}$$

dengan.

n : Banyak data

$f(x_{ij})$: Fungsi regresi pada pengamatan ke- i dengan variabel ke- j

Tr : *Trace*

2.1.5 *Mean Absolute Error* (MAE)

MAE (*Mean Absolute Error*) adalah rata-rata selisih mutlak nilai sebenarnya dengan nilai prediksi. MAE merupakan metode yang digunakan untuk mengukur keakuratan suatu model statistik dalam melakukan prediksi. MAE dapat dihitung menggunakan rumus (Suryanto, 2019).

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|Y_i - \hat{Y}_i\right| \qquad (2.20)$$

dengan.

Y_i : Variabel respon pada pengamatan ke-i dengan $i = 1, 2, \dots, n$

$\hat{Y}_i$: Taksiran variabel respon pada pengamatan ke-i dengan $i = 1, 2, \dots, n$

Komponen $\left|Y_i - \hat{Y}_i\right|$ menunjukkan perbedaan nilai sebenarnya dengan nilai prediksi. Semakin kecil nilai MAE, maka semakin baik model tersebut dalam melakukan prediksi.

2.1.6 Inflasi

Inflasi dicirikan sebagai kenaikan harga yang meluas dan berkelanjutan. Kenaikan harga hanya untuk satu atau dua item tidak dapat disebut mewakili inflasi kecuali jika itu juga mempengaruhi (atau menaikkan harga) item selanjutnya (Suparti, dkk., 2018). Inflasi dapat dipandang sebagai fenomena moneter yang dihasilkan dari depresiasi unit moneter suatu komoditas. Definisi inflasi oleh ekonom modern adalah peningkatan total jumlah uang yang harus dibayar untuk barang atau jasa. Di sisi lain, ketika nilai unit moneter barang dan jasa turun, itu disebut deflasi (Awaludin, 2017).

2.1.7 Kurs Valuta Asing

Nilai tukar uang atau bisa disebut sebagai kurs valuta asing, adalah indikator ekonomi penting karena berdampak besar pada berbagai aspek ekonomi suatu negara. Karena pentingnya nilai tukar atau fungsinya sebagai indikator ekonomi, setiap negara perlu menyadarinya dan mendidik warganya agar ekonomi mereka berjalan lebih lancar dan menghasilkan lebih banyak pendapatan. Nilai tukar dapat berubah sewaktu-waktu berdasarkan faktor penawaran dan permintaan yang ada di pasar valuta asing. Mata uang yang telah kehilangan nilainya dalam kaitannya dengan mata uang lain dikatakan terdepresiasi. Sebaliknya, mata uang yang memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan mata uang lainnya disebut demikian (Zulfikar, dkk., 2019).

Wahyudi Eko (2014) menegaskan bahwa nilai tukar mempengaruhi inflasi dengan cara yang menguntungkan. Alasan inflasi dari sudut pandang inflasi impor dapat digunakan untuk menjelaskan situasi ini. Ketika nilai Rupiah menurun terhadap dolar AS, harga barang impor akan naik, yang dapat menyebabkan kenaikan harga barang domestik juga. Kelangkaan likuiditas akibat kenaikan harga akibat depresiasi rupiah akan diperparah oleh depresiasi Rupiah versus US Dollar. Kurs valuta asing terhadap rupiah, khususnya terhadap dolar Amerika Serikat, secara umum diketahui sekitar Rp15.700,00 untuk setiap dolar AS, menurut BI.

2.1.8 Tingkat Suku Bunga Bank Indonesia

BI *rate* atau disebut juga suku bunga acuan adalah suku bunga yang mencerminkan sikap kebijakan moneter yang telah ditetapkan dan diumumkan oleh Bank Indonesia. Secara umum, Bank Indonesia akan menaikkan BI *rate* apabila inflasi ke depan diprakirakan lebih tinggi dari tujuan yang telah ditetapkan. Sebaliknya, Bank Indonesia akan menurunkan BI *rate* jika antisipasi inflasi ke depan lebih rendah dari target yang telah ditetapkan. Akibatnya, terdapat korelasi negatif antara BI *rate* dan inflasi. Jika inflasi tinggi, salah satu strategi untuk menurunkannya adalah dengan menaikkan BI *rate* karena hal itu akan berdampak sama dengan menurunkan inflasi (Wahyudi, 2014).

2.1.9 Jumlah Uang Beredar

Uang adalah sesuatu yang memiliki unit hitung tertentu, dapat digunakan dalam banyak hal, dan diakui di tempat tertentu. Jumlah uang beredar adalah hasil perkalian uang primer dengan pengganda uang. Salah satu cara untuk mengkonseptualisasikan pergerakan uang dalam masyarakat adalah sebagai proses pasar. Jumlah uang yang beredar juga mempengaruhi suku bunga simpanan; semakin banyak uang beredar, semakin menarik investasi relatif terhadap bentuk tabungan tradisional (Ambarwati, dkk., 2021). Miskhin & Frederic (2008) berpendapat bahwa jumlah uang beredar memiliki dampak yang menguntungkan terhadap inflasi. Oleh karena itu, ketika jumlah uang beredar meningkat terlalu banyak, harga-harga akan meningkat lebih dari seharusnya, yang pada akhirnya akan menghambat pertumbuhan ekonomi. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa negara-negara dengan tingkat inflasi yang tinggi juga memiliki tingkat pertumbuhan uang beredar yang tinggi.

2.2 Inflasi Menurut Pandangan Islam

Definisi ekonomi Islam dan Barat tentang inflasi adalah setara. Kenaikan harga yang berkelanjutan selama jangka waktu tertentu disebut sebagai inflasi. Meski memiliki konotasi yang sama, ekonomi Islam dan Barat memiliki definisi yang berbeda tentang apa itu inflasi. Menurut pandangan dunia Islam, ada dua jenis inflasi berdasarkan sumbernya: inflasi yang disebabkan oleh *natural inflation* dan *human error inflation* (Fadilla, 2017).

1. *Natural Inflation*

   Sesuai namanya, inflasi semacam ini dipicu oleh berbagai peristiwa alam yang tak terhindarkan. Ketika terjadi bencana alam, sejumlah bahan makanan dan hasil pertanian lainnya menurun drastis dan menjadi langka. Di sisi lain, permintaan akan barang-barang yang banyak ini telah tumbuh sebagai akibat dari pentingnya barang-barang tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Harga meningkat jauh melampaui kemampuan individu. Menurut Fadilla (2017), inflasi ini disebabkan oleh penurunan penawaran agregat (AS) atau kenaikan permintaan agregat (AD).

2. *Human Error Inflation*

   Selain alasan alami, kesalahan manusia adalah sumber utama inflasi. Inflasi ini sering disebut dengan inflasi palsu atau human error inflation. Menurut Fadilla (2017), korupsi dan administrasi yang buruk, pajak yang tinggi, dan peningkatan penggunaan uang tunai adalah contoh inflasi yang diakibatkan oleh kesalahan manusia.

Oleh karena itu Islam selalu menganjurkan penganutnya untuk mempertimbangkan efek jangka panjang dalam melakukan tindakan. Sebagaimana dalam al-Quran pada surah *al-Hasyr* [59] ayat 18:

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ ٱتَّقُواْ ٱللَّهَ وَلۡتَنظُرۡ نَفۡسٞ مَّا قَدَّمَتۡ لِغَدٖۖ وَٱتَّقُواْ ٱللَّهَۚ إِنَّ ٱللَّهَ خَبِيرُۢ بِمَا تَعۡمَلُونَ

"Wahai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap orang memerhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat). Bertakwalah kepada Allah. Sesungguhnya Allah Maha Teliti terhadap apa yang kamu kerjakan."

Berdasarkan terjemahan ayat di atas yang diterbitkan oleh Lajnah Pentashihan al-Quran Kementerian Agama di tahun 2019 dapat dipahami bahwa dalam Islam segala bentuk kegiatan, jika diniatkan sebagai ibadah, pasti juga bernilai akhirat, jelas bahwa ayat ini menawarkan tuntunan moral untuk menabung baik dunia maupun akhirat melalui investasi. Selain itu, dapat disimpulkan bahwa perspektif Islam tentang investasi sangat penting dan memerlukan kesiapan; ini ditekankan dalam terjemahan ayat tersebut, yang mendesak orang beriman untuk membuat persiapan untuk masa depan (لِغَدٍ). Jika dilihat dari sudut ekonomi, investasi adalah salah satu persiapan tersebut. Lafadz (لِغَدٍ) diterjemahkan menjadi "besok pagi, lusa" (*future*).

2.3 Kajian Topik dan Teori Pendukung

Manfaat peramalan inflasi bagi negara yaitu sebagai bantuan dalam menentukan kebijakan ekonomi yang akan dilakukan dimasa mendatang. Adanya peramalan inflasi akan membantu negara mengatasi naiknya harga barang yang secara terus-menerus, sehingga membuat standar hidup masyarakat semakin menurun. Peramalan pada inflasi bisa dilakukan menggunakan regresi nonparametrik dengan memakai polinomial lokal sebagai estimatornya.

Adapun kajian pendukung yang didiperoleh dari penelitian sebelumnya mengenai estimator polinomial lokal dalam regresi nonparametrik. Adapun salah satu peneliti yang melakukan penelitian analisis data inflasi menggunakan estimator polinomial lokal yaitu Suparti, dkk. (2018) Pada penelitiannya, model regresi polinomial lokal digunakan untuk menganalisis data inflasi di mana titik lokal, urutan polinomial, fungsi pembobotan yang dipilih, dan lebar bandwidth menentukan kebaikan model regresi polinomial lokal. Titik lokal dan lebar *bandwidth* nya, bagaimanapun, adalah yang paling penting. Pada penelitian ini, pengurangan *Generalized Cross Validation* akan menghasilkan titik lokal dan lebar *bandwidth* (GCV) terbaik.

Penelitian mengenai regresi polinomial lokal juga dilakukan oleh Alfiani, dkk., (2014). Dalam studinya, ia melihat model regresi nonparametrik berbasis polinomial lokal kernel pada pertumbuhan balita. Dengan meminimalkan WLS, estimator polinomial lokal kernel dapat dibuat (Kuadrat Terkecil Tertimbang). *Bandwidth* ideal (h) memiliki dampak besar pada estimator polinomial lokal kernel. Pendekatan GCV dapat digunakan untuk menentukan bandwidth yang ideal. Pengaruh antara berat badan dan umur kemudian diuji dalam kasus pertumbuhan balita dengan menerapkan model regresi nonparametrik berdasarkan estimator polinomial lokal kernel.

Studi tambahan dilakukan oleh Khalid & Prahutama (2015). Mengingat bahwa saham adalah surat berharga yang dapat dibeli atau dijual oleh orang atau organisasi untuk menunjukkan kepemilikan atau keikutsertaan dalam perusahaan Saham dikategorikan menjadi tiga kategori berdasarkan kapitalisasi pasar: kapitalisasi besar (*big cap*), kapitalisasi menengah (*mid cap*), dan kapitalisasi kecil (*small cap*). Untuk setiap mata pelajaran, *n* peserta yang berbeda diamati berulang kali dalam jangka waktu yang lama. Estimator polinomial lokal adalah metode pemulusan yang digunakan untuk mengestimasi model regresi nonparametrik dengan menggunakan data longitudinal. Pendekatan WLS dapat digunakan untuk mendapatkan estimator polinomial lokal. Estimator polinomial lokal secara signifikan dipengaruhi oleh *bandwidth* optimum. *Bandwidth* optimal dapat ditentukan dengan menggunakan metode GCV.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini mengadopsi metodologi kuantitatif, mengumpulkan dan menganalisis data sesuai dengan tujuannya. Peneliti menawarkan penjelasan spesifik dengan menggunakan data numerik yang terencana, terstruktur, dan sistematis.

3.2 Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data Inflasi bulanan Indonesia, Suku Bunga Bank Indonesia, Kurs Valuta Asing (*Dollar* US), dan Jumlah Uang Beredar periode tahun 2020-2022. Data Inflasi diperoleh dari sumber resmi *website* Badan Pusat Statistik (BPS) (https://www.bps.go.id/) Indonesia pada tahun 2022, data Suku Bunga Bank Indonesia dan Jumlah Uang Beredar diambil dari *website* Bank Indonesia tahun 2022 (https://www.bi.go.id/id/default.aspx) , data Kurs *Dollar* US diambil dari sumber resmi *website* Bank Indonesia tahun 2022. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Simbol	**Variabel**	**Satuan**
Y	Inflasi Bulanan	Persentase (%)
X_1	Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia	Persentase (%)
X_2	Kurs Valuta Asing (Dollar)	Rupiah (Rp)
X_3	Jumlah Uang Beredar	Rupiah (Rp)

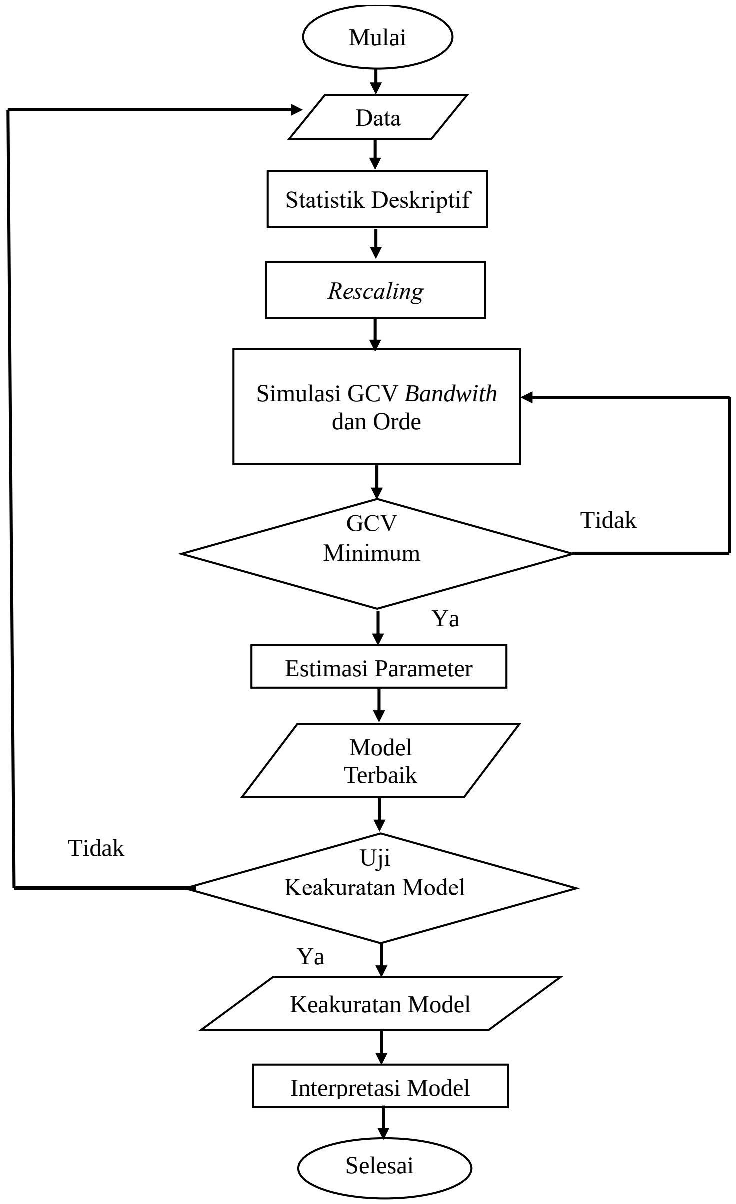
3.3 Teknik Analisis Data

Adapun langkah-langkah dalam penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Pemodelan regresi nonparametrik polinomial lokal pada data inflasi di Indonesia.
   a. Melakukan statistik deskriptif
   b. Melakukan proses *rescaling* dengan metode *min-max normalization*. dilanjutkan dengan membuat *scatter plot* untuk mengatahui pola persebaran data penelitian
   c. Simulasi GCV kombinasi *bandwith* dan orde
   d. Menentukan nilai *bandwidth* optimum dan orde optimum berdasarkan nilai GCV yang minimum
   e. Melakukan pemodelan regresi nonparametrik polinomial lokal berdasarkan orde dan *bandwith* optimum yang didapat dari nilai GCV minimum
2. Evaluasi keakuratan model terbaik dari regresi nonparametrik polinomial lokal.
   a. Melakukan uji keakuratan model menggunakan MAE
   b. Melakukan interpretasi pada model terbaik yang diperoleh
3. Melakukan integrasi keislaman pada penelitian.

3.4 *Flowchart*

Berikut ini *flowchart* pemodelan regresi nonparametrik menggunakan pendekatan polinomial lokal dalam memprediksi data inflasi di Indonesia.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemodelan Regresi Nonparametrik Polinomial Lokal

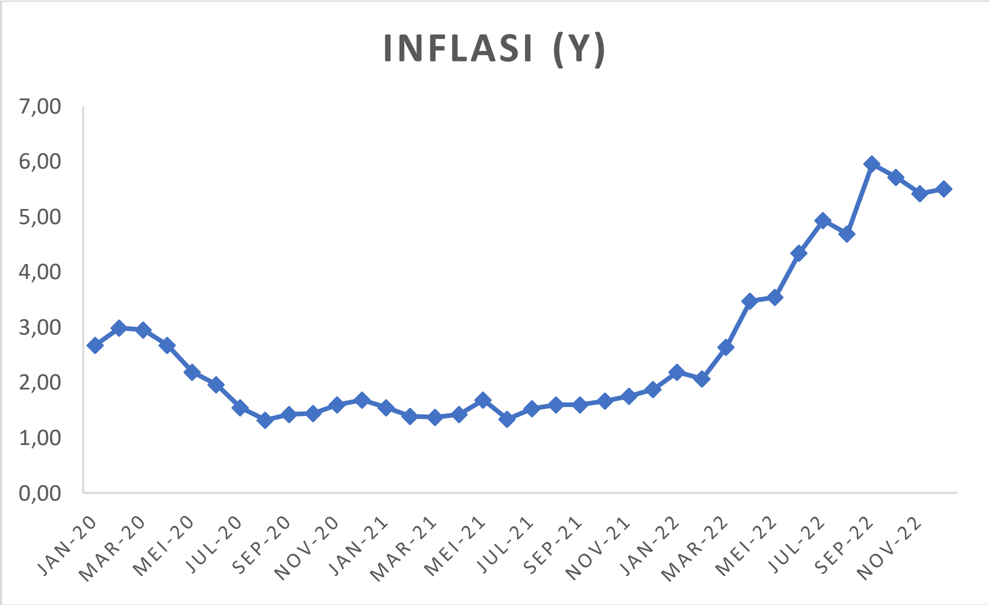
4.1.1 Statistik Deskriptif

Data Penelitian Pada penelitian ini digunakan data inflasi yang dimodelkan berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhinya. Faktor-faktor yang dimaksud adalah suku bunga, kurs, dan jumlah uang yang beredar. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang berasal dari *website* Bank Indonesia untuk data inflasi dan kurs rupiah terhadap *dollar* US dan *website* Badan Pusat Statistik untuk data jumlah uang yang beredar serta suku bunga. Data-data tersebut merupakan data bulanan pada periode Januari tahun 2020 hingga Desember tahun 2022. Faktor - faktor tersebut akan disajikan dalam bentuk tabel yang berguna untuk mencari nilai minimum dan maksimum. Selain dalam bentuk tabel, diagram garis juga digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui apakah data penelitian ini bersifat fluktuatif ataukah tidak. Nilai minimum dan nilai maksimum untuk setiap variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Nilai Minimum dan Maksimum Data

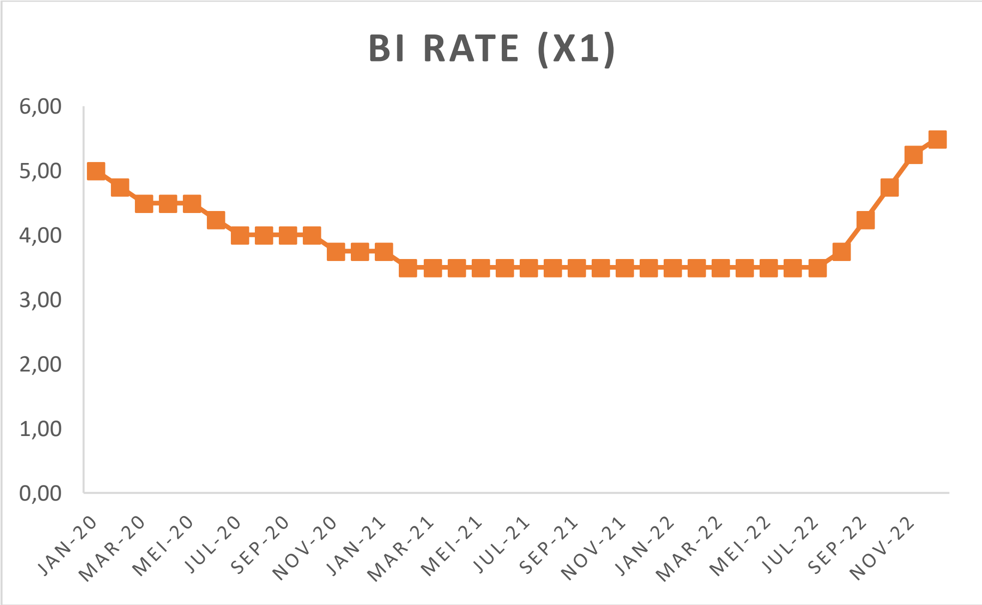
Data	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Inflansi (Y)	1,32%	5,95%
BI *Rate* (X_1)	3,50%	5,50%
***Kurs* (X_2)**	Rp13.732,23	Rp15.867,43
JUB (X_3)	Rp6.046.651,00M	Rp8.528.022,31M

Untuk mengetahui gambaran umum terkait kefluktuatifan data penelitian digunakan plot persebaran data seperti pada gambar di bawah.



Gambar 4.1 Plot Data Inflasi

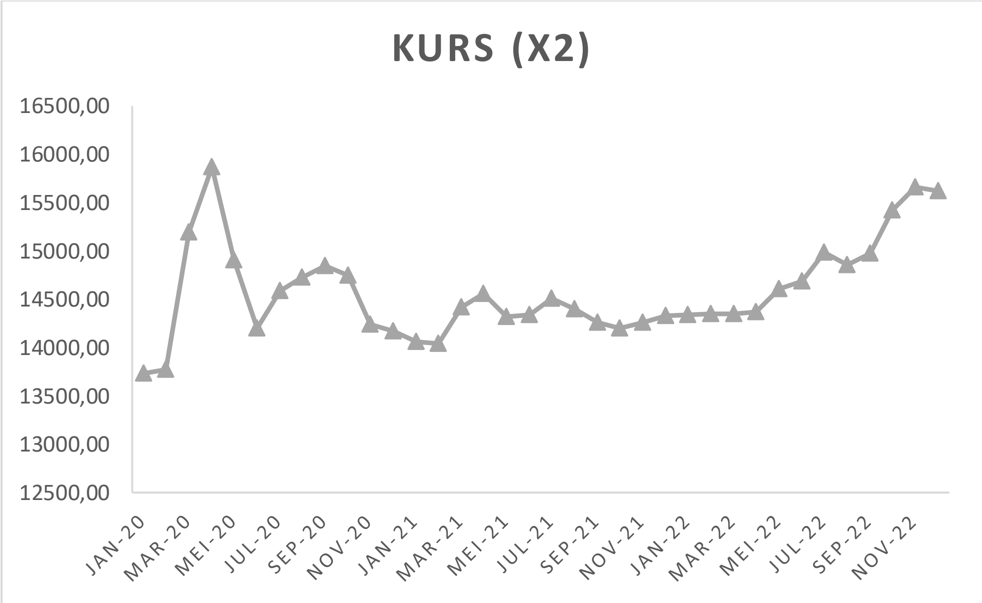
Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diamati pada tahun 2020 terlihat nilai inflasi pada kuartal kedua hingga kuartal ketiga mengalami penurunan dimana penurunan tingkat inflasi di Indonesia didasarkan pada masuknya wabah COVID-19 pada bulan Maret, sehingga pemerintah mulai memberlakukan *lockdown* di beberapa tempat yang membatasi terjadinya transaksi jual beli. Adapun pada tahun 2021 nilai inflasi cukup rendah daripada tahun sebelumnya dengan nilai inflasi berkisar dinilai 1,56% dikarenakan terjadinya puncak wabah COVID-19 pada bulan Juli 2021 Selanjutnya, pada tahun 2022 nilai inflasi mulai mengalami peningkatan. Hal ini terlihat pada bulan Maret nilai inflasi mencapai 2,64%. Peningkatan ini berlanjut hingga kuartal ketiga. Berdasarkan rentang waktu pengamatan dapat terlihat bahwa 31 nilai inflasi tinggi pada tahun 2022. Adapun nilai inflasi terendah terjadi pada bulan Agustus tahun 2020 sebesar 1,32% sedangkan nilai inflasi tertinggi terjadi pada bulan September tahun 2022 sebesar 5,95%.



Gambar 4.2 Plot Data Suku Bunga

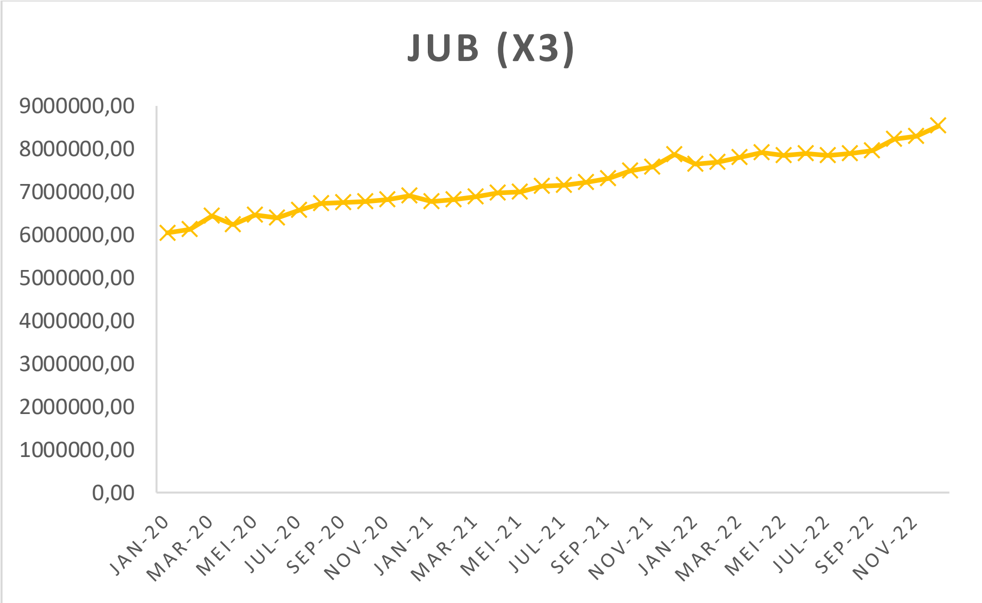
Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diamati Pada tahun 2020 terlihat nilai suku bunga memiliki pola pada masing-masing kuartal. Pada kuartal pertama terlihat nilai suku bunga mengalami penurunan kemudian disusul kekonstanan nilai pada kuartal selanjutnya sebesar 4,50%. Kemudian nilai suku bunga mengalami penurunan pada kuartal ketiga dilanjutkan kekonstanan nilai suku bunga sebesar 4,00% . Adapun nilai suku bunga pada tahun 2021 sebesar 3,50% berlanjut hingga kuartal kedua pada tahun 2022. Penurunan dan kekonstanan pada suku bunga ini diberlakukan agar bisa meningkatkan inflasi, seperti yang diketahui dengan turunnya suku bunga akan meningkatkan transaksi jual beli yang terjadi di masyarakat. Penurunan ini membuat negara Indonesia tidak mengalami deflasi pada saat wabah COVID-19 menyerang. Nilai suku bunga kembali meningkat pada bulan September tahun 2022. Peningkatan nilai suku bunga ini berlanjut hingga bulan Desember tahun 2022 dengan nilai suku bunga sebesar 5,50% . Berdasarkan

Gambar 4.2 terlihat nilai suku bunga minimun sebesar 3,50% dan nilai suku bunga maksimum sebesar 5,50%.



Gambar 4.3 Plot Data Kurs

Berdasarkan Gambar 4.3 nilai tukar rupiah (kurs) terhadap *dollar* US dapat diamati untuk masing-masing tahun. Pada tahun 2020 nilai kurs rupiah mengalami peningkatan yang cukup drastis pada kuartal pertama, yang mulanya nilai kurs rupiah berkisar di nilai Rp13.732,32 menjadi Rp15.194,57 pada bulan Maret. Penyebab kenaikan drastis ini diakibatkan oleh gelombang *capital outflow* di Indonesia karena kepanikan global saat mengalami wabah COVID-19. Peningkatan nilai kurs lanjut terjadi hingga bulan April sebesar Rp15.867,43. Setelah itu, mengalami penurunan pada bulan Mei sebesar Rp14.906,19. Ketidakstabilan nilai kurs terjadi sampai tahun 2021. Namun, pergerakan nilai kurs pada tahun ini tidak melebihi tahun sebelumnya. Adapun pada tahun 2022 nilai kurs mengalami peningkatan secara terus-menerus sampai mencapai nilai tertinggi pada bulan November dengan nilai kurs rupiah sebesar Rp15.658,73. Secara umum, selama waktu pengamatan, yaitu Januari tahun 2020 hingga Desember 2022 nilai kurs rupiah terendah sebesar Rp13.732,23 dan terbesar sebesar Rp15.867,43.



Gambar 4.4 Plot Data Jumlah Uang Beredar

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat terlihat bahwa jumlah uang beredar dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Dapat diamati bahwa jumlah uang beredar minimum pada bulan Januari tahun 2020 sebesar Rp6.046.651,00 M sedangkan jumlah uang beredar maksimum pada bulan Desember tahun 2022 sebesar Rp8.528.022,31 M. Adanya peningkatan jumlah uang beredar membuat tingkat inflasi juga semakin meningkat, sehingga bisa menstabilkan tingkat inflasi agar tidak terjadi yang namanya deflasi.

Dari keempat diagram garis tersebut dapat diketahui bahwa data inflasi, suku bunga, nilai tukar ataupun jumlah uang beredar memiliki data yang bersifat fluktuatif. Artinya data tersebut memiliki perubahan data yang naik turun sehingga cocok diterapkan pada regresi nonparamaterik polinomial lokal.

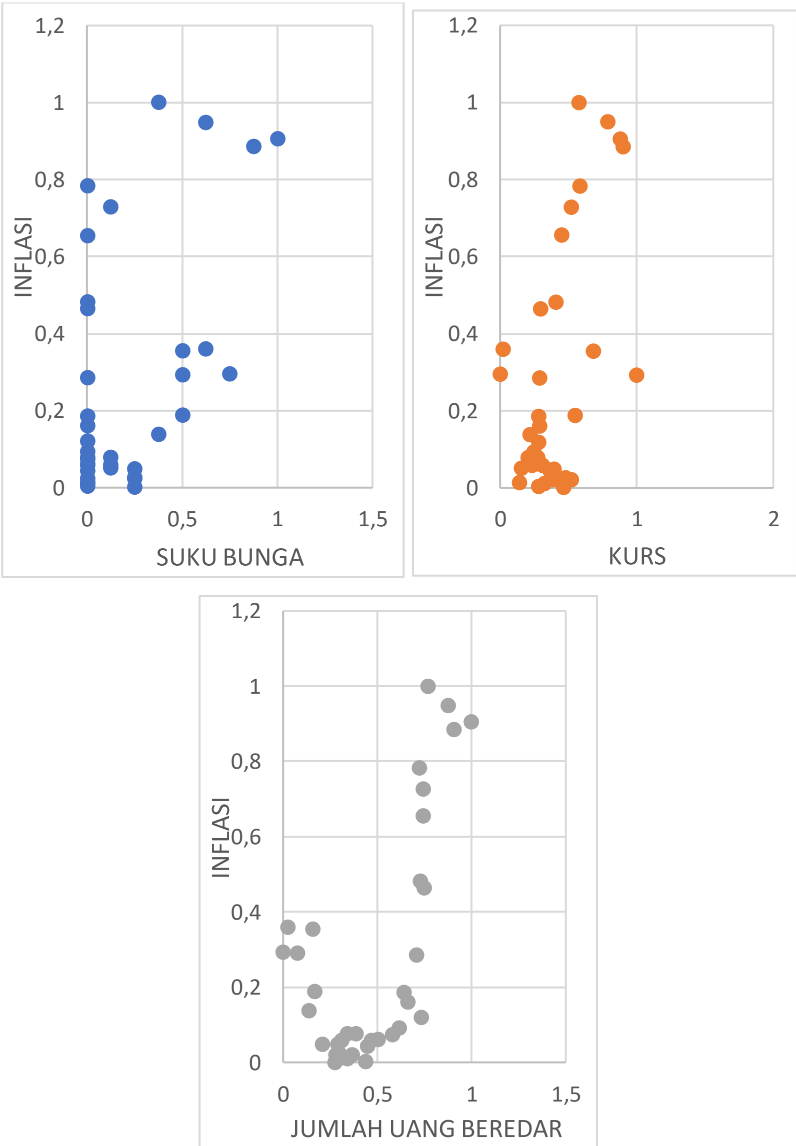
4.1.2 *Rescaling* dan *Scatter Plot Data*

Penskalaan ulang (*rescaling*) data dilakukan guna mencegah dominasi variabel dalam model yang dibentuk. Dikarenakan data yang digunakan pada penelitian ini memiliki skala yang berbeda sehingga diperlukan proses *rescaling*. Implementasi *rescaling* pada data untuk penelitian ini menggunakan jenis penskalaan normalisasi *min-max*. Teknik normalisasi *min-max* ini mengubah nilai-nilai dalam rentang antara 0 dan 1. Mengacu pada persamaan (2.1) didapatkan hasil *rescaling* data inflasi di bulan Januari 2020 dengan cara.

$$
\begin{aligned}
w_{norm} &= \frac{2{,}68 - 1{,}32}{5{,}95 - 1{,}32} \\
&= \frac{1{,}36}{4{,}63} \\
&= 0{,}2937
\end{aligned}
$$

Sesuai persamaan di atas yang menjadi contoh perhitungan *rescaling* pada data inflasi di bulan Januari 2020. Sehingga didapatkan hasil *rescaling* untuk semua data penelitian tersebut dapat dilihat pada Lampiran 2.

Nilai yang diperoleh pada proses penskalaan ulang akan digunakan untuk memperoleh model regresi nonparametrik polinomial lokal dengan fungsi *Gaussian*. Sebelum mencari nilai *bandwidth* optimum untuk model regresi nonparametrik kernel perlu diketahui pola hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon. Hal ini untuk memastikan bahwa data penelitian yang digunakan sudah sesuai apabila menggunakan regresi nonparametrik. Jika pola hubungan antara variabel prediktor dan variabel prediktor terlihat linear maka metode regresi linear dapat dipertimbangkan. Sebaliknya, apabila pola hubungan tidak linear atau kompleks maka model regresi nonparametrik lebih sesuai digunakan. Adapun pola hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon divisualisasikan menggunakan *scatter plot* pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pola Hubungan Variabel Prediktor dengan Variabel Respon

Gambar 4.5 merupakan *scatter plot* antara variabel prediktor dengan variabel respon. Terlihat pada Gambar 4.5 bahwa *scatter plot* yang diperoleh antara data inflasi dengan data suku bunga, data inflasi dengan data kurs, maupun data inflasi dengan data jumlah uang beredar tidak tersebar secara linear di garis regresi linear yang ada serta titik-titik cenderung menyebar secara acak sehingga tidak membentuk suatu pola tertentu. Oleh karena itu, metode regresi nonparametrik merupakan metode yang tepat digunakan pada data penelitian yang digunakan oleh peneliti. Hal tersebut dikarenakan regresi nonparametrik tidak memperhatikan pola persebaran data sehingga pola data yang kompleks atau tidak beraturan dapat dianalisis menggunakan metode regresi nonparametrik. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode regresi nonparametrik polinomial lokal.

4.1.3 Simulasi GCV Kombinasi *Bandwith* dan Orde

Dalam mencari model regresi nonparametrik polinomial lokal, harus menentukan nilai orde dan *bandwith* yang akan digunakan. Orde yang akan digunakan adalah 1, 2 dan 3 dan ukuran *bandwith*nya dari 1 sampai dengan 10. Dimana akan dikombinasikan antara orde dengan *bandwith* yang nantinya akan menghasilkan nilai GCV. Adapun beberapa kombinasi acak antara orde 1 dengan *bandwith* beserta hasil GCV-nya yang akan ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. 2 Kombinasi Orde 1 dan *Bandwith*

Orde	**Bandwith**	**GCV**
1	10	0,07957569
	5	0,07957890
	1	0,08174164

Kombinasi acak antara orde 2 dengan *bandwith* beserta hasil GCV-nya yang akan ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Kombinasi Orde 2 dan *Bandwith*

Orde	**Bandwith**	**GCV**
2	10	0,07887669
	5	0,07887810
	1	0,07969742

Kombinasi acak antara orde 3 dengan *bandwith* beserta hasil GCV-nya yang akan ditunjukkan pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Kombinasi Orde 3 dan *Bandwith*

Orde	Bandwith	GCV
3	10	0,08333341
	5	0,08333490
	1	0,08427640

4.1.4 Penentuan Orde dan *Bandwith* Optimum

Penentuan model polinomial lokal terbaik ini diperlukan mencari orde dan *bandwith* yang optimum. Pemilihan orde dan *bandwith* optimum tersebut diperoleh melalui nilai GCV terkecil. Semakin kecil nilai GCV yang diperoleh maka model yang akan didapatkan pada regresi nonparametrik polinomial lokal ini akan semakin baik. Orde dan *bandwith* yang didapat dari nilai GCV akan ditampilkan 10 nilai dari urutan GCV paling kecil pada Tabel 4.5 berikut ini, yang selengkapnya berada pada Lampiran 3.

Tabel 4. 5 Orde dan *Bandwith* Optimum

No.	Orde	Bandwith	GCV
1	2	10	0,07887669
2	2	9	0,07887674
3	2	8	0,07887682
4	2	7	0,07887699
5	2	6	0,07887732
6	2	5	0,07887810
7	2	4	0,07888025
8	2	3	0,07888807
9	2	2	0,07893351
10	1	10	0,07957569

Nilai GCV yang minimum pada Tabel 4.5 adalah nilai GCV yang berada pada orde 2 dengan nilai *bandwith* 10. Dikarenakan memiliki hasil nilai GCV yang terkecil. Sehingga diperoleh orde optimumnya adalah 2 dan *bandwith* optimumnya adalah 10 yang nantinya akan digunakan untuk mendapatkan model regresi nonparametrik polinomial lokal.

4.1.5 Pembentukan Model

Berdasarkan hasil orde dan *bandwith* optimum pada GCV minimum pada tahap sebelumnya akan dilanjutkan dengan pemodelan regresi nonparametrik polinomial lokal dimana bentuk umum persamaan regresi nonparametrik dijelaskan pada persamaan (2.2), yang dapat ditulis ke dalam notasi matriks sebagai berikut.

$$\boldsymbol{Y} = m(\boldsymbol{X}) + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{4. 1}$$

dengan.

$$\boldsymbol{Y} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_{36} \end{pmatrix}, m(\boldsymbol{X}) = \begin{pmatrix} m(X_1) \\ m(X_2) \\ \vdots \\ m(X_{36}) \end{pmatrix}, \text{dan}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_{36} \end{pmatrix}$$

Vektor $m(\boldsymbol{X})$ pada persamaan (4.1) tidak diketahui bentuknya yang akan diestimasi dengan estimator polinomial lokal orde dua yang diperoleh berdasarkan perluasan deret *Taylor* (2.10). Dimana diperoleh perluasan deret *Taylor* berorde 2 sebagai berikut:

$$m(\boldsymbol{X}) = m(x_0)\mathbf{1}_n + \boldsymbol{L}(x_0) + \frac{1}{2}\boldsymbol{Q}(x_0) \tag{4. 2}$$

dengan.

$$m(\boldsymbol{X}) = \begin{pmatrix} m(x_0) \\ m(x_0) \\ \vdots \\ m(x_0) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{\partial m(x_0)}{\partial X_1}(X_{11} - x_{01}) + \cdots + \frac{\partial m(x_0)}{\partial X_3}(X_{13} - x_{03}) \\ \frac{\partial m(x_0)}{\partial X_1}(X_{21} - x_{01}) + \cdots + \frac{\partial m(x_0)}{\partial X_3}(X_{23} - x_{03}) \\ \vdots \\ \frac{\partial m(x_0)}{\partial X_1}(X_{361} - x_{01}) + \cdots + \frac{\partial m(x_0)}{\partial X_3}(X_{363} - x_{03}) \end{pmatrix} +$$

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2}\left(X_{1j} - x_{0j}\right)^T H_m(x)(X_{1j} - x_{0j}) \\ \frac{1}{2}\left(X_{2j} - x_{0j}\right)^T H_m(x)(X_{2j} - x_{0j}) \\ \vdots \\ \frac{1}{2}\left(X_{36j} - x_{0j}\right)^T H_m(x)(X_{36j} - x_{0j}) \end{pmatrix}$$

dari persamaan (4.2) diperoleh elemen ke-i dari vektor $m(\boldsymbol{X})$ adalah.

$$\begin{aligned} m(\boldsymbol{X_i}) = \quad & \beta_0 + \beta_1(X_{i1} - x_{01}) + \beta_2(X_{i2} - x_{02}) + \beta_3(X_{i3} - x_{03}) + \\ & \beta_{11}(X_{i1} - x_{01})^2 + \beta_{22}(X_{i2} - x_{02})^2 + \beta_{33}(X_{i3} - x_{03})^2 \\ & + \beta_{12}(X_{i1} - x_{01})(X_{i2} - x_{02}) + \beta_{13}(X_{i1} - x_{01})(X_{i3} - x_{03}) + \\ & \beta_{23}(X_{i2} - x_{02})(X_{i3} - x_{03}) \end{aligned} \tag{4. 3}$$

dengan.

$\beta_0 = m(x_0), \beta_1 = \frac{\partial m(x_0)}{\partial X_1}, \beta_2 = \frac{\partial m(x_0)}{\partial X_2}, \beta_3 = \frac{\partial m(x_0)}{\partial X_3}, \beta_{11} = \frac{\partial^2 m(x_0)}{\partial {X_1}^2}, \beta_{22} = \frac{\partial^2 m(x_0)}{\partial {X_2}^2}$

$\beta_{33} = \frac{\partial^2 m(x_0)}{\partial {X_3}^2}, \beta_{12} = \frac{\partial^2 m(x_0)}{\partial X_1 \partial X_2}, \beta_{13} = \frac{\partial^2 m(x_0)}{\partial X_1 \partial X_3}, \beta_{23} = \frac{\partial^2 m(x_0)}{\partial X_2 \partial X_3}$

subtitusikan persamaan (4.3) ke persamaan (2.2) maka akan diperoleh.

$$\begin{aligned} Y_i = \quad & \beta_0 + \beta_1(X_{i1} - x_{01}) + \beta_2(X_{i2} - x_{02}) + \beta_3(X_{i3} - x_{03}) + \\ & \beta_{11}(X_{i1} - x_{01})^2 + \beta_{22}(X_{i2} - x_{02})^2 + \beta_{33}(X_{i3} - x_{03})^2 \\ & + \beta_{12}(X_{i1} - x_{01})(X_{i2} - x_{02}) + \beta_{13}(X_{i1} - x_1)(X_{i3} - x_{03}) + \\ & \beta_{23}(X_{i2} - x_{02})(X_{i3} - x_{03}) + \varepsilon_i \end{aligned} \tag{4. 4}$$

persamaan (4.4) dapat dinyatakan ke dalam notasi matriks sebagai berikut.

$$\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{4. 5}$$

dengan.

$$\boldsymbol{Y} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_{36} \end{pmatrix}$$

$$\boldsymbol{X^T} = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ (X_{11} - x_{01}) & \cdots & (X_{361} - x_{01}) \\ (X_{12} - x_{02}) & \cdots & (X_{362} - x_{02}) \\ (X_{13} - x_{03}) & \cdots & (X_{363} - x_{03}) \\ (X_{11} - x_{01})^2 & \cdots & (X_{361} - x_{01})^2 \\ (X_{12} - x_{02})^2 & \cdots & (X_{362} - x_{02})^2 \\ (X_{13} - x_{03})^2 & \cdots & (X_{363} - x_{03})^2 \\ (X_{11} - x_{01})(X_{12} - x_{02}) & \cdots & (X_{361} - x_{01})(X_{362} - x_{02}) \\ (X_{11} - x_{01})(X_{13} - x_{03}) & \cdots & (X_{361} - x_{01})(X_{363} - x_{03}) \\ (X_{12} - x_{02})(X_{13} - x_{03}) & \cdots & (X_{362} - x_{02})(X_{363} - x_{03}) \end{pmatrix}$$

$$\boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_{11} \\ \beta_{22} \\ \beta_{33} \\ \beta_{12} \\ \beta_{13} \\ \beta_{23} \end{pmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_{36} \end{pmatrix}$$

Untuk mengestimasi regresi polinomial lokal diperlukan estimasi parameter $(\hat{\beta})$ terlebih dahulu. Pada persamaan (2.16) diperoleh persamaan $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$**.** di mana $\boldsymbol{W} = diag\{K_{\boldsymbol{H}}(\boldsymbol{X_i}), \ldots, K_{\boldsymbol{H}}(\boldsymbol{X_i})\}$ yang berukuran 36×36, fungsi kernel multivairat yang diperoleh pada persamaan (2.8) kemudian disubtitusikan dengan fungsi *kernel Gaussian* pada persamaan (2.4).

$$K_H(\boldsymbol{X_i}) = \prod_{j=1}^{d} \frac{1}{h_j} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{X_{ij} - x_{0j}}{h_j}\right)^2\right)$$

Diperoleh persamaan untuk mengestimasi regresi polinomial lokal dengan mensubtitusikan persamaan (2.16) ke dalam persamaan (4.5) sebagai berikut.

$$\widehat{\boldsymbol{Y}} = \boldsymbol{X}\widehat{\boldsymbol{\beta}} = \boldsymbol{X}(\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{W}\boldsymbol{X})^{-\mathbf{1}}\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{W}\boldsymbol{Y} \tag{4. 6}$$

Berdasarkan nilai *bandwidth* optimum yang telah diperoleh sebelumnya, yaitu = 10 dan orde optimum yang diperoleh adalah 2. Untuk nilai $x_0 = x_1 = x_2 = x_3 = 0{,}1$ dan diperoleh nilai $\beta_0 = -0{,}3421$, $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 1{,}1657$, $\beta_{11} = \beta_{22} = \beta_{33} = \beta_{12} = \beta_{13} = \beta_{23} = -0{,}1728$ dihasilkan model polinomial lokal sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\widehat{\boldsymbol{Y}_\iota} = \; & -0{,}3421 + 1{,}1657(X_{i1} - 0{,}1) + 1{,}1657(X_{i2} - 0{,}1) + 1{,}1657(X_{i3} - 0{,}1) \\ & -0{,}1728(X_{i1} - 0{,}1)^2 - 0{,}1728(X_{i2} - 0{,}1)^2 - 0{,}1728(X_{i3} - 0{,}1)^2 \\ & -0{,}1728(X_{i1} - 0{,}1)(X_{i2} - 0{,}1) - 0{,}1728(X_{i1} - 0{,}1)(X_{i3} - 0{,}1) \\ & -0{,}1728(X_{i2} - 0{,}1)(X_{i3} - 0{,}1)\end{aligned} \tag{4. 7}$$

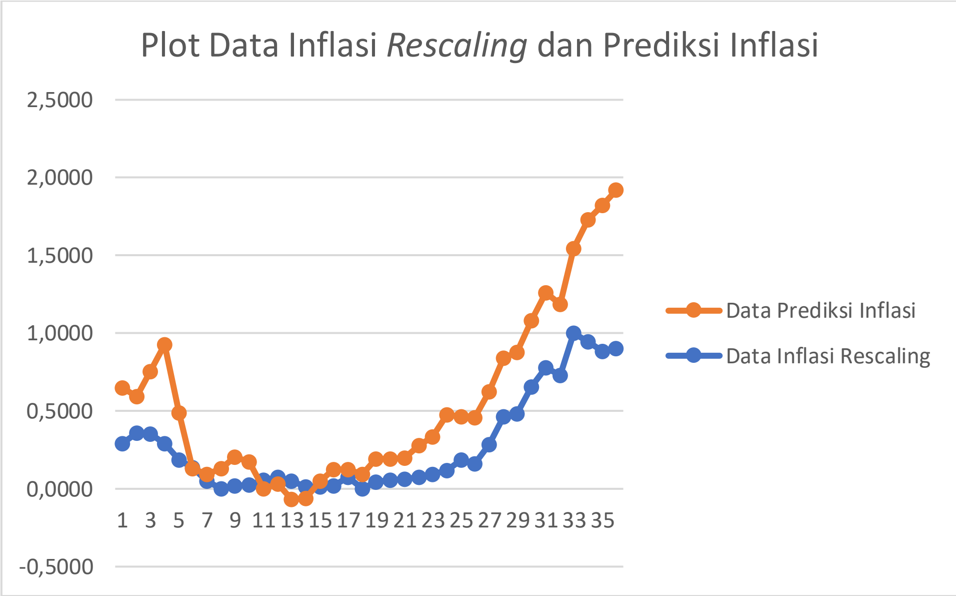
Dikarenakan $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3$ dan $\beta_{11} = \beta_{22} = \beta_{33} = \beta_{12} = \beta_{13} = \beta_{23}$ memiliki nilai yang sama maka dapat disederhanakan menjadi.

$$\begin{aligned}\widehat{Y_\iota} = \; & -0{,}3421 + 1{,}1657(X_{i1} + X_{i2} + X_{i3} - 0{,}3) \\ & -0{,}1728((X_{i1}^2 - 2(0{,}1X_{i1})) + (X_{i2}^2 - 2(0{,}1X_{i2})) + \\ & (X_{i3}^2 - 2(0{,}1X_{i3})) + (X_{i1}X_{i2} - 0{,}1X_{i1} - 0{,}1X_{i2}) + \\ & (X_{i1}X_{i3} - 0{,}1X_{i1} - 0{,}1X_{i3}) + (X_{i2}X_{i3} - 0{,}1X_{i2} - 0{,}1X_{i3}) \\ & +6(-0{,}1)^2)\end{aligned} \tag{4. 8}$$

4.2 Evaluasi Keakuratan Model

4.2.1 Uji Keakuratan Model

Dari hasil model regresi nonparametrik polinomial lokal multivariat pada persamaan (4.8) dapat dibuat plot antara nilai inflasi berdasarkan data aktual observasi dengan nilai inflasi hasil estimasi menggunakan regresi polinomial lokal sebagai berikut.



Gambar 4.6 Plot Data Inflasi *rescaling* dengan Hasil Estimasi

Dari hasil plot antara nilai data *rescaling* inflasi dengan nilai inflasi hasil prediksi akan digunakan MAE untuk mengukur keakuratan suatu model statistik dalam melakukan prediksi atau peramalan menggunakan persamaan (2.20) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} MAE &= \frac{1}{36}\,|0{,}2937 - 0{,}3568| + \cdots + |0{,}9050 - 1{,}0135| \\ &= \frac{4{,}7976}{36} \\ &= 0{,}1333 \end{aligned}$$

Diperoleh nilai MAE sebesar 0,1333 dimana nilai tersebut mendekati 0 yang berarti bahwa model yang digunakan cukup akurat. Adapun data selengkapnya dapat di lihat pada Lampiran 4.

4.2.2 Interpretasi Model

Model terbaik yang dipilih adalah model regresi polinomial lokal dengan nilai *bandwith* = 10 dan memiliki orde polinomial = 2. Berdasarkan uji keakuratan model menggunakan MAE, diperoleh nilai MAE sebesar 0,1333. Berikut model akhir yang diperoleh.

$$\begin{aligned}\widehat{Y_i} = \; & -0,3421+1,1657(X_{i1}+X_{i2}+X_{i3}-0,3)\\ & -0,1728((X_{i1}^2-2(0,1X_{i1}))+(X_{i2}^2-2(0,1X_{i2}))+\\ & (X_{i3}^2-2(0,1X_{i3}))+(X_{i1}X_{i2}-0,1X_{i1}-0,1X_{i2})+\\ & (X_{i1}X_{i3}-0,1X_{i1}-0,1X_{i3})+(X_{i2}X_{i3}-0,1X_{i2}-0,1X_{i3})\\ & +6(-0,1)^2)\end{aligned}$$

Berdasarkan model di atas diperoleh bahwa nilai $\widehat{Y_i}$ akan mengalami peningkatan sebesar $1,1657$, jika variabel suku bunga SBI ($X1$) pada orde 1 mengalami kenaikan 1 satuan begitu juga dengan variabel kurs Rupiah-Dollar ($X2$) dan jumlah uang beredar ($X3$) yang berada di orde 1. Adapun $\widehat{Y_i}$ kemudian mengalami penurunan sebesar $0,1728$, jika variabel suku bunga SBI ($X1$) pada orde 2 mengalami kenaikan 1 satuan begitu juga dengan variabel kurs Rupiah-Dollar ($X2$) dan jumlah uang beredar ($X3$) yang berada di orde 2.

4.3 Integrasi Inflasi dan Islam

Menurut pandangan dunia Islam, ada dua jenis inflasi berdasarkan sumbernya: inflasi yang disebabkan oleh *natural inflation* dan *human error inflation* (Fadilla, 2017).

1. *Natural Inflantion*

   Sesuai namanya, inflasi semacam ini dipicu oleh berbagai peristiwa alam yang tak terhindarkan. Ketika terjadi bencana alam, sejumlah bahan makanan dan hasil pertanian lainnya menurun drastis dan menjadi langka. Di sisi lain, permintaan akan barang-barang yang banyak ini telah tumbuh sebagai akibat dari pentingnya barang-barang tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Harga meningkat jauh melampaui kemampuan individu. Menurut Fadilla (2017), inflasi ini disebabkan oleh penurunan penawaran agregat (AS) atau kenaikan permintaan agregat (AD).

2. *Human Error Inflantion*

Selain alasan alami, kesalahan manusia adalah sumber utama inflasi. Inflasi ini sering disebut dengan inflasi palsu atau human error inflation. Menurut Fadilla (2017), korupsi dan administrasi yang buruk, pajak yang tinggi, dan peningkatan penggunaan uang tunai adalah contoh inflasi yang diakibatkan oleh kesalahan manusia.

Oleh karena itu Islam selalu menganjurkan penganutnya untuk mempertimbangkan efek jangka panjang dalam melakukan tindakan. Sebagaimana dalam al-Qur'an pada surah *al-Hasyr* [59] ayat 18, dapat ditarik satu pemikiran yang mendasar, bahwa dalam perspektif Islam tentang investasi sangat penting dan memerlukan kesiapan; ini ditekankan dalam terjemahan ayat tersebut, yang mendesak orang beriman untuk membuat persiapan untuk masa depan (لِغَدٍ). Karena seperti yang diketahui bahwa inflasi merupakan suatu bencana yang dapat mengancam masyarakat. Dimana penyebab inflasi itu sendiri bisa berasal dari human error inflation seperti tinggi rendahnya kurs valuta asing, tingkat suku bunga bank Indonesia, dan jumlah uang beredar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian regresi nonparametrik polinomial lokal untuk memodelkan inflasi di Indonesia telah didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Model regresi nonparametrik polinomial lokal pada faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi di Indonesia menghasilkan model polinomial terbaik. Model terbaik tersebut berdasarkan orde polinomial optimum sebesar 2 dan *bandwith* optimum sebesar 10 yang didapatkan dari nilai GCV minimum sebesar 0,07887669. Persamaan model terbaik regresi nonparametrik polinomial lokal adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_i = \; & -0,3421+1,1657(X_{i1}+X_{i2}+X_{i3}-0,3) \\ & -0,1728((X_{i1}^2-2(0,1X_{i1}))+(X_{i2}^2-2(0,1X_{i2}))+ \\ & (X_{i3}^2-2(0,1X_{i3}))+(X_{i1}X_{i2}-0,1X_{i1}-0,1X_{i2})+ \\ & (X_{i1}X_{i3}-0,1X_{i1}-0,1X_{i3})+(X_{i2}X_{i3}-0,1X_{i2}-0,1X_{i3}) \\ & +6(-0,1)^2)\end{aligned}$$

2. Keakuratan model regresi nonparametrik polinomial lokal untuk memodelkan inflasi di Indonesia dengan bantuan persamaan *Mean Absolute Error* (MAE) menghasilkan nilai sebesar 0,1333. Hal ini dapat disimpulkan bahwa tingkat keakuratan model tergolong baik karena nilai yang dihasilkan mendekati 0 yang artinya terdapat model polinomial lokal terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian ini peneliti memberikan saran guna pengembangan dan penyempurnaan penelitian ini. Penelitian ini masih menggunakan regresi nonparametrik polinomial lokal dengan orde polinomial 1 hingga 3, sehingga perlu adanya pengembangan terkait jumlah orde polinomial.

DAFTAR RUJUKAN

Alfiani, M. L., Nur, I. M., & Utami, T. W. (2014). Model Regresi Nonparametrik Berdasarkan Estimator Polinomial Lokal Kernel Pada Kasus Pertumbuhan Balita. *Statistika, 2*(1), 34-39.

Ambarwati, A. D., Sara, I. M., & Aziz, I. S. A. (2021). Pengaruh Jumlah Uang Ber edar (JUB), BI Rate dan Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia Periode 2009-2018. *Warmadewa Economic Development Journal (WEDJ)*, *4*(1), 21–27.

Andrianus, F., & Niko, A. (2006). Analisa Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Inflansi di Indonesia Periode 1997:3-2005:2". *Ekonomi Pembangunan*, *11*(2), 173–186.

Arifin, W. A., Ariawan, I., Rosalia, A. A., Lukman, & Tufailah, N. (2022). *Data Scaling Performance on Various Machine Learning Algorithms to Identify Abalone Sex*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, *10*(1), 26–31.

Awaluddin, M. (2017). Pengaruh Kepribadian Entrepreneurship Islam dan Akses Informasi Terhadap Strategi Bisnis dan Kinerja Bisnis Usaha Kecil di Kota Makassar. *Jurnal Iqtisaduna*, 79-97.

Ayuni, G. N., & Fitrianah, D. (2019). Penerapan Metode Regresi Linear Untuk Prediksi Penjualan Properti pada PT XYZ. *Jurnal Telematika*, *14*(2), 79–85.

BPS. (2023). *Berita Resmi Statistik 5 Desember 2023*.

Eubank, R. L. (1988). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*. New York:Marcel Dekker.

Fadilla, (2017). Perbandingan Teori Inflasi dalam Perspektif Islam dan Konvensional. *Islamic Banking*, *2*(2), 1–14.

Fan, J., & Gijbels, I. (1996). *Local Polynomial Modelling and Its Applications*. London:Chapman and Hall.

Fibriyani, V., & Chamidah, N. (2021). *Prediction of Inflantion Rate in Indonesia Using Local Polynomial Estimator for Time Series Data*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-10.

Hidayat, R., Yuliani, & Sam, M. (2009). Model Regresi Nonparametrik Dengan Pendekatan Spline Truncated. *Prosiding Seminar Nasional*, *03*(1), 203–210.

Ibrahim, A., Amelia, E., Akbar, N., Kholis, N., Utami, S. A., & Nofrianto. (2021). Pengantar Ekonomi Islam. Jakarta:Departemen Ekonomi dan Keuangan Syariah - Bank Indonesia.

Islamiyati, A., & Budiantara, I. N. (2007). Model Spline dengan Titik-titik Knots dalam Regresi Nonparametrik. *Jurnal Inferensi*, *3*, 11-21.

Khalid, I., & Prahutama, A. (2015). Pemodelan Regresi Nonparametrik Data Longitudinal Menggunakan Polinomial Lokal (Studi Kasus: Harga Penutupan Saham pada Kelompok Harga Saham Periode). *Jurnal Gaussian*, *4*(3), 527–532.

Krisnawardhani, T., Salam, N., & Anggraini, D. (2010). Analisis Regresi Linear Berganda Dengan Satu Variabel Boneka (DUMMY VARIABLE). *Jurnal Matematika Murni Dan Terapan*, *4*(2), 14–20.

Lufti, M., & Hidayat, A. (2003). Analisis Faktor-faktor Jumlah Uang Beredar, kurs dan Pengeluaran Pemerintah yang Mempengaruhi Inflansi di Indonesia. *Program Magister Manajemen Sekolah Tinggi Ilmu Bisnis Indonesia*.

Maggi, R., & Saraswati, B. D. (2013). faktor-faktor yang Mempengaruhi Inflasi di Indonesia: Model Demand Pull Inflation. *Jurnal Kuantitatif Ekonomi Terapan*, *6*(2), 71-77.

Miskhin, & Frederic, M. (2008). Ekonomi Uang, Perbankan, dan Pasar Keuangan (edisi kedelapan). Jakarta:Salemba Empat.

Pentashihan, L. (2019). Juz 1-10. In *Al-Qur'an dan Terjemahannya Edisi Penyempurnaan 2019*. Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI.

Pentashihan, L. (2019). Juz 21-30. In *Al-Qur'an dan Terjemahannya Edisi Penyempurnaan 2019*. Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI.

Rajab, W. (2009). Buku Ajar Epidemiologi untuk Mahasiswa Kebidanan. Jakarta: EGC.

Riyanto & Mulyono, S. (2019). Peramalan Bisnis dan Ekonometrika. Bogor:*Mitra Wacana Media*.

Rory & Diana, R. (2020). Pemodelan Data Covid-19 Menggunakan Polinomial Lokal. *Seminar Nasional Official Statistics 2020: Pemodelan Statistika tentang Covid-19*, (1), 91-98.

Sakinah. (2014). Investasi Dalam Islam. *Iqtishadia*, *1*(2), 248-262.

Salim, A., Uin, P., & Palembang, R. F. (2021). Pengaruh Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Anggun Purnamasari. *Ekonomica Sharia: Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Ekonomi Syariah*, *7*(1), 17–27.

Sari, N. I. (2013). Faktor – Faktor Ekonomi Yang Mempengaruhi Inflasi Di Jawa Timur. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JUPE)*, *1*(1), 1–20.

Shalabh, & Dhar, S. S. (2021). Goodness of Fit in Nonparametric Regression Modelling. *Journal of Statistical Theory and Practice*, *15*(1), 1–13.

Suparti, S., & Prahutama, A. (2016). Pemodelan Regresi Nonparametrik Menggunakan Pendekatan Polinomial Lokal Pada Beban Listrik di Kota Semarang. *Media Statistika*, *9*(2), 85-93.

Suparti, Prahutama, A., & Santoso, R. (2018). Mix local polynomial and spline truncated: The development of nonparametric regression model. *Journal of Physics: Conference Series*, *1025*(1).

Suryanto, A. A. (2019). Penerapan Metode Mean Absolute Error (MAE) Dalam Algoritma Regresi Linear Untuk Prediksi Produksi Padi. *Saintekbu*, *11*(1), 78–83.

Wahyudi, E. (2014). Pengaruh Suku Bunga Bank Indonesia (BI Rate) dan Produk Domestik Bruto (PDB) Terhadap Laju Inflansi di Indonesia Periode Tahun 2000.1-2013. *JURNAL ILMIAH*.

Wahba, G. (1990). *Spline Models for Observational Data*. Philadelphia:Society for Industrial and Applied Mathematics.

Widiantini, D. (2012). *Estimasi Model Regresi Nonparametrik Multivariat Berdasarkan Estimator Polinomial Lokal.* (Skripsi Sarjana, Universitas Airlangga).

Zulfikar, A., & Suharti dan Diah Yudhawati, T. (2019). Pengaruh Kurs Valuta Asing dan Inflasi Terhadap Pendapatan Ekspor. *Manager* , *2*(4), 475-486.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian Periode Januari 2020 – Desember 2022

Waktu	**Inflansi (Y)**	**BI *Rate* (X1)**	**Kurs (X2)**	**JUB (X3)**
Jan-2020	2,68	5,00	13732,23	6046651,00
Feb-2020	2,98	4,75	13776,15	6116495,00
Mar-2020	2,96	4,50	15194,57	6440457,39
Apr-2020	2,67	4,50	15867,43	6238267,00
Mei-2020	2,19	4,50	14906,19	6468193,50
Jun-2020	1,96	4,25	14195,96	6393743,80
Jul-2020	1,54	4,00	14582,41	6567725,02
Agu-2020	1,32	4,00	14724,50	6726135,25
Sep-2020	1,42	4,00	14847,96	6748574,03
Okt-2020	1,44	4,00	14749,14	6780844,54
Nov-2020	1,59	3,75	14236,81	6817456,68
Des-2020	1,68	3,75	14173,09	6900049,49
Jan-2021	1,55	3,75	14061,90	6767407,65
Feb-2021	1,38	3,50	14042,10	6817787,91
Mar-2021	1,37	3,50	14417,39	6895564,12
Apr-2021	1,42	3,50	14558,18	6964386,49
Mei-2021	1,68	3,50	14323,19	7004093,08
Jun-2021	1,33	3,50	14338,23	7130061,42
Jul-2021	1,52	3,50	14511,19	7160560,33
Agu-2021	1,59	3,50	14397,70	7211500,72
Sep-2021	1,60	3,50	14256,96	7300920,64
Okt-2021	1,66	3,50	14198,45	7491704,38
Nov-2021	1,75	3,50	14263,50	7573319,90
Des-2021	1,87	3,50	14328,92	7870452,85
Jan-2022	2,18	3,50	14335,24	7646789,19
Feb-2022	2,06	3,50	14351,06	7690134,50
Mar-2022	2,64	3,50	14348,64	7810949,32
Apr-2022	3,47	3,50	14368,74	7911484,49
Mei-2022	3,55	3,50	14608,00	7854186,71
Jun-2022	4,35	3,50	14688,57	7890747,01
Jul-2022	4,94	3,50	14984,38	7845551,91
Agu-2022	4,69	3,75	14850,64	7897628,21
Sep-2022	5,95	4,25	14971,77	7962693,36
Okt-2022	5,71	4,75	15417,48	8223055,02
Nov-2022	5,42	5,25	15658,73	8297349,51
Des-2022	5,51	5,50	15615,00	8528022,31

Lampiran 2. Data Penelitian Hasil *Rescaling*

Waktu	**Inflansi (Y)**	**BI *Rate* (X1)**	**Kurs (X2)**	**JUB (X3)**
Jan-2020	0,293736501	0,75	0	0
Feb-2020	0,358531317	0,625	0,020569502	0,028147339
Mar-2020	0,354211663	0,5	0,684872611	0,158705144
Apr-2020	0,291576674	0,5	1	0,077221817
Mei-2020	0,187904968	0,5	0,549812664	0,169882878
Jun-2020	0,138228942	0,375	0,217183402	0,139879428
Jul-2020	0,047516199	0,25	0,398173473	0,209994376
Agu-2020	0	0,25	0,464719933	0,273834169
Sep-2020	0,021598272	0,25	0,522541214	0,282877064
Okt-2020	0,025917927	0,25	0,476259835	0,295882175
Nov-2020	0,058315335	0,125	0,236315099	0,310636976
Des-2020	0,07775378	0,125	0,206472462	0,343922123
Jan-2021	0,049676026	0,125	0,154397714	0,290467068
Feb-2021	0,012958963	0	0,145124578	0,310770463
Mar-2021	0,010799136	0	0,320887973	0,342114506
Apr-2021	0,021598272	0	0,38682559	0,369850125
Mei-2021	0,07775378	0	0,276770326	0,385851999
Jun-2021	0,002159827	0	0,283814163	0,436617614
Jul-2021	0,043196544	0	0,364818284	0,448908765
Agu-2021	0,058315335	0	0,311666354	0,469437893
Sep-2021	0,060475162	0	0,245752154	0,505474386
Okt-2021	0,073434125	0	0,218349569	0,5823608
Nov-2021	0,09287257	0	0,248815099	0,615252096
Des-2021	0,118790497	0	0,279453915	0,734997557
Jan-2022	0,18574514	0	0,282413825	0,644860438
Feb-2022	0,159827214	0	0,289822967	0,662328727
Mar-2022	0,285097192	0	0,288689584	0,711017458
Apr-2022	0,464362851	0	0,298103222	0,751533429
Mei-2022	0,481641469	0	0,410158299	0,728442254
Jun-2022	0,654427646	0	0,447892469	0,743176163
Jul-2022	0,781857451	0	0,586432184	0,724962404
Agu-2022	0,727861771	0,125	0,523796366	0,745949307
Sep-2022	1	0,375	0,580526414	0,772170756
Okt-2022	0,948164147	0,625	0,789270326	0,877097277
Nov-2022	0,885529158	0,875	0,9022574	0,907038177
Des-2022	0,904967603	1	0,881776883	1

Lampiran 3. Data Penelitian Hasil GCV

No.	**ORDE**	***Bandwith***	**GCV**
1	1	1	0,08174164
2	1	2	0,07971108
3	1	3	0,07960202
4	1	4	0,07958348
5	1	5	0,07957713
6	1	6	0,07957890
7	1	7	0,07957637
8	1	8	0,07957600
9	1	9	0,07957580
10	1	10	0,07957569
11	2	1	0,07969742
12	2	2	0,07893351
13	2	3	0,07888807
14	2	4	0,07888025
15	2	5	0,07887810
16	2	6	0,07887732
17	2	7	0,07887699
18	2	8	0,07887682
19	2	9	0,07887674
20	2	10	0,07887669
21	3	1	0,08427640
22	3	2	0,08339458
23	3	3	0,08334553
24	3	4	0,08333719
25	3	5	0,08333490
26	3	6	0,08333407
27	3	7	0,08333372
28	3	8	0,08333355
29	3	9	0,08333346
30	3	10	0,08333341

Lampiran 4. Data Penelitian MAE

y	Ycap	lY-Y_capl
0,2937	0,3568	0,0631
0,3585	0,2329	0,1257
0,3542	0,3993	0,0451
0,2916	0,6385	0,3469
0,1879	0,3008	0,1129
0,1382	-0,0063	0,1445
0,0475	0,0462	0,0013
0,0000	0,1282	0,1282
0,0216	0,1818	0,1602
0,0259	0,1474	0,1215
0,0583	-0,0592	0,1175
0,0778	-0,0428	0,1206
0,0497	-0,1163	0,1659
0,0130	-0,0749	0,0878
0,0108	0,0370	0,0262
0,0216	0,1030	0,0814
0,0778	0,0454	0,0324
0,0022	0,0928	0,0906
0,0432	0,1467	0,1035
0,0583	0,1347	0,0763
0,0605	0,1397	0,0792
0,0734	0,2041	0,1307
0,0929	0,2424	0,1495
0,1188	0,3589	0,2401
0,1857	0,2790	0,0932
0,1598	0,2969	0,1370
0,2851	0,3400	0,0549
0,4644	0,3783	0,0860
0,4816	0,3965	0,0852
0,6544	0,4241	0,2304
0,7819	0,4783	0,3036
0,7279	0,4557	0,2722
1,0000	0,5419	0,4581
0,9482	0,7805	0,1677
0,8855	0,9352	0,0496
0,9050	1,0135	0,1085
	Jumlah =	4,7976
	Dibagi 36=	0,1333

Lampiran 5. *Source Code* Program R

```
#kernel gauss
ker<-function(x)
{
  gauss<-(1/sqrt(2 * pi)) * exp((-1/2) * x^2)
  return(gauss)
}

#mencari bandwith optimasi MSE
mse_LocalPolynomial_3var <- function(X1, X2, X3, Y, band, width, p, u, v) {
  # X1, X2, X3, dan Y: data; band: bandwidth minimum; width: bandwidth maksimum;
  # p: derajat; u: batas bawah pencarian grid untuk x0; v: lebar jarak pencarian grid untuk
x0
  X <- cbind(X1, X2, X3)
  n=nrow(X)
  x0_1 <- seq(min(X1)+u, max(X1)-u, by=v)
  x0_2 <- seq(min(X2)+u, max(X2)-u, by=v)
  x0_3 <- seq(min(X3)+u, max(X3)-u, by=v)
  x0 <- cbind(x0_1, x0_2, x0_3)
  z=nrow(x0)
  h=c(seq(band,width,by=1))
  s=length(h)
  for (j1 in 1:length(x0_1)) {
    for (j2 in 1:length(x0_2)) {
      for (j3 in 1:length(x0_3)) {
        a <- matrix(rep(c(x0_1[j1], x0_2[j2], x0_3[j3]), n), ncol=3, byrow=TRUE)
        X_x0 <- X - a
        M=matrix(nrow=(z*s),ncol=6)
        GCV <- matrix(nrow=s, ncol=1)
        MSE <- matrix(nrow=s, ncol=1)
        X_nol <- matrix(rep(x0, s), ncol=3, byrow=TRUE)
        for (m in 1:s) {
          matrix_X <- matrix(0, ncol=p+1, nrow=n)
          for (i in 1:(p+1)) {
            matrix_X[, i] <- apply(X_x0, 1, function(x) x[1]^(i-1) * x[2]^(0) * x[3]^(0))
          }
          W <- matrix(0, ncol=n, nrow=n)
          for (g in 1:n) {
            W[g, g] <- ker(sqrt(sum(X_x0[g,]^2))/h[m])
          }
          inverse <- MPL(t(matrix_X)%*%W%*%matrix_X)
          beta <- inverse%*%t(matrix_X)%*%W%*%Y
          m_hat <- matrix_X %*% beta
          H_hat <- matrix_X %*% inverse %*% t(matrix_X) %*% W
          MSE[m] <- (t(Y - m_hat) %*% (Y - m_hat)) / n
          I <- matrix(0, ncol=n, nrow=n)
          for (g in 1:n) {
            I[g, g] <- 1
          }
          GCV[m] <- (n^2*MSE[m]) / (sum(diag(I - H_hat)))^2
        }
        R <- matrix(c(X_nol[,1], X_nol[,2], X_nol[,3], h, MSE, GCV), nrow=s)
```

```
      if(j1==1){
        M[1:s,]=R}
      else{
        M[(((j1-1)*s)+1):(j1*s),]=R}
    }
  }
 }
 sort.M<-M[order(M[,3]),]
 s<-sort.M[1:10,]
 cat("Running program untuk order =",p+1,"\n")
 cat("=====================================","\n")
 cat ("      xo1      xo2      xo3      h       MSE       GCV  \n")
 cat("=====================================","\n")
 print(s)
 cat("=====================================","\n")
}

mse_LocalPolynomial_3var(Buku1$X1,Buku1$X2,Buku1$X3,Buku1$Y,0.1,10,1,0.1,
1)
mse_LocalPolynomial_3var(Buku1$X1,Buku1$X2,Buku1$X3,Buku1$Y,0.1,10,2,0.1,
1)
mse_LocalPolynomial_3var(Buku1$X1,Buku1$X2,Buku1$X3,Buku1$Y,0.1,10,3,0.1,
1)
```

RIWAYAT HIDUP

Bima Nugraha, memiliki nama panggilan Bimo atau Ezra, lahir di Dumai pada tanggal 31 Desember 2001. Peneliti merupakan anak pertama dari Bapak Novie Endratno dan Ibu Sadiah Sangaji. Pernah menempuh pendidikan dasar di SDN 005 Teluk Binjai 1 dan lulus pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan menengahpertama di SMPN 2 Dumai dan lulus pada tahun 2016.
Setelah itu melanjutkan pendidikan di SMAN 2 Dumai dan lulus pada tahun 2019. Kemudian peneliti melanjutkan pendidikan Strata 1 di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan mengambil Program Studi Matematika.Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, peneliti aktif mengikuti beberapa kegiatan di dalam kampus dan luar kampus. Beberapa kegiatan di dalam kampus yang pernah diikuti seperti menjadi pengurus HMJ, menjadi pengurus UKM Paduan Suara Gema Gita Bahana, menjadi pengurus MEC (*Mathematics English Club*). Kegiatan di luar kampus yang pernah diikuti seperti mengikuti workshop dan menjadi *volunteer* di beberapa komunitas. Peneliti dapat dihubungi melalui e-*mail*: bimax670@gmail.com.