

**ESTIMASI MODEL REGRESI NONPARAMETRIK  
MULTIPREDIKTOR MENGGUNAKAN POLINOMIAL  
LOKAL DENGAN METODE *WEIGHTED LEAST SQUARE*  
PADA DATA HARGA SAHAM PT BANK SYARIAH  
INDONESIA TBK**

**SKRIPSI**



**NURRIFDAH FADHILAH**

**H051201007**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**APRIL 2024**



**ESTIMASI MODEL REGRESI NONPARAMETRIK  
MULTIPREDIKTOR MENGGUNAKAN POLINOMIAL  
LOKAL DENGAN METODE *WEIGHTED LEAST SQUARE*  
PADA DATA HARGA SAHAM PT BANK SYARIAH  
INDONESIA TBK**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada  
Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan  
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

**NURRIFDAH FADHILAH**

**H051201007**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**APRIL 2024**



LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

**Estimasi Model Regresi Nonparametrik Multiprediktor Menggunakan Polinomial Lokal Dengan Metode *Weighted Least Square* Pada Data Harga Saham Pt Bank Syariah Indonesia**

adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun

Makassar, 24 April 2024



**Fadhilah**

**NIM H051201007**



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**ESTIMASI MODEL REGRESI NONPARAMETRIK  
MULTIPREDIKTOR MENGGUNAKAN POLINOMIAL  
LOKAL DENGAN METODE *WEIGHTED LEAST SQUARE*  
PADA DATA HARGA SAHAM PT BANK SYARIAH  
INDONESIA**

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama

  
Dr. Anna Islamivati, S.Si., M.Si.

NIP. 19770808 200501 2 002

Ketua Program Studi



Dr. Anna Islamivati, S.Si., M.Si.

NIP. 19770808 200501 2 002

Pada 24 April 2024





## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Nurridah Fadhilah  
NIM : H051201007  
Program Studi : Statistika  
Judul Skripsi : Estimasi Model Regresi Nonparametrik  
Multiprediktor Menggunakan Polinomial Lokal  
Dengan Metode *Weighted Least Square* Pada Data  
Harga Saham Pt Bank Syariah Indonesia

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

### DEWAN PENGUJI

1. Ketua : Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si.
2. Anggota : Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si.
3. Anggota : Sri Astuti Thamrin, S.Si., M.Stat., Ph.D.



Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 24 April 2024



## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam* beserta keluarga dan para sahabatnya. *Alhamdulillahirobbil'alamin*, berkat nikmat kemudahan dan pertolongan yang diberikan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Estimasi Model Regresi Nonparametrik Multiprediktor Menggunakan Polinomial Lokal dengan Metode *Weighted Least Square* pada Data Harga Saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk**” yang disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak yang senantiasa turut membantu dalam bentuk moril maupun materil sehingga dengan segala keterbatasan kemampuan dan pengetahuan, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada orangtua penulis, Ibunda **Rosmini** dan Ayahanda Almarhum **Abd. Halim** yang telah meninggalkan jejak kebaikan, limpahan cinta dan kasih sayang, pengorbanan luar biasa, dukungan, perjuangan, serta doa-doa luar biasa yang mengiringi setiap langkah perjalanan hidup penulis serta keluarga besar penulis, terima kasih atas doa mulia dan dukungannya selama ini.

Penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan dan ketulusan juga penulis ucapkan kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya yang telah menerima penulis sebagai mahasiswa di Universitas Hasanuddin.



2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya yang telah memfasilitasi penulis dalam penyelesaian studi.
3. **Ibu Dr. Anna Islamiyati S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Statistika dan selaku Pembimbing Utama yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya untuk senantiasa memberikan arahan, dorongan semangat dan motivasi kepada penulis dari awal hingga selesainya penulisan tugas akhir ini selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.
4. **Bapak Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si.** dan **Ibu Sri Astuti Thamrin, S.Si., M.Stat., Ph.D.** selaku Tim Penguji yang telah meluangkan waktu dalam memberikan motivasi serta kritikan yang membangun kepada penulis dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
5. **Bapak Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si.** selaku Penasehat Akademik penulis yang senantiasa memberikan bantuan, nasehat, serta motivasi kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.
6. Segenap **Dosen Pengajar** dan **Staf Departemen Statistika** yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menempuh pendidikan sarjana di Departemen Statistika.
7. Keluarga besar tercinta yang selalu mendukung dalam hal apapun dan selalu memberikan kasih sayang, dukungan, serta doa-doa mulianya dalam setiap langkah perjalanan hidup penulis.
8. Teman – teman seperjuangan di **Statistika 2020, Among, dan ciwi-ciwi among** yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas ilmu, kebersamaan, suka dan duka selama menjalani perkuliahan di Departemen Statistika. Terima kasih sudah menerima kehadiran penulis. Semoga kita dapat meraih kesuksesan masing-masing pada jalan yang kita pilih.



bat penulis di Statistika 20, **Nurul Kurunulbahriah Aliyah dan Aisyah**  
**Alidini** yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis  
na menjalani perkuliahan hingga proses menulis tugas akhir ini. Terima  
telah menjadi saudara tak sedarah bagi penulis dengan kebersamaan,

kebahagiaan, kesedihan, serta kebaikannya selama ini. Terima kasih telah mengukir kenangan indah bersama penulis selama masa perkuliahan.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih sebanyak-banyaknya untuk segala dukungan, partisipasi, dan apresiasi yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak.

Makassar, 24 April 2024



Nurridah Fadhilah





**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIK**

---

Sebagai civitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurridah Fadhilah

NIM : H051201007

Program Studi : Statistika

Departemen : Statistika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Jenis Karya : Skripsi

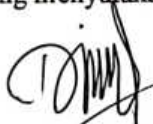
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas tugas akhir saya yang berjudul:

**“Estimasi Model Regresi Nonparametrik Multiprediktor Menggunakan Polinomial Lokal dengan Metode *Weighted Least Square* pada Data Harga Saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Dibuat di Makassar tanggal 24 April 2024.

Yang menyatakan,



(Nurridah Fadhilah)



## ABSTRAK

Polinomial lokal merupakan suatu metode dalam analisis regresi nonparametrik yang memiliki orde dengan memperhitungkan variasi lokal di sekitar titik data. Dalam polinomial lokal digunakan Weighted Least Square untuk mendapatkan estimasi parameter. Penggunaan bandwidth untuk masing-masing variabel prediktor sangat penting dalam pemodelan polinomial lokal sehingga akan digunakan bandwidth untuk setiap variabel prediktor dengan nilai 0 sampai 1. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh estimasi model regresi nonparametrik multiprediktor menggunakan polinomial lokal dengan metode Weighted Least Square. Digunakan data inflasi, nilai tukar, dan suku bunga untuk memodelkan harga saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk. Dilakukan data scaling untuk menghindari terjadinya kendala dalam memodelkan data. Berdasarkan hasil data scaling, titik lokal yang digunakan dari rentang 0 sampai 1 dengan orde polinomial adalah orde dua dan menggunakan fungsi kernel gaussian melalui nilai GCV minimum. Pemodelan dilakukan secara parsial dan simultan kemudian dibuat kurva estimasi. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kurva estimasi secara simultan membentuk garis mengikuti pola data, sedangkan secara parsial hanya menyebar disekitar titik data. Plot antara data asli dan data prediksi menunjukkan bahwa data prediksi hampir mengikuti pola sebaran data asli.

**Kata kunci:** Polinomial Lokal, Weighted Least Square, Parameter Penghalus, GCV minimum, Kurva Estimasi.



**ABSTRACT**

*Local polynomial is a method in nonparametric regression analysis that has an order that takes into account local variations around data points. In local polynomials, Weighted Least Square is used to obtain parameter estimates. The use of bandwidth for each predictor variable is very important in local polynomial modeling so that bandwidth will be used for each predictor variable with a value of 0 to 1. The purpose of this study is to obtain estimates of multipredictor nonparametric regression models using local polynomials with the Weighted Least Square method. Data on inflation, exchange rates, and interest rates are used to model the stock price of PT Bank Syariah Indonesia Tbk. Data scaling is done to avoid obstacles in modeling the data. Based on the results of data scaling, the local points used from the range of 0 to 1 with the polynomial order is the second order and using the Gaussian kernel function through the minimum GCV value. Modeling is done partially and simultaneously then an estimation curve is made. Based on the results of the study, the estimation curve simultaneously formed a line following the data pattern, while partially only spread around the data points. The plot between the original data and the prediction data shows that the prediction data almost follows the original data distribution pattern.*

**Keywords:** *Local polynomial, Weighted Least Square, Bandwidth, GCV minimum, Curve Estimation.*



**DAFTAR ISI**

**HALAMAN SAMPUL** ..... i

**HALAMAN JUDUL** ..... ii

**LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN** ..... iii

**HALAMAN PENGESAHAN** ..... iv

**HALAMAN PENGESAHAN** ..... v

**KATA PENGANTAR** ..... vi

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI** ..... ix

**ABSTRAK** ..... x

**ABSTRACT** ..... xi

**DAFTAR ISI** ..... xii

**DAFTAR TABEL** ..... xiv

**DAFTAR GAMBAR** ..... xv

**DAFTAR LAMPIRAN** ..... xvi

**BAB I PENDAHULUAN** ..... 1

    1.1 Latar Belakang ..... 1

    1.2 Rumusan Masalah ..... 3

    1.3 Batasan Masalah ..... 3

    1.4 Tujuan Penelitian ..... 3

    1.5 Manfaat Penelitian ..... 4

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... 5

    2.1 Regresi Nonparametrik Multiprediktor ..... 5

    2.2 Fungsi Kernel Multiprediktor ..... 6

    Regresi Polinomial Lokal Multiprediktor ..... 7

    Metode *Weighted Least Square* ..... 8

    Pemilihan Parameter Penghalus Optimum ..... 10



2.6	Data <i>Scaling</i> .....	11
2.7	Harga Saham .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>14</b>
3.1	Sumber Data .....	14
3.2	Variabel Penelitian .....	14
3.3	Metode Analisis.....	14
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>17</b>
4.1	Estimasi Model Regresi Nonparametrik Polinomial Lokal Multiprediktor dengan Metode <i>Weighted Least Square</i> .....	17
4.2	Analisis Deskriptif.....	21
4.3	Data <i>Scaling</i> .....	24
4.4	Model Harga Saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk melalui Regresi Nonparametrik Multiprediktor Menggunakan Polinomial Lokal Dengan Metode <i>Weighted Least Square</i> .....	25
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>35</b>
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>37</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>40</b>





**DAFTAR TABEL**

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian ..... 14

**Tabel 4.1** Statistika Deskriptif Data Harga Saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk,  
Inflasi, Nilai Tukar, dan Suku Bunga Tahun 2019 hingga 2023 ..... 21

**Tabel 4.2** Nilai Titik Lokal dan Bandwidth untuk Variabel Inflasi Berdasarkan  
Nilai GCV Minimum ..... 25

**Tabel 4.3** Nilai Titik Lokal dan Bandwidth untuk Variabel Nilai Tukar Berdasarkan  
Nilai GCV Minimum ..... 27

**Tabel 4.4** Nilai Titik Lokal dan Bandwidth untuk Variabel Suku Bunga  
Berdasarkan Nilai GCV Minimum ..... 29

**Tabel 4.5** Nilai Titik Lokal dan Bandwidth untuk Ketiga Variabel Prediktor  
Berdasarkan Nilai GCV Minimum..... 30



**DAFTAR GAMBAR**

**Gambar 4.1a** Hubungan Antara Variabel Harga Saham dan Variabel Inflasi..... 23

**Gambar 4.1b** Hubungan Antara Variabel Harga Saham dan Variabel Nilai Tukar  
..... 23

**Gambar 4.1c** Hubungan Antara Variabel Harga Saham dan Variabel Suku Bunga  
..... 24

**Gambar 4.2** Kurva Estimasi Y terhadap variabel  $X_1$  Secara Parsial ..... 27

**Gambar 4.3** Kurva Estimasi Y terhadap variabel  $X_2$  Secara Parsial..... 28

**Gambar 4.4** Kurva Estimasi Y terhadap variabel  $X_3$  Secara Parsial ..... 30

**Gambar 4.5** Kurva Estimasi Y terhadap variabel  $X_1$  Secara Simultan ..... 32

**Gambar 4.6** Kurva Estimasi Y terhadap variabel  $X_2$  Secara Simultan ..... 32

**Gambar 4.7** Kurva Estimasi Y terhadap variabel  $X_3$  Secara Simultan ..... 33

**Gambar 4.8** Plot Kurva Perbandingan Data Prediksi dan Data Asli Harga Saham  
PT Bank Syariah Indonesia Tbk..... 34



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Data Harga Saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk, Inflasi, Nilai Tukar, dan Suku Bunga Tahun 2019-2023 .....	41
<b>Lampiran 2.</b> Data Harga Saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk, Inflasi, Nilai Tukar, dan Suku Bunga Tahun 2019-2023 Hasil Scaling.....	43
<b>Lampiran 3.</b> Nilai Titik Lokal dan Bandwidth untuk Variabel Inflasi Berdasarkan Nilai GCV Minimum.....	45
<b>Lampiran 4.</b> Nilai Titik Lokal dan Bandwidth untuk Variabel Nilai Tukar Berdasarkan Nilai GCV Minimum.....	46
<b>Lampiran 5.</b> Nilai Titik Lokal dan Bandwidth untuk Variabel Suku Bunga Berdasarkan Nilai GCV Minimum.....	47
<b>Lampiran 6.</b> Nilai Titik Lokal dan Bandwidth untuk 3 Variabel Prediktor Berdasarkan Nilai GCV Minimum.....	48
<b>Lampiran 7.</b> Data Asli dan Data Prediksi.....	55



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Analisis regresi merupakan suatu analisis dalam statistika yang digunakan untuk melihat hubungan antara dua variabel atau lebih yang terdiri atas variabel respon dan variabel prediktor dengan mengestimasi fungsi kurva regresinya. Terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan dalam analisis regresi yaitu pendekatan secara parametrik dan nonparametrik. Pendekatan secara parametrik mengasumsikan suatu bentuk fungsi tertentu, seperti linier, kuadratik, kubik, dan lain-lain. Namun, pendekatan nonparametrik menghindari asumsi tersebut dan memungkinkan bentuk fungsi yang lebih fleksibel. Pendekatan nonparametrik lebih fleksibel digunakan dalam membangun model regresi karena tidak memerlukan asumsi apapun (Utami & Lahdji, 2022). Regresi nonparametrik dapat diterapkan untuk kasus multirespon maupun multiprediktor (Ulya & Chamidah, 2021). Regresi nonparametrik multiprediktor adalah teknik statistik yang memodelkan hubungan antara variabel respon dan beberapa variabel prediktor. Dalam mengestimasi model regresi nonparametrik, terdapat beberapa metode antara lain Spline, Kernel, dan Polinomial Lokal (Suparti & Prahutama, 2017).

Polinomial lokal merupakan suatu pendekatan dalam statistika yang memiliki orde sebagai derajat polinomial yang sesuai bagi fungsi regresi (Andrianto, 2014). Regresi polinomial lokal memperhitungkan variasi lokal di sekitar titik data dalam mengestimasi model regresinya. Model yang diestimasi dapat berupa polinomial derajat rendah yang disesuaikan untuk setiap wilayah lokal. Dalam regresi polinomial lokal digunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) untuk mendapatkan estimasi parameter dengan meminimumkan jumlah kuadrat error menggunakan pembobot fungsi kernel yang ukuran bobot ditentukan oleh parameter penghalus atau *bandwidth*. Terdapat beberapa komponen yang penting dalam melakukan pemodelan regresi polinomial lokal, yaitu titik lokal, fungsi kernel, *bandwidth* atau parameter penghalus, dan orde polinomial. Untuk parameter penghalus atau *bandwidth* yang optimal dapat digunakan *Generalized Cross Validation* (GCV) (Utami, 2014). Derajat polinomial



lokal diantaranya, polinomial lokal derajat 0 disebut juga dengan lokal konstan atau estimator *Nadaraya-Watson*, polinomial lokal derajat 1 disebut dengan lokal linier, sementara polinomial lokal derajat 2 dan 3 disebut dengan lokal kubik dan lokal kuadrat (Rory & Diana, 2020). Lia (2020) menggunakan estimator *Nadaraya-Watson* pada regresi nonparametrik dengan fungsi kernel Epanechnikov, menghasilkan kurva regresi yang mengikuti pola sebaran data aslinya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi harga saham di Bursa Efek Indonesia (BEI) yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dapat berupa kondisi di dalam perusahaan, sedangkan faktor eksternal dapat berupa kondisi di luar perusahaan seperti inflasi, nilai tukar, dan suku bunga. Dalam memodelkan data harga saham, inflasi, nilai tukar, dan suku bunga terdapat kendala atau masalah karena data dengan skala yang berbeda. Nugraha (2023) melakukan penelitian mengenai regresi polinomial lokal menggunakan data inflasi, suku bunga, dan nilai tukar dengan mengubah data tersebut ke dalam rentang 0 dan 1 melalui normalisasi data atau data *scaling*, menunjukkan bahwa model yang didapatkan cukup akurat dengan nilai keakuratan model hampir mendekati nilai 0. Namun dalam penggunaan bandwidth, penelitian tersebut hanya menggunakan 1 nilai bandwidth dengan nilai titik lokal yang serupa. Padahal, penggunaan bandwidth sangat penting untuk menghasilkan model yang optimum. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ulya dan Chamidah (2021) mengenai prediksi tingkat keasaman Avomango menggunakan regresi polinomial lokal multiprediktor dengan nilai *Cross Validation* (CV) minimum untuk memilih *bandwidth* optimal untuk setiap variabel prediktor, menunjukkan bahwa model regresi polinomial lokal multiprediktor memberikan hasil prediksi yang tinggi untuk memprediksi tingkat keasaman Avomango. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan dari penelitian yang dilakukan Nugraha (2023) dengan menggunakan *bandwidth* untuk setiap variabel prediktor.

Penelitian yang dilakukan oleh Purnomo, dkk (2020) mengenai pemodelan regresi BI terhadap indeks harga saham gabungan dan kurs USD menggunakan regresi nonparametrik polinomial lokal birespons menggunakan nilai *General Cross Validation* (GCV) untuk memilih *bandwidth* optimal, hasilnya menunjukkan kurva





hasil prediksi mendekati beberapa titik-titik data aktual. Berdasarkan uraian tersebut, peneliti akan melakukan pemodelan menggunakan regresi nonparametrik polinomial lokal multiprediktor dengan beberapa nilai *bandwidth* menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) pada pengaruh inflasi, suku bunga, dan nilai tukar terhadap harga saham. Dalam hal ini, harga saham yang digunakan adalah harga saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana bentuk estimasi model regresi nonparametrik multiprediktor menggunakan polinomial lokal dengan metode *Weighted Least Square*?
2. Bagaimana model harga saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk melalui regresi nonparametrik multiprediktor menggunakan polinomial lokal dengan metode *Weighted Least Square*?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk mengatasi ruang lingkup permasalahan pada penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut

1. Data yang digunakan adalah data sekunder mengenai harga saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk, inflasi, nilai tukar, dan suku bunga yang diambil dari Januari 2019 hingga Desember 2023.
2. Digunakan estimator polinomial lokal orde dua dan fungsi kernel gaussian sebagai fungsi pembobot.
3. Data *scaling* atau normalisasi data menggunakan normalisasi *min-max*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah



1. Memperoleh bentuk estimasi model regresi nonparametrik multiprediktor menggunakan polinomial lokal dengan metode *Weighted Least Square*.
2. Memperoleh model harga saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk melalui regresi nonparametrik multiprediktor menggunakan polinomial lokal dengan metode *Weighted Least Square*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain

1. Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai penerapan estimasi model regresi nonparametrik multiprediktor menggunakan polinomial lokal dengan metode *Weighted Least Square* pada data harga saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk
2. Memberikan pengetahuan mengenai hubungan inflasi, nilai tukar, dan suku bunga terhadap harga saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Regresi Nonparametrik Multiprediktor

Regresi nonparametrik adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengestimasi pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor (Utami & Nur, 2016). Misalkan diberikan pasangan variabel respon ( $Y$ ) dan variabel prediktor ( $X$ ), dengan  $\mathbf{X}_i = x_{i,1}; x_{i,2}; \dots, x_{i,d}$  untuk  $i = 1, 2, \dots, n$  dengan  $n$  menyatakan banyaknya pengamatan untuk setiap variabel prediktor yang banyaknya variabel prediktor dinyatakan dengan  $d$ . Model regresi nonparametrik multiprediktor dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_i = f(\mathbf{X}_i) + \varepsilon_i = f(x_{i,1}) + f(x_{i,2}) + \dots + f(x_{i,d}) + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

Keterangan:

- $Y_i$  : variabel respon dengan pengamatan ke- $i$
- $x_{i,1}; x_{i,2}; \dots; x_{i,d}$  : variabel prediktor
- $f(x_{i,1}), f(x_{i,2}), \dots, f(x_{i,d})$  : fungsi regresi yang tidak diketahui bentuk regresinya
- $\varepsilon_i$  : residual pengamatan ke- $i$

Pemodelan regresi nonparametrik merupakan salah satu pemodelan regresi untuk data yang tidak membentuk pola tertentu. Karena tidak membentuk pola tertentu maka dalam pemodelan nonparametrik diharapkan data mencocokkan sendiri bentuk kurva regresinya (Purnomo et al., 2020). Pada penelitian ini regresi nonparametrik yang akan digunakan adalah regresi nonparametrik polinomial lokal multiprediktor.



## 2.2 Fungsi Kernel Multiprediktor

Dalam pemodelan regresi polinomial lokal digunakan metode estimasi yang menggunakan fungsi pembobot dalam mengestimasi parameter regresi. Salah satu pembobot yang dapat digunakan adalah fungsi kernel, yaitu sebuah fungsi riil, kontinu, terbatas, dan simetris. Adapun fungsi kernel dengan nilai *bandwidth* untuk masing-masing variabel prediktor dapat dinotasikan sebagai berikut (Hardle et.al, 2004)

$$K_H(x_i, x_0) = \frac{1}{\det(\mathbf{H})} K[\mathbf{H}^{-1}(x_i - x_0)] \quad (2.2)$$

dengan  $\mathbf{H} = \text{diag}(h_1, h_2, \dots, h_d)$ , sehingga  $\mathbf{H}^{-1} = \text{diag}\left(\frac{1}{h_1}, \frac{1}{h_2}, \dots, \frac{1}{h_d}\right)$ .

Fungsi kernel multiprediktor diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Hardle et.al, 2004).

$$\begin{aligned} K_H(x_{i,j}; x_{0j}) &= \frac{1}{\det(\mathbf{H})} K[\mathbf{H}^{-1}(x_{i,j} - x_{0j})] \\ &= \frac{1}{\text{diag}(h_1, h_2, \dots, h_d)} K \left[ \mathbf{H}^{-1} \begin{pmatrix} x_{i,1} - x_{01} \\ x_{i,2} - x_{02} \\ \vdots \\ x_{i,d} - x_{0d} \end{pmatrix} \right] \\ &= \frac{1}{\text{diag}(h_1, h_2, \dots, h_d)} K \left[ \left( \text{diag} \left( \frac{1}{h_1}, \frac{1}{h_2}, \dots, \frac{1}{h_d} \right) \right) \begin{pmatrix} x_{i,1} - x_{01} \\ x_{i,2} - x_{02} \\ \vdots \\ x_{i,d} - x_{0d} \end{pmatrix} \right] \\ &= \frac{1}{\text{diag}(h_1, h_2, \dots, h_d)} K \left( \frac{x_{i,1} - x_{01}}{h_1}, \frac{x_{i,2} - x_{02}}{h_2}, \dots, \frac{x_{i,d} - x_{0d}}{h_d} \right) \\ &= \frac{1}{\text{diag}(h_1, h_2, \dots, h_d)} K \left( \frac{x_{i,1} - x_{01}}{h_1} \right) K \left( \frac{x_{i,2} - x_{02}}{h_2} \right) \dots K \left( \frac{x_{i,d} - x_{0d}}{h_d} \right) \\ &= \prod_{j=1}^d \frac{1}{h_j} K \left( \frac{x_{i,j} - x_{0j}}{h_j} \right) \quad (2.3) \end{aligned}$$



an:

) : Fungsi kernel untuk masing-masing variabel prediktor

$K_H(x_{i,j}; x_{0j})$  : Fungsi kernel multiprediktor

$h_1, h_2, \dots, h_d$  : nilai *bandwidth* untuk setiap variabel prediktor

$x_{i,j}$  : nilai variabel ke-i pada variabel prediktor ke-j

$j$  : 1,2, ..., d

Bentuk bobot kernel ditentukan oleh fungsi kernel  $K$ , sedangkan ukuran bobotnya ditentukan oleh parameter pemulus  $h$  yang disebut *bandwidth* (Sukarsa & Srinadi, 2012). Beberapa contoh fungsi kernel yang sering digunakan adalah *Gaussian*, *Epanechnikov*, *Cosinus*, *Uniform*, dan *Triangle*. Penelitian ini menggunakan fungsi kernel Gaussian digunakan karena fungsi ini dianggap lebih *smooth* dibandingkan fungsi kernel yang lain sehingga banyak digunakan dalam penelitian-penelitian terdahulu. Bentuk fungsi kernel *gaussian* adalah (Rory & Diana, 2020)

$$K(x_{i,j}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} x_{i,j}^2\right) \tag{2.4}$$

Keterangan:

$K(x_{i,j})$ : fungsi kernel gaussian untuk multiprediktor

$x_{i,j}$  : data ke-i untuk variabel prediktor ke-j

### 2.3 Regresi Polinomial Lokal Multiprediktor

Regresi polinomial lokal adalah suatu metode regresi nonparametrik dengan fungsi regresi ditaksir menggunakan bentuk polinomial. Dalam model regresi nonparametrik multiprediktor, fungsi  $f(x_{i,j})$  akan diestimasi dengan model regresi polinomial lokal. Pada pemodelan regresi nonparametrik polinomial lokal, fungsi regresi didekati dengan deret Taylor multiprediktor sebagai berikut (Hormander, 1999)

$$f(x_{01}, \dots, x_{0d}) + \sum_{j=1}^d f'(x_{01}, \dots, x_{0d})(x_{i,j} - x_{0j})$$





$$+ \frac{1}{2!} \sum_{j=1}^d \sum_{k=1}^d f''(x_{01}, \dots, x_{0d})(x_{i,j} - x_{0j})(x_{i,k} - x_{0k}) + \dots \quad (2.5)$$

Keterangan:

$f(x_{01}, \dots, x_{0d})$  : nilai fungsi  $x_{01}, \dots, x_{0d}$

$f'(x_{01}, \dots, x_{0d})$  : nilai turunan pertama fungsi  $x_{01}, \dots, x_{0d}$

$f''(x_{01}, \dots, x_{0d})$  : nilai turunan kedua fungsi  $x_{01}, \dots, x_{0d}$

$x_{0j}$  : nilai titik lokal untuk variabel prediktor ke-j

Sehingga model regresi nonparametrik multiprediktor polinomial lokal adalah sebagai berikut:

$$Y_i = f(x_{01}, \dots, x_{0d}) + \sum_{j=1}^d f'(x_{01}, \dots, x_{0d})(x_{i,j} - x_{0j}) + \frac{1}{2!} \sum_{j=1}^d \sum_{k=1}^d f''(x_{01}, \dots, x_{0d})(x_{i,j} - x_{0j})(x_{i,k} - x_{0k}) + \dots + \varepsilon_i \quad (2.7)$$

Turunan fungsi tersebut menghasilkan parameter  $\beta$  yang akan diestimasi menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS).

#### 2.4 Metode *Weighted Least Square*

Metode *Weighted Least Square* (WLS) adalah metode pendugaan yang tidak memerlukan asumsi normalitas data serta memiliki sifat penduga yang konsisten (Wijanto, 2008). Cara kerja fungsi WLS hampir sama dengan *Ordinary Least Square* (OLS), yaitu meminimumkan jumlah kuadrat sisaan, yakni galat antara nilai pengamatan peubah tak bias dengan nilai dugaannya. Namun, pada saat melakukan estimasi dengan *Ordinary Least Square* (OLS) dan terdapat salah satu atau lebih

yang tidak terpenuhi, maka hasil estimasi yang diperoleh tidak dapat memiliki sifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*). Oleh karena itu, diperlukan metode alternatif lain dalam melakukan estimasi parameter. Metode



alternatif tersebut yaitu metode *Weighted Least Square* (WLS) dengan memberikan pembobot pada model regresi tersebut (Kusumawati, 2019). Pembobot yang digunakan dalam metode WLS pada regresi polinomial lokal adalah fungsi kernel.

Dalam bentuk matriks persamaan regresi nonparametrik polinomial lokal orde dua dapat dinyatakan sebagai berikut (Purnomo et al., 2020)

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (2.8)$$

Untuk menghasilkan nilai estimasi parameter  $\beta$  yaitu  $\hat{\beta}$  dapat dilakukan dengan meminimumkan fungsi *Weighted Least Square* (WLS) yang diberikan fungsi pembobot yaitu fungsi kernel sesuai pada Persamaan (2.2) dituliskan sebagai berikut (Fauzi & Sofia Yanti, 2023)

$$L = \sum_{i=1}^n \left\{ Y_i - \sum_{k=0}^2 \beta_k (x_i - x_0)^k \right\}^2 K_H(x_i, x_0) \quad (2.9)$$

Keterangan:

$L$  : fungsi *Weighted Least Square* (WLS)

$\beta_k$  : parameter untuk derajat  $k$

$x_i$  : variabel prediktor untuk pengamatan ke- $i$

$x_0$  : titik lokal variabel prediktor

$K_H(x_i, x_0)$  : fungsi pembobot yaitu fungsi kernel

$k$  : orde atau derajat polinomial lokal

Fungsi WLS pada Persamaan (2.9) dapat diselesaikan dalam bentuk matriks sebagai berikut (Kusumawati, 2019)

$$L = (Y - X\beta)^T W (Y - X\beta) \quad (2.10)$$

dengan  $W$  merupakan matriks diagonal yang berisi nilai pembobot yang berukuran  $n \times n$  dapat dituliskan sebagai berikut



$$W = \begin{pmatrix} K_H(x_i, x_0) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & K_H(x_i, x_0) & \vdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & K_H(x_i, x_0) \end{pmatrix}$$

Persamaan (2.10) kemudian diuraikan, sehingga diperoleh persamaan berikut

$$L = Y^T W Y - 2\beta^T X^T W Y + \beta^T X^T W X \beta \tag{2.11}$$

Selanjutnya, Persamaan 2.12 didefensialkan terhadap  $\beta$  dan nilai minimum WLS dicapai pada  $\frac{\partial L}{\partial \beta} = 0$ , seperti yang diuraikan berikut ini:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \beta} &= 0 \\ -2X^T W Y + 2X^T W X \beta &= 0 \\ 2X^T W X \beta &= 2X^T W Y \\ X^T W X \beta &= X^T W Y \\ (X^T W X)^{-1} X^T W X \beta &= (X^T W X)^{-1} X^T W Y \end{aligned} \tag{2.12}$$

Berdasarkan Persamaan (2.13), diperoleh estimasi parameter  $\beta$  sebagai berikut

$$\hat{\beta} = (X^T W X)^{-1} X^T W Y = AY \tag{2.13}$$

dengan  $A = X(X^T W X)^{-1} X^T W$ .

### 2.5 Pemilihan Parameter Penghalus Optimum

*Bandwidth* atau parameter penghalus menentukan berapa banyak data yang digunakan untuk menyesuaikan setiap polinomial lokal. *Bandwidth* ( $h$ ) sangat menentukan kemulusan dari kurva regresi. Jika *bandwidth* diperkecil maka kurva regresi akan semakin kasar sehingga bias semakin kecil tetapi varian akan membesar, sebaliknya jika *bandwidth* diperbesar, maka kurva regresi akan semakin

tapi varian akan membesar (Rory & Diana, 2020). Salah satu cara untuk memilih *bandwidth* yang optimal dengan menggunakan metode GCV (*Generalized Cross Validation*). Fungsi GCV diberikan sebagai berikut:



$$GCV(h) = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\left[ \frac{1}{n} tr(\mathbf{I} - \mathbf{A}) \right]^2} \quad (2.14)$$

Keterangan:

$GCV(h)$  : nilai GCV dari setiap nilai *bandwidth*

$\mathbf{I}$  : matriks identitas

$tr$  : *transpose*

Nilai GCV terkecil akan memberikan nilai *bandwidth* ( $h$ ) yang optimal (Suparti & Prahutama, 2017).

## 2.6 Data Scaling

Data *scaling* atau normalisasi data merupakan teknik mengubah nilai numerik dalam dataset ke skala umum, tanpa mendistorsi perbedaan dalam rentang nilai. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk memastikan bahwa masing-masing variabel dalam kumpulan data memiliki rentang nilai yang sebanding. Normalisasi data yang digunakan adalah normalisasi *min-max* yaitu mengubah ukuran data dari rentang asli, sehingga semua nilai berada dalam kisaran 0 dan 1 (Ambarwari et al., 2020). Persamaannya dapat dilihat pada persamaan berikut

$$u_{norm} = \left( \frac{u_i - u_{min}}{u_{max} - u_{min}} \right) \quad (2.15)$$

Keterangan:

$u_{norm}$  : nilai data yang telah dinormalisasi

$u_i$  : nilai data asli

$u_{min}$  : nilai minimum dari data asli

$u_{max}$  : nilai maksimum dari data asli



## 2.7 Harga Saham

Dalam BEI perubahan harga saham disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kondisi di dalam perusahaan yang dapat mempengaruhi harga saham perusahaan, meliputi strategi pemasaran, pendanaan, dan kinerja perusahaan. Sedangkan faktor eksternal adalah kondisi di luar perusahaan yang dapat mempengaruhi harga saham perusahaan, meliputi inflasi, suku bunga, nilai tukar, kebijakan pemerintah, dan pertumbuhan ekonomi. Dari berbagai jenis faktor yang mempengaruhi harga saham perusahaan perbankan. Peneliti memilih faktor eksternal atau makro ekonomi yang dapat mempengaruhi harga saham dikarenakan obyek penelitian adalah bank yang bertindak sebagai lembaga intermediasi dan memiliki peran sebagai stabilitas sistem keuangan dan perekonomian. Faktor eksternal tersebut adalah inflasi, suku bunga, dan nilai tukar (Kurniawan & Yuniati, 2019).

Inflasi merupakan indikator yang digunakan untuk melihat tingkat perubahan harga yang terjadi secara terus-menerus dan saling mempengaruhi. Perubahan harga terjadi karena tingginya permintaan akan barang yang dikonsumsi dan rendahnya penawaran akan barang yang diproduksi (Kurniawan & Yuniati, 2019). Suatu keadaan yang bisa dikatakan sebagai inflasi jika proses peningkatan harga terjadi secara berkelanjutan dan saling mempengaruhi. Inflasi yang mengalami peningkatan berakibat pada menurunnya permintaan saham.

Nilai tukar mata uang nasional terhadap mata uang asing dikenal sebagai kurs. Kebijakan kurs berdampak signifikan pada transaksi suatu perusahaan, terlebih perusahaan yang mengandalkan impor dan membidik bursa internasional. Hal ini bisa saja terjadi karena harga barang yang diperdagangkan dan besar kecilnya kegiatan investasi sama-sama dipengaruhi oleh besar kecilnya nilai tukar. Biaya produksi perusahaan, khususnya biaya impor bahan baku akan turun seiring menguatnya nilai tukar terhadap USD. Hal ini akan meningkatkan keuntungan yang pada akhirnya akan menyebabkan peningkatan laba per saham, begitupun

a (Salzabila, 2023).

tu bunga adalah keuntungan yang diperoleh atas dana yang diinvestasikan. tinggi tingkat suku bunga investor akan menarik investasinya di pasar





modal dan berpindah ke investasi lainnya yang berupa tabungan dan deposito (Kurniawan & Yuniati, 2019). Bank Sentral menggunakan instrument guna mengatur inflasi yang disebut BI rate atau suku bunga. Harga saham bernilai rendah dan pasar modal akan melemah jika suku bunga naik. Seberapa jauh perubahan suku bunga berpengaruh terhadap harga saham ditentukan oleh besarnya perubahan tersebut (Salzabila, 2023).

