

**PENERAPAN ESTIMATOR PRIESTLEY-CHAO
DENGAN FUNGSI KERNEL GAUSSIAN PADA DATA
INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN**

SKRIPSI



NOORMANTO HI ARMIN

H051181025

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
DESEMBER 2022**

**PENERAPAN ESTIMATOR PRIESTLEY-CHAO DENGAN
FUNGSI KERNEL GAUSSIAN PADA DATA INDEKS HARGA
SAHAM GABUNGAN**

SKRIPSI

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

NOORMANTO HI ARMIN

H051181025

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

MAKASSAR

DESEMBER 2022

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

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

Penerapan Estimator Priestley-Chao dengan Fungsi Kernel *Gaussian* pada Data Indeks Harga Saham Gabungan

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

Makassar, 08 Desember 2022



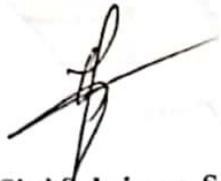
Noormanto Hi Armin

NIM H051181025

**PENERAPAN ESTIMATOR PRIESTLEY-CHAO DENGAN
FUNGSI KERNEL GAUSSIAN PADA DATA INDEKS HARGA
SAHAM GABUNGAN**

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



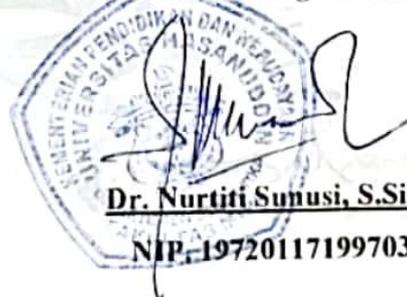
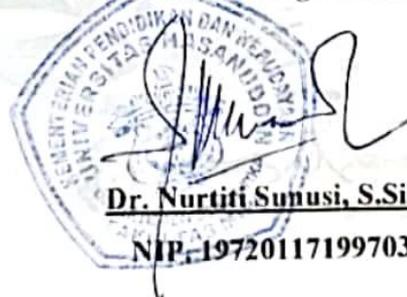
Sitti Sahriman, S.Si., M.Si.
NIP. 198810182015042002

Pembimbing Pertama



Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si.
NIP. 197708082005012002

Ketua Program Studi



Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si.
NIP. 197201171997032002

Pada 08 Desember 2022

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Noormanto Hi Armin
NIM : H051181025
Program Studi : Statistika
Judul Skripsi : Penerapan Estimator Priestley-Chao dengan Fungsi Kernel
Gaussian pada Data Indeks Harga Saham Gabungan

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 : Sitti Sahrinan, S.Si., M.Si. (.....)
2. Sekretaris : Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si. (.....)
3. Anggota : Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si. (.....)
4. Anggota : Siswanto, S.Si., M.Si. (.....)

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 08 Desember 2022

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh...

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala penyertaan-Nya dalam sepanjang perjalanan penyusunan tugas akhir ini. Berkat kemurahan hati-Nya yang selalu menuntun penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penerapan Estimator Priestley-Chao dengan Fungsi Kernel *Gaussian* pada Data Indeks Harga Saham Gabungan”** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini tidak mungkin sukses tanpa adanya bantuan moril dan materil. Oleh karena itu, penulis dengan rasa rendah hati mengucapkan terima kasih yang tulus untuk kedua orang tua dan keluarga terkasih terutama **Bapak Armin Abdullah, Ibu Siti Nuryati, dan Kakak Rusmina Armin** yang selalu memberikan dukungan baik dalam bentuk doa, cinta dan kebesaran hati serta materi hingga saat ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh keluarga besar dimanapun berada atas segala do'a dan kasih sayang yang diberikan.

Penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan juga disampaikan kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
3. **Ibu Dr. Nurtiti Sunusi S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Statistika, segenap Dosen Pengajar dan Staf yang telah membekali ilmu dan kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.
4. **Ibu Sitti Sahrinan, S.Si., M.Si.**, selaku Pembimbing Utama dan **Ibu Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si.**, selaku Pembimbing Pendamping yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya di tengah berbagai kesibukan dan prioritasnya untuk senantiasa memberikan arahan, dorongan,

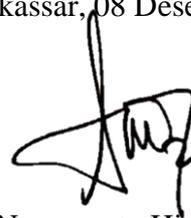
dan motivasi kepada penulis mulai dari awal hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.

5. **Bapak Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si.** dan **Bapak Siswanto, S.Si., M.Si.**, selaku Tim Penguji yang telah memberikan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penyusunan tugas akhir ini serta waktu yang telah diberikan kepada penulis.
6. **Ibu Sitti Sahrinan, S.Si., M.Si.**, selaku Penasehat Akademik penulis. Terima kasih atas segala bantuan, nasehat serta motivasi yang selalu diberikan kepada Penulis selama menjalani pendidikan di Departemen Statistika.
7. Terima kasih juga saya ucapkan kepada seluruh **Pegawai Staf dan Dosen** di Jurusan Statistika Universitas Hasanuddin.
8. Untuk **Dila, Wulan,** dan **Niki** sebagai sahabat sejak SD sampai menjadi mahasiswa terima kasih karena selalu kebersamai penulis memperjuangkan tugas akhir dengan segala drama tugas akhir ini, segala kebersamaan, canda tawa, nangis dan marah-marahnya.
9. Untuk **Alm. Dani Hermawan** terima kasih sudah menjadi tempat berbagi cerita selama menyusun tugas akhir ini semasa hidupmu.
10. Untuk sobat koperasi, **Agra, Nopa, Restu, Dian, Ika, Haksar, Rifka, Kakak Pani, Yuyu, Emi, Hapis, Rael,** dan **Acca** terima kasih atas segala kebersamaan selama dunia perkuliahan, kerja sama, kenangan suka duka serta dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada **Ceca, Yasmin** dan **Pika** karena sudah menjadi tetangga kosan yang selalu berbagi makanan selama tinggal di Pondok Mattoanging.
12. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada **Yoga** sobat *healing* ketika ada masalah selama perkuliahan.
13. Teman-teman **KKN Gelombang 106 Tamalanrea 15** terima kasih untuk segala dukungan dan kenangan bersamanya.
14. **Teman-teman Statistika 2018** atas segala kebersamaan selama 4 tahun lebih di dunia perkuliahan, kerja sama, kenangan suka duka serta dukungan selama proses perkuliahan hingga skripsi ini dapat selesai.

15. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang turut mendoakan, memberi dukungan moril maupun materil kepada penulis selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
16. Terakhir penulis ucapkan terima kasih untuk diri sendiri karena sudah berjuang dan kerja keras sampai sejauh ini. Terima kasih juga karena tidak pernah menyerah menghadapi semua masalah yang menghadang selama perkuliahan, terkhusus selama menyusun tugas akhir. Sekali lagi terima kasih banyak, *you're great to get through all of this.*

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diperlukan dalam penulisan selanjutnya. Akhirnya, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan wawasan bidang ilmu Statistika dan menjadi Berkat untuk penulis dan pembaca, Aamiin. *Thank you Lord!*

Makassar, 08 Desember 2022



Noormanto Hi Armin

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

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

Nama : Noormanto Hi Armin
NIM : H051181025
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:

**“Penerapan Estimator Priestley-Chao dengan Fungsi Kernel *Gaussian* pada
Data Indeks Harga Saham Gabungan”**

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 pada tanggal, 08 Desember 2022

Yang menyatakan



(Noormanto Hi Armin)

ABSTRAK

Regresi nonparametrik digunakan apabila tidak diketahui bentuk kurva regresinya. Terdapat beberapa yang dapat digunakan untuk menduga kurva regresi dalam regresi nonparametrik, salah satunya yaitu estimator densitas kernel. Estimator densitas kernel ada tiga, salah satunya adalah estimator Priestley-Chao. Dalam estimator pendekatan kernel terdapat dua parameter yang digunakan yaitu fungsi kernel dan *bandwidth*. Fungsi kernel yang biasa digunakan adalah fungsi kernel *gaussian* karena fungsi kernel tersebut relatif *smooth* dibandingkan dengan fungsi kernel lainnya. Sedangkan *bandwidth* digunakan untuk mengatur kemulusan kurva yang diestimasi. Metode estimator Priestley-Chao dengan fungsi kernel *gaussian* dapat diterapkan pada data indeks harga saham gabungan. Indeks harga saham gabungan sering dijadikan acuan oleh investor untuk menanam investasi di pasar modal. Pada penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai *bandwidth* optimum pada data indeks harga saham gabungan menggunakan estimator Priestley-Chao dengan fungsi kernel *gaussian*. Hasil diperoleh nilai MSE dari pemilihan *bandwidth* optimum dengan menggunakan metode *rule of thumb* sebesar 1.7671. Sedangkan metode *unbiased cross validation* nilai MSE yang diperoleh sebesar 3.9478×10^6 . Kemudian pada metode *biased cross validation* diperoleh nilai MSE sebesar 6.0494. Dan pada metode *complete cross validation* mempunyai nilai MSE sebesar 3.9009×10^3 . Maka dapat disimpulkan bahwa metode *rule of thumb* merupakan metode pemilihan *bandwidth* yang mempunyai nilai MSE terkecil yaitu sebesar 1.7671 dengan nilai h_1 sebesar 0.9698 untuk inflasi (X_1), h_2 sebesar 0.9707 untuk kurs (X_2), dan h_3 sebesar 0.9706 untuk suku bunga (X_3).

Kata Kunci: *Bandwidth, Estimator Priestley-Chao, Fungsi Kernel, Indeks Harga Saham Gabungan*

ABSTRACT

Nonparametric regression is used if the shape of the regression curve is not known. There are several methods that can be used to estimate the regression curve in nonparametric regression, one of which is the kernel density estimator. There are three kernel density estimators, one of which is the Priestley-Chao estimator. In the kernel approach estimator, there are two parameters used, namely the kernel function and bandwidth. The kernel function commonly used is the Gaussian kernel function because this kernel function is relatively smooth compared to other kernel functions. Meanwhile, bandwidth is used to adjust the smoothness of the estimated curve. The Priestley-Chao estimator method with the gaussian kernel function can be applied to composite stock price index data. The composite stock price index is often used as a reference by investors to invest in the capital market. In this study the aim was to obtain the optimum bandwidth value on the composite stock price index data using the Priestley-Chao estimator with the gaussian kernel function. The results obtained by the MSE value from the optimum bandwidth selection using the rule of thumb method are 1.7671. While the unbiased cross validation method obtained the MSE value of 3.9478×10^6 . Then the biased cross validation method obtained an MSE value of 6.0494. And the complete cross validation method has an MSE value of 3.9009×10^3 . So it can be concluded that the rule of thumb method is a bandwidth selection method that has the smallest MSE value of 1.7671 with an h_1 value of 0.9698 for inflation (X_1), h_2 of 0.9707 for the exchange rate (X_2), and h_3 of 0.9706 for the interest rate (X_3).

Keywords: *Bandwidth, Composite Stock Price Index, Kernel Function, Priestley-Chao Estimator*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Analisis Regresi	4
2.2. Regresi Nonparametrik	4
2.3. Standarisasi Data	5
2.4. Estimator Kernel	5
2.5. Estimator Priestley-Chao	6
2.6. Fungsi Kernel	6
2.7. Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum	7
2.8. Indeks Harga Saham Gabungan	8
2.9. Inflasi	9
2.10. Kurs	9
2.11. Suku Bunga	10

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1. Jenis dan Sumber Data.....	11
3.2. Variabel Penelitian.....	11
3.3. Tahapan Penelitian.....	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
4.1. Deskripsi Data.....	13
4.2. Standarisasi Data.....	15
4.3. Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum.....	16
4.4. Estimator Priestley-Chao	17
4.5. Pemilihan Model Terbaik	20
BAB V PENUTUP	22
5.1. Kesimpulan	22
5.2. Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN.....	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 *Scatterplot* Variabel Independen Terhadap IHSG.....13
Gambar 4.2 Kurva data asli dengan hasil dugaan metode *Bandwidth*19

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Definisi Operasional Variabel Penelitian	11
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Variabel Penelitian	14
Tabel 4.2 Data Penelitian Setelah Standarisasi	16
Tabel 4.3 Perhitungan Nilai <i>Bandwidth</i> Variabel Penelitian.....	16
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Nilai <i>Mean Square Error</i> (MSE).....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian	26
Lampiran 2. Data Penelitian Setelah Standarisasi	28
Lampiran 3. <i>Scatterplot</i> Variabel Dependen dengan Variabel Independen	30
Lampiran 4. Hasil <i>Output</i> Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum	31
Lampiran 5. Kurva Estimasi Data Asli dengan Metode Pemilihan <i>Bandwidth</i> ..	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ekonomi menjadi salah satu indikator yang paling sering dilihat untuk menilai kondisi suatu negara baik atau buruk. Banyak faktor yang mempengaruhi hal tersebut diantaranya faktor produksi, konsumsi, distribusi, investasi, keuangan dan lainnya. Namun, faktor yang paling sering disoroti adalah faktor keuangan dengan mekanisme dan instrumen di dalamnya seperti saham, obligasi, reksadana, *exchange traded fund*, dan derivatif (Widodo, 2018). Salah satu pendorong perekonomian dunia yaitu pasar modal, termasuk Indonesia. Peran pasar modal bukan hanya sekedar tempat pertemuan *lenders* dan *borrowers*, tetapi juga berperan dalam mendorong pembentukan modal dan mempertahankan pertumbuhan ekonomi. Pasar modal yang mengalami peningkatan atau penurunan terlihat dari naik turunnya harga-harga saham dalam pergerakan indeks (Yubiharto dkk., 2021).

Indeks harga saham adalah indikator pergerakan harga saham yang menjadi salah satu pedoman untuk melakukan investasi di pasar modal (Yubiharto dkk., 2021). Pergerakan harga seluruh saham biasa maupun preferen yang tercatat di bursa efek Indonesia disebut indeks harga saham gabungan (IHSG). Nilai IHSG sering digunakan sebagai indikator utama yang mencerminkan kinerja pasar modal sedang mengalami peningkatan atau sebaliknya. Bila kondisi ekonomi suatu negara baik, maka IHSG tentunya juga menunjukkan *trend* yang meningkat. Tetapi jika sebaliknya, maka itu juga akan berpengaruh terhadap indeks harga saham gabungan (Mie dan Agustina, 2014).

Penurunan IHSG dapat dipengaruhi oleh berbagai macam faktor. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi indeks harga saham gabungan dapat menggunakan metode analisis regresi. Dalam analisis regresi, terdapat dua pendekatan yang digunakan yaitu parametrik dan nonparametrik. Pendekatan parametrik mengasumsikan bentuk hubungan antara variabel respon dan prediktor diketahui dari kurva regresi. Sedangkan pendekatan nonparametrik digunakan untuk mengestimasi kurva regresi yang belum diketahui bentuknya. Kebanyakan masalah yaitu terdapat data yang kurvanya tidak diketahui sehingga tidak bisa

menggunakan pendekatan parametrik. Oleh karena itu, pendekatan nonparametrik bisa mengatasi hal tersebut. Beberapa pendugaan yang dapat digunakan, salah satunya adalah estimator densitas kernel (Fudllayati, 2021).

Estimator densitas kernel adalah suatu metode pendekatan terhadap fungsi densitas yang belum diketahui dengan menggunakan fungsi kernel. Estimator ini diperkenalkan oleh Rosenblatt (1956) dan Parzen (1962). Oleh karena itu, estimator ini disebut estimator densitas kernel Rosenblatt-Parzen (Hardle, 1990). Estimator dengan pendekatan kernel tergantung pada dua parameter yaitu *bandwidth* dan fungsi kernel (Saputra, 2016). Salah satu estimator yang digunakan pada fungsi kernel yaitu estimator Priestley-Chao. Dalam penduga kernel, terdapat beberapa fungsi antara lain *uniform*, *triangle*, *epanechnikov*, *gaussian*, *kuartik*, dan *cosinus* (Hardle, 1990). Dari beberapa fungsi kernel, fungsi kernel *gaussian* merupakan fungsi kernel yang relatif *smooth* dibandingkan dengan fungsi kernel yang lain. Pemilihan *bandwidth* merupakan hal terpenting dalam pendekatan kernel. *Bandwidth* berfungsi untuk mengatur kehalusan kurva yang akan diestimasi (Nurjaina, dkk., 2022).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Widiardi (2014) mengenai model regresi nonparametrik menggunakan fungsi kernel (pada kasus berat badan balita Desa Buduran, Kabupaten Sidoarjo), Fudllayati (2021) mengenai analisis produk domestik bruto (PDB) dengan regresi nonparametrik kernel menggunakan estimator Priestley-Chao, dan Lia (2021) mengenai estimasi model regresi nonparametrik menggunakan estimator Nadaraya-Watson dengan fungsi kernel *epanechnikov*. Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti mengambil judul “Penerapan Estimator Priestley-Chao dengan Fungsi Kernel *Gaussian* pada Data Indeks Harga Saham Gabungan”.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dirumuskan dalam melakukan penelitian ini adalah

1. Bagaimana memperoleh nilai *bandwidth* optimum pada data indeks harga saham gabungan menggunakan estimator Priestley-Chao dengan fungsi kernel *Gaussian*?
2. Bagaimana estimasi model dari data indeks harga saham gabungan menggunakan estimator Priestley-Chao dengan fungsi kernel *Gaussian*?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu

1. Variabel prediktor yang digunakan yaitu kurs, inflasi, dan suku bunga pada tahun 2016-2021.
2. Pemilihan *bandwidth* optimum berdasarkan *Rule of Thumb*, *Unbiased Cross Validation*, *Biased Cross Validation*, dan *Complete Cross Validation*.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian yaitu

1. Memperoleh nilai *bandwidth* optimum pada model indeks harga saham gabungan menggunakan estimator Priestley-Chao dengan fungsi kernel *Gaussian*.
2. Memperoleh estimasi model dari data indeks harga saham gabungan menggunakan estimator Priestley-Chao dengan fungsi kernel *Gaussian*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu menambah dan memperkaya pengetahuan tentang penerapan estimator Priestley-Chao dengan fungsi Kernel *Gaussian* serta penerapannya pada indeks harga saham gabungan dan juga sebagai acuan bagi pasar modal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Regresi

Ilmu statistika yang digunakan untuk menentukan reabilitas atau pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor disebut analisis regresi. Analisis regresi merupakan metode analisis data yang menggambarkan hubungan antara variabel respon dengan satu atau beberapa variabel prediktor. Menurut Rifai (2019), analisis regresi merupakan analisis yang mempelajari hubungan fungsional antara satu atau beberapa peubah penjelas dengan satu peubah respon. Adapun formula dari analisis regresi dinyatakan pada persamaan (2.1).

$$y_i = \hat{m}(x) + \varepsilon_i \quad ; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.1)$$

Keterangan:

y_i : Variabel respon pada pengamatan ke- i .

$\hat{m}(x)$: Fungsi regresi.

ε_i : Galat ke- i yang saling bebas.

Ada dua pendekatan yang dapat digunakan untuk mengestimasi fungsi regresi atau kurva regresi, yaitu secara parametrik dan nonparametrik. Dalam pendekatan parametrik, bentuk hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor diketahui atau diperkirakan dari bentuk kurva regresi. Sedangkan pada regresi nonparametrik, bentuk kurva tidak dapat langsung diketahui (Komang dan Gusti, 2012).

2.2. Regresi Nonparametrik

Menurut Eubank (1988), pendekatan nonparametrik merupakan metode pendugaan model yang dilakukan berdasarkan pendekatan yang tidak terikat asumsi bentuk kurva regresi tertentu dengan kurva regresi hanya diasumsikan *smooth* (mulus), artinya termuat di dalam suatu ruang fungsi tertentu sehingga regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi karena data diharapkan mencari sendiri bentuk estimasi kurva regresinya tanpa dipengaruhi oleh faktor subyektifitas.

Penggunaan statistik nonparametrik mengabaikan asumsi-asumsi yang melandasi penggunaan metode statistika parametrik. Tidak semua pola hubungan

dapat didekati dengan pendekatan parametrik. Jika bentuk kurva tidak diketahui dan pola menyebar maka kurva regresi dapat diduga menggunakan pendekatan model regresi nonparametrik. Apalagi tes nonparametrik tidak memerlukan pengukuran seperti yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tes parametrik, tes nonparametrik paling berlaku untuk data dalam skala ordinal, dan berlaku juga untuk sampel data skala nominal (Anisa dkk., 2019).

2.3. Standarisasi Data

Standarisasi data merupakan salah satu teknik dalam melakukan perubahan skala. Standarisasi data dapat ditunjukkan menggunakan persamaan berikut:

$$X^* = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- X^* : Data hasil standarisasi
 X : Data asli
 μ : Nilai rata-rata
 σ : Nilai standar deviasi

2.4. Estimator Kernel

Estimator densitas kernel sangat umum digunakan untuk pendekatan nonparametrik. Adapun kelebihan dari estimator densitas kernel yaitu fleksibel, bentuk matematis yang mudah dan bisa mencapai tingkat kekonvergenan yang relatif cepat. Menurut Halim dan Bisono (2006), estimator densitas kernel terbagi menjadi tiga, yaitu:

1. Estimator *Nadaraya-Watson*

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) y_i}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)} \quad (2.3)$$

2. Estimator *Priestley Chao*

$$\hat{m}(x) = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{i-1}) K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) y_i \quad (2.4)$$

3. Estimator *Gasser-Muller*

$$\hat{m}(x) = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^n y_i \int_{s_{i-1}}^{s_i} K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) dx \quad (2.5)$$

dengan $s_0 = 0$, $s_i = \frac{X_i + X_{i+1}}{2}$, $i = 1, 2, 3, \dots, n - 1$, $s_n = 1$

Keterangan:

$\hat{m}(x)$: Fungsi taksiran regresi

K : Fungsi Kernel

X_i : Variabel independen pada pengamatan ke- i

x : Nilai tertentu dari variabel X

h : Nilai *bandwidth*

n : Banyak pengamatan

y_i : Variabel dependen pada pengamatan ke- i

2.5. Estimator Priestley-Chao

Pada regresi kernel terdapat $\hat{m}(x)$ yang merupakan fungsi yang tidak diketahui bentuknya dan didefinisikan dalam interval $[a, b]$. y_1, y_2, \dots, y_n adalah n pengamatan di titik-titik tetap x_1, x_2, \dots, x_n dan ε_i , $i = 1, 2, \dots, n$ adalah kesalahan acak yang tidak berkorelasi dengan rata-rata nol dan ragam konstan (σ^2). Hal tersebut diasumsikan bahwa variabel x_1, x_2, \dots, x_n berjarak sama pada interval $[a, b]$. Hal ini diperlukan untuk memperkirakan $\hat{m}(x_i)$ secara nonparametrik menggunakan data yang tersedia. Estimator yang dipertimbangkan adalah estimator yang diusulkan oleh Priestley dan Chao (1972) didefinisikan seperti pada Persamaan 2.4.

$$\hat{m}(x) = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{i-1}) K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) Y_i$$

Estimator Priestley-Chao adalah rata-rata terbobot dari variabel respon y_1, y_2, \dots, y_n dan yang terkait dengan terbobot Y_i adalah $K\left(\frac{X_i - x}{h}\right)$ dengan nilai sebenarnya yang ditentukan oleh kedekatan x ke X_i relatif terhadap nilai h (Priestley dan Chao, 1972).

2.6. Fungsi Kernel

Menurut Saputra (2016), secara umum kernel K dengan *bandwidth* h dapat dinyatakan sebagai:

$$K_h = \frac{1}{h} K\left(\frac{x}{h}\right), \quad \text{untuk } -\infty < x < \infty, \quad h > 0 \quad (2.6)$$

dengan K adalah fungsi kernel dan h adalah nilai *bandwidth*, fungsi kernel tersebut memiliki beberapa syarat, antara lain:

- 1) $x \geq 0$
- 2) $\int_{-\infty}^{\infty} K(x) dx = 1$
- 3) $\int_{-\infty}^{\infty} x^2 K(x) dx = \sigma^2 > 0$
- 4) $\int_{-\infty}^{\infty} x K(x) dx = 0$

Terdapat tujuh macam fungsi kernel yang biasa digunakan untuk mengestimasi data, yaitu:

- | | | |
|---------------------------------------|--|--------------------------|
| a) Kernel <i>Uniform</i> | : $K(x) = \frac{1}{2}I$ | : $ x \leq 1$ |
| b) Kernel <i>Triangular</i> | : $K(x) = (1 - x)I$ | : $ x \leq 1$ |
| c) Kernel <i>Biweight</i> (kuadratik) | : $K(x) = \frac{15}{16}(1 - x^2)^2I$ | : $ x \leq 1$ |
| d) Kernel <i>Triweight</i> | : $K(x) = \frac{35}{32}(1 - x^2)^3I$ | : $ x \leq 1$ |
| e) Kernel <i>Gaussian</i> | : $K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2} I$ | : $-\infty < x < \infty$ |
| f) Kernel <i>Epanechnikov</i> | : $K(x) = \frac{3}{4}(1 - x^2)I$ | : $ x \leq 1$ |
| g) Kernel <i>Cosinus</i> | : $K(x) = \frac{\pi}{4} \cos\left(\frac{\pi}{2}x\right) I$ | : $ x \leq 1$ |

dengan I sebagai fungsi indikator.

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

2.7. Pemilihan *Bandwidth* Optimum

Pemilihan *bandwidth* h merupakan masalah utama dari estimator densitas kernel. Pemilihan *bandwidth* yang optimum dilakukan dengan cara memperkecil tingkat kesalahan. Semakin kecil tingkat kesalahan maka semakin baik estimasinya. Untuk mengetahui ukuran tingkat kesalahan suatu estimator dapat dilihat dari *Mean Square Error* atau *Mean Integrated Square Error* (Hardle, 1991). Terdapat empat *bandwidth* yang dilakukan pada penelitian ini yaitu:

a) *Rule of Thumb*

Menurut Wand (1995), formula-formula untuk *bandwidth* yang optimal yaitu meminimalkan *Asymptotic Mean Integrated Square Error* (AMISE) terhadap h .

$$\hat{f}_h^{(r)}(x) \approx \frac{1}{nh} R(K) + \frac{h^4}{4} \mu_2(K)^2 R(f'') \quad (2.7)$$

b) *Unbiased Cross Validation*

Menurut Guidoum (2015), Metode *Unbiased Cross Validation* (UCV) merupakan metode pemilihan *bandwidth* yang bertujuan untuk mengestimasi h dengan cara meminimalkan *Integrated Square Error* (ISE).

$$UCV = \frac{R(K^{(r)})}{nh^{2r+1}} + \frac{(-1)^r}{n(n-1)h^{2r+1}} \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (K^{(r)} \times K^{(r)} - 2K^{(2r)}) \left(\frac{X_j - X_i}{h} \right) \quad (2.8)$$

c) *Biased Cross Validation*

Menurut Guidoum (2015), Metode ini baik apabila sampel yang digunakan berjumlah besar. Metode ini hampir sama dengan metode *rule of thumb* yaitu didasarkan pada formula yang meminimalkan *Asymptotic Mean Integrated Square Error* (AMISE).

$$BCV = \frac{R(K^{(r)})}{nh^{2r+1}} + \frac{\mu_2^2(K)}{4} \frac{(-1)^{r+2}}{n(n-1)h^{2r+1}} \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n K^{(2r+4)} \left(\frac{X_j - X_i}{h} \right) \quad (2.9)$$

d) *Complete Cross Validation*

Menurut Guidoum (2015), Metode ini didasarkan pada estimasi turunan *Integrated Square Density Derivative*.

$$CCV = R(\hat{f}_h^{(r)}) - \bar{\theta}_r(h) + \frac{1}{2} \mu_2(K) h^2 \bar{\theta}_{r+1}(h) + \frac{1}{24} (\mu_2(K)^2 - \delta(K)) h^4 \bar{\theta}_{r+2}(h) \quad (2.10)$$

2.8. Indeks Harga Saham Gabungan

Indeks saham adalah harga saham yang dinyatakan dalam angka indeks. Indeks saham digunakan untuk tujuan analisis dan menghindari dampak negatif dari penggunaan harga saham dalam rupiah. Sedangkan indeks harga saham adalah indikator atau cerminan pergerakan harga saham. Indeks merupakan salah satu pedoman bagi investor untuk melakukan investasi di pasar modal, khususnya saham (Samsul, 2006).

Menurut Hermuningsih (2012), indeks harga saham gabungan adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengukur kinerja saham yang tercatat dalam suatu bursa efek. Indeks harga saham gabungan ini ada yang dikeluarkan oleh bursa efek

yang bersangkutan secara resmi dan ada yang dikeluarkan oleh institusi swasta tertentu seperti media massa keuangan, institusi keuangan, dan lain-lain.

Berdasarkan definisi diatas bisa dikatakan bahwa indeks harga saham gabungan adalah angka indeks harga saham yang sudah disusun dan dihitung dengan menghasilkan *trend* yang digunakan untuk mengukur kinerja saham yang tercatat dalam suatu bursa efek.

2.9. Inflasi

Meningkatnya jumlah uang beredar menjadi salah satu penyebab terjadinya inflasi yang kemudian berimbas pada penurunan nilai tukar rupiah, jika kebijakan moneter bersifat ekspansif. Inflasi yang terjadi di suatu negara dapat menurunkan nilai mata uangnya. Kenaikan harga inflasi menyebabkan penduduk negara tersebut semakin banyak mengimpor dari negara lain, sehingga permintaan akan valuta asing bertambah. Di lain pihak, ekspor negara tersebut bertambah mahal dan ini akan mengurangi permintaannya, sehingga akan menurunkan penawaran valuta asing (Sukirno, 1981).

Tingkat inflasi yang tinggi dapat melemahkan nilai tukar mata uang suatu negara. Selain itu, tingkat inflasi yang tinggi dapat memicu bertambahnya nilai impor. Menurut Madura (2006), perubahan dalam laju inflasi dapat mempengaruhi aktivitas perdagangan internasional. Jika inflasi suatu negara meningkat, permintaan atas mata uang negara tersebut menurun, dikarenakan ekspornya juga turun (disebabkan harga yang lebih tinggi).

2.10. Kurs

Kurs biasa dikenal dengan nilai tukar. Kurs mata uang antar negara ini tidak akan pernah terlepas dari perdagangan internasional. Dalam perekonomian terbuka kurs termasuk salah satu harga penting, sehingga dengan begitu kurs dapat dijadikan sebagai alat untuk mengukur kondisi perekonomian suatu negara. Kurs tersebut sebenarnya merupakan semacam harga dalam pertukaran. Kurs yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kurs Rupiah terhadap *US Dollar*.

Beberapa pengertian kurs dikemukakan oleh beberapa tokoh antara lain, menurut Eachern (2000) kurs atau *exchange rate* mengukur harga suatu mata uang atas dasar mata uang yang lain. Semakin besar permintaan atas suatu mata uang atau semakin kecil penawarannya, maka semakin tinggi pula kursnya. *Exchange*

rate mempengaruhi harga barang impor, sehingga mempengaruhi arus perdagangan luar negeri. Sedangkan menurut Todaro (2000) kurs adalah suatu tingkat, tarif, harga dimana Bank Sentral bersedia menukar mata uang dari suatu negara dengan mata uang dari negara-negara lain. Kurs merupakan harga dari mata uang luar negeri. Kurs rupiah terhadap *US Dollar* memainkan peranan sentral dalam perdagangan internasional, karena kurs rupiah terhadap *US Dollar* memungkinkan kita untuk membandingkan semua harga barang dan jasa yang dihasilkan berbagai negara (Triyono, 2008).

2.11. Suku Bunga

Suku bunga adalah pembayaran yang dilakukan untuk penggunaan uang. Suku bunga adalah jumlah bunga yang dibayarkan per unit waktu. Dengan kata lain, masyarakat harus membayar peluang untuk meminjam uang. Biaya untuk meminjam uang diukur dalam *Dollar* per tahun untuk setiap *Dollar* yang dipinjam, adalah suku bunga (Samuelson dan William, 1994).

Menurut Krugman (2003) dalam Oktavia, dkk (2013), kenaikan suku bunga domestik akan menyebabkan apresiasi kurs suatu negara, sedangkan kenaikan suku bunga luar negeri akan menyebabkan kurs domestik mengalami depresiasi terhadap kurs negara lain. Dalam penelitiannya Oktavia, dkk (2013) yang mengemukakan bahwa peningkatan suku bunga domestik, maka akan menyebabkan mata uang domestik akan menguat. Sebaliknya, jika tingkat suku bunga domestik turun, maka mata uang domestik atau kurs akan melemah.

Perbedaan tingkat suku bunga akan berdampak pada perubahan jumlah investasi di suatu negara, baik yang berasal dari investor domestik maupun dari investor asing, khususnya pada jenis investasi portofolio yang umumnya berjangka pendek. Perubahan tingkat suku bunga ini akan berpengaruh pada perubahan jumlah permintaan dan penawaran di pasar uang domestik. Apabila dalam suatu negara terjadi peningkatan aliran modal masuk (*capital inflows*) dari luar negeri, hal ini menyebabkan terjadinya perubahan nilai tukar mata uang negara tersebut terhadap mata uang asing di pasar valuta asing (Murdayanti, 2012).