

**REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL NADARAYA-
WATSON DALAM DATA *TIME SERIES***
**(Studi Kasus; Indeks Harga Saham Gabungan Terhadap KURS,
Inflasi, dan Tingkat Suku Bunga Periode Januari 2015 – Maret
2018)**

TUGAS AKHIR



Tri Ayuningtyas

14 611 128

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

**REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL NADARAYA-
WATSON DALAM DATA *TIME SERIES*
(Studi Kasus; Indeks Harga Saham Gabungan Terhadap KURS,
Inflasi, dan Tingkat Suku Bunga Periode Januari 2015 – Maret
2018)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Program Studi Statistika



Disusun oleh:

Tri Ayuningtyas

14 611 128

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : Regresi Nonparametrik Kernel Nadaraya-Watson
Dalam Data *Time Series* (Studi Kasus; Indeks Harga
Saham Gabungan Terhadap KURS, Inflasi, dan
Tingkat Suku Bunga Periode Januari 2015 – Maret
2018)

Nama Mahasiswa : Tri Ayuningtyas

Nomor Mahasiswa : 14 611 128



TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK
DIUJIKAN

Yogyakarta, 13 April 2018

الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

Pembimbing

(Prof. Akhmad Fauzy, Ph.D)

KATA PENGANTAR

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL NADARAYA-WATSON
DALAM DATA *TIME SERIES*
(Studi Kasus; Indeks Harga Saham Gabungan Terhadap KURS,
Inflasi, dan Tingkat Suku Bunga Periode Januari 2015 – Maret
2018)**

Nama Mahasiswa : Tri Ayuningtyas

Nomor Mahasiswa : 14 611 128

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN
PADA TANGGAL 13 APRIL 2018**

Nama Penguji

Tanda tangan

1. Ir. Ali Parkhan, M.T.

2. Muhammad Muhajir, M.Sc.

3. Prof. Akhmad Fauzy, Ph.D.

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



(Drs. Alwar, M.Sc., Ph.D.)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, taufiq, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sebagaimana mestinya. Tidak lupa shalawat serta salam Penulis haturkan ke junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan umatnya

Tugas akhir ini disusun oleh Penulis untuk memenuhi persyaratan meraih gelar sarjana Srtata I jurusan Statistika. Tugas akhir ini dengan Judul **“Regresi Nonparametrik Kernel Nadaraya-Watson Dalam Data Time Series (Studi Kasus; Indeks Harga Saham Gabungan Terhadap KURS, Inflasi, dan Tingkat Suku Bunga Periode Januari 2015 – Maret 2018)”** dengan baik. Selama mengerjakan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Drs.Allwar, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
2. Dr. Raden Bagus Fajriya Hakim, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
3. Dosen Pembimbing Tugas Akhir Prof.Akhmad Fauzy.,Ph.D. yang telah membimbing saya dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Kariyam, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Dosen Pengajar dan Staff Program Studi Statistika yang telah banyak memberikan bimbingan kepada Penulis.
6. Bapak dan Ibu yang selalu sabar dan mendoakan yang terbaik untuk saya.
7. Keluarga besar yang selalu memberi semangat serta mendukung segala usaha saya.

8. Indang Sartika yang selalu sabar mengajarkan saya dan menjadi teman saya dikala saya kesulitan dalam menyusun tugas akhir ini.
9. Nyi putihal, Rosi Desmitasari, Dian Khairina, dan Raudhatul Jannah yang selalu menghibur ketika saya merasa sedih dan selalu membantu saya ketika saya sedang sakit.
10. Serta teman-teman KKN unit 62, Statistika B, dan Statistika angkatan 2014.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang sifatnya membangun selalu diharapkan. Akhir kata, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat serta hidayahnya kepada kita semua, Amin Amin ya robbal alamin.

Wassalam'alaykum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 26 Maret 2018



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR ISTILAH	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
PERNYATAAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	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
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Indeks Harga Saham	8
3.1.1 Jenis-Jenis Saham di Indonesia	8
3.1.2 Perhitungan Indeks Saham	8
3.1.2.1 Periode Awal	9

3.1.2.2 Periode Pertama	10
3.1.2.3 Periode Kedua	11
3.1.2.4 Periode Ketiga.....	11
3.1.2.5 Periode Keempat	12
3.2 Nilai Tukar Mata Uang (KURS)	14
3.3 Tingkat Suku Bunga.....	14
3.4 Inflasi.....	15
3.4.1 Skala Penilaian Inflasi	16
3.4.2 Perhitungan Inflasi	16
3.5 Uji Normalitas	18
3.6 <i>P-Value</i>	19
3.7 Analisis Deskriptif	19
3.7.1 <i>Scatter Plot</i>	19
3.8 Analisis Korelasi	19
3.9 Regresi Linear Berganda.....	20
3.9.1 Model Regresi Linear Berganda.....	20
3.9.2 Estimasi Parameter Model Regresi Linear Berganda.....	21
3.9.3 Pengujian (<i>Diagnostic Checking</i>).....	21
3.9.3.1 Uji Hipotesis Keseluruhan Koefisien Regresi Secara Bersama-sama	26
3.9.3.2 Uji Hipotesis Parsial untuk Setiap Koefisien Regresi	27
3.10 Uji Asumsi Klasik	28
3.10.1 Uji Normalitas Galat.....	28
3.10.2 Uji Autokorelasi dari Galat.....	29
3.10.3 Uji Heteroskedastisitas Galat.....	29
3.10.4 Uji Multikolinearitas.....	30
3.11 Distribusi Bersyarat.....	31
3.12 Statistika Nonparametrik.....	31
3.13 Regresi Kernel.....	32
3.13.1 Estimasi Kernel.....	32

3.14	Estimator Nadaraya Watson.....	33
3.15	Komponen Estimator Kernel.....	35
3.16	Fungsi Kernel	38
3.16.1	Macam-Macam Fungsi Kernel.....	38
3.17	Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum	40
3.18	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	41
BAB IV	METODE PENELITIAN	43
4.1	Data	43
4.2	Variabel Penelitian	43
4.3	Metode Analisis Data.....	37
4.4	Tahapan Penelitian	44
BAB V	PEMBAHASAN.....	46
5.1	Gambaran Umum.....	46
5.2	Uji Normalitas Data	48
5.3	Analisis Regresi Linear Berganda.....	49
5.3.1	Uji Kesesuaian Model.....	50
5.3.2	Pengujian Parameter atau Uji Parsial.....	51
5.3.3	Uji Asumsi Klasik.....	52
3.3.3.1	Uji Normalitas Galat	52
3.3.3.2	Uji Autokorelasi Galat	53
3.3.3.3	Uji Heteroskedastisitas Galat	53
3.3.3.4	Uji Multikolinearitas	54
5.4	Analisis Korelasi	54
5.5	Regresi Nonparametrik Kernel	55
5.5.1	Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum.....	56
5.5.2	Pengujian Kesesuaian Model Regresi Nonparametrik Kernel	56
5.5.3	Pengujian Parameter atau Uji Parsial untuk Regresi Nonparametrik Kernel	57

5.6	Pembentukan Model Regresi Nonparametrik Kernel	57
5.6.1	Estimasi Nadaraya Watson	58
5.6.2	Model Regresi Nonparametrik Kernel Gaussian	59
5.7	Koefisien Determinasi.....	60
5.8	Hasil Prediksi dengan Menggunakan Regresi Linear Berganda dan Regresi Nonparametrik Kernel.....	61
5.9	Perhitungan <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	63
BAB VI PENUTUP		65
6.1	Kesimpulan	65
6.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN.....		69

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
3.1	Perhitungan Saham Periode Awal	10
3.2	Perhitungan Saham Periode Pertama	10
3.3	Perhitungan Saham Periode Kedua	11
3.4	Perhitungan Saham Periode Ketiga	12
3.5	Perhitungan Saham Periode Keempat	13
3.6	Fungsi Kernel	38
3.7	Kriteria Nilai <i>MAPE</i>	42
4.1	Definisi Operasional Variabel	43
5.1	Uji Normalitas	49
5.2	Nilai – Nilai Parameter	50
5.3	Pengujian Secara Simultan	51
5.4	Pengujian Secara Parsial Parameter	51
5.5	Pengujian Normalitas Galat	52
5.6	Pengujian Autokorelasi Galat	53
5.7	Pengujian Heteroskedastisitas	53
5.8	Pengujian Multikolinearitas	54
5.9	Nilai Korelasi	55
5.10	Nilai <i>Bandwidth</i> Optimum	56
5.11	Hasil Perhitungan <i>Godness of Fit</i> pada Program R	56
5.12	Pengujian Parameter	57
5.13	Nilai Koefisien Determinasi	60
5.14	Hasil Prediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)	

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
4.1	Diagram Alir Penelitian	44
5.1	Tampilan <i>Plot</i> Data pada Variabel Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)	46
5.2	Tampilan <i>Plot</i> Data pada Variabel KURS	47
5.3	Tampilan <i>Plot</i> Data pada Variabel Inflasi	47
5.4	Tampilan <i>Plot</i> Data pada Variabel Tingkat Suku Bunga	48
5.5	<i>Plot</i> Data Aktual dan Data Prediksi dengan Metode Regresi Linear Berganda	62
5.6	<i>Plot</i> Data Aktual dan Data Prediksi dengan Metode Regresi Nonparametrik Kernel	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Penelitian.....	70
Lampiran 2	<i>Tabel t</i>	72
Lampiran 3	Tabel F.....	74

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 26 Maret 2018



**REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL NADARAYA-
WATSON DALAM DATA *TIME SERIES***
**(Studi Kasus; Indeks Harga Saham Gabungan Terhadap KURS,
Inflasi, dan Tingkat Suku Bunga Periode Januari 2015 – Maret
2018)**

Oleh: Tri Ayuningtyas

Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

INTISARI

Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) merupakan salah indeks harga saham yang ada di negara Indonesia. Para investor yang ingin menanamkan investasi berupa saham dapat melihat dari IHSG yang dimiliki oleh Bursa Efek Indonesia (BEI). IHSG merupakan data yang bersifat *time series*. Pergerakan IHSG dipengaruhi faktor KURS, Inflasi, dan Tingkat Suku Bunga. Penelitian ini akan melihat prediksi IHSG dengan menggunakan analisis parametrik yaitu regresi linear sederhana dan analisis nonparametrik regresi kernel. Berdasarkan metode analisis didapatkan metode terbaik dengan menggunakan pengukuran akurasi *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 5,4%. Model yang didapatkan untuk memprediksi IHSG yaitu $IHSG = KURS(208.495,4) + \varepsilon$, dimana dari variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap IHSG adalah variabel KURS. Penggunaan metode regresi nonparametrik kernel dengan menggunakan estimasi Nadaraya Watson dan fungsi kernel Gaussian. Pemelusuan kurva menggunakan nilai *bandwidth* optimum (h). Hasil perhitungan regresi nonparametrik kernel *bandwidth* sebesar 305,1946. Berdasarkan analisis regresi nonparametrik kernel didapatkan bahwa terdapat informasi bahwa KURS mempengaruhi pergerakan IHSG seiring waktu.

Kata Kunci: *Bandwidth*, IHSG, Kernel, KURS, Nadaraya Watson.

***NONPARAMETRIC REGRESSION KERNEL NADARAYA-
WATSON IN DATA TIME SERIES***

***(Case Study: Composite Stock Price Index Towards KURS,
Inflation, and Interest Rate Period January 2015 - March 2018)***

By: Tri Ayuningtyas

Department of Statistics Faculty of Mathematics and Science
Islamic University of Indonesia

ABSTRACT

The Composite Stock Price Index (IHSG) is one of the stock price indexes in Indonesia. Investors who want to invest in stocks can see from JCI owned by Indonesia Stock Exchange (BEI). JCI is time series data. JCI movement is influenced by KURS, Inflation, and Interest Rate. This study will look at the prediction of JCI by using parametric analysis that is simple linear regression and nonparametric analysis of kernel regression. Based on the method of analysis obtained the best method by using the measurement of Mean Absolute Percentage Error (MAPE) accuracy of 5,4%. The model obtained to predict the JCI is $JCI = KURS (208.495,4) + \varepsilon$, where from the independent variables that significantly influence the JCI index is the KURS variable. Use of nonparametric kernel regression method using Nadaraya Watson estimation and Gaussian kernel function. Curve retrieval uses the optimum bandwidth value (h). Result of regression nonparametric kernel bandwidth equal to 305,1946. Based on regression analysis nonparametrik kernel found that there is information that KURS influence JCI movement over time.

Keywords: Bandwidth, IHSG, Kernel, KURS, Nadaraya Watson.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu Negara berkembang yang sedang aktif melaksanakan pembangunan. Dalam melaksanakan pembangunannya tentunya tidak sedikit membutuhkan dana. Pasar modal memiliki peranan penting dalam pelaksanaan pembangunan di Indonesia. Secara formal, menurut Suad Husnan di dalam buku (Sutedi, 2013) pasar modal dapat didefinisikan sebagai pasar untuk berbagai instrumen keuangan atau sekuritas jangka panjang yang dapat diperjualbelikan, baik dalam bentuk utang maupun modal sendiri, baik yang diterbitkan oleh pemerintah, *public authorities*, maupun perusahaan swasta. Dengan kata lain, pasar modal merupakan suatu kegiatan nonbank sebagai sarana untuk memperluas sumber-sumber pembiayaan perusahaan. Menurut (Wijaya, 2015) pasar modal menjalankan dua fungsi yaitu fungsi ekonomi dan fungsi keuangan. Fungsi ekonomi yaitu pasar modal menyediakan fasilitas untuk mempertemukan dua kepentingan, yaitu pihak yang memiliki kelebihan dana (investor) dan pihak yang memerlukan dana. Sedangkan fungsi keuangan, pasar modal memberikaan kemungkinan dan kesempatan memperoleh keuntungan bagi pemilik dana, sesuai dengan karakteristik investasi yang dipilih. Dengan adanya pasar modal diharapkan mampu mewujudkan pembangunan di Indonesia.

Investasi adalah suatu kegiatan dimana komitmen atau sejumlah kegiatan menyimpan sebagian dana untuk mendapatkan keuntungan dikemudian hari. Seseorang yang menanamkan modal disebut dengan investor. Ketika investor akan menginvestasikan sebagian dananya di pasar modal (dengan membeli sekuritas yang diperdagangkan di bursa) sebaiknya informasi yang diterimanya adalah informasi yang benar, sistem perdagangan di bursa dapat dipercaya, serta tidak ada pihak lain yang memanipulasi informasi dan perdagangan tersebut. Informasi tentang investasi berupa saham dapat dilihat dari indeks perhitungan

saham salah satunya yaitu Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) yang terdapat di Bursa Efek Indonesia (BEI).

Aktivitas Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) selama tahun 1994 cukup menggingbirakan. Meskipun pertumbuhan indikator perdagangan saham di BEI selama tahun 1994 tidak setinggi pertumbuhan yang dicapai pada tahun 1993, tetapi secara absolut kenaikan yang dicapai cukup baik. Faktor kenaikan dan penurunan IHSG di BEI yaitu faktor internal (dalam negeri) dan faktor eksternal (luar negeri). Pemerintah berupaya untuk melakukan perbaikan atas faktor pemicu pergerakan IHSG dengan menggunakan faktor internal. Faktor internal yaitu nilai tukar rupiah, inflasi, dan tingkat suku bunga.

Menurut Soejati (1986) statistika merupakan ilmu merencanakan, mengumpulkan, mengolah, menganalisis, menyajikan, dan menyimpulkan data. Statistika di bagi menjadi dua yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Statistika deskriptif digunakan untuk melihat gambaran umum data, sedangkan statistika inferensi digunakan sebagai alat analisis data lanjutan dari statistika deskriptif atau pengambil keputusan berdasarkan data yang telah diolah. Statistika inferensi dibagi menjadi dua yaitu parametrik dan nonparametrik. Statistika inferensi parametrik memiliki asumsi-asumsi yang harus terpenuhi, sedangkan statistika inferensi nonparametrik memiliki sedikit asumsi bahkan menurut Azwar (2016) statistika inferensi nonparametrik merupakan alat analisis data yang *free distribution*.

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi IHSG untuk beberapa periode yang akan datang berdasarkan faktor internal yang mempengaruhi pergerakan saham di BEI. Pada penelitian ini digunakan alat analisis statistika deskriptif sebagai gambaran umum data dan statistika inferensi sebagai pengambilan keputusan. Statistika inferensi yang digunakan yaitu parametrik dengan menggunakan metode analisis regresi berganda dan nonparametrik dengan menggunakan metode regresi nonparametrik kernel dengan menggunakan estimasi Nadaraya-Watson serta fungsi Gaussian. Berdasarkan kedua metode yang digunakan akan dibandingkan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk menentukan metode terbaik dalam memprediksi IHSG di BEI.

Berasarkan latar belakang yang telah diuraikan peneliti maka judul yang digunakan yaitu Regresi Nonparametrik Kernel Nadaraya Watson dalam Data Time series (Studi kasus : Faktor-Faktor Internal yang Mempengaruhi Indeks Harga Saham Gabungan Periode Januari 2015 – Maret 2018).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Metode manakah yang terbaik untuk memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dalam penelitian ini?
2. Variabel manakah yang berpengaruh terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan menggunakan metode terbaik?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini tidak meluas, maka dalam penelitian ini diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder yaitu data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), KURS, Inflasi, dan Suku Bunga pada periode Januari 2015 – Maret 2018.
2. Objek pengamatan penelitian ini yaitu harga saham, KURS, Inflasi, dan Suku Bunga perbulan.
3. Variabel yang digunakan yaitu variabel IHSG (Indek Harga Saham Gabungan) sebagai variabel respon dan variabel KURS, Inflasi, dan Suku Bunga sebagai variabel prediktor.
4. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode regresi linear berganda dan regresi nonparametrik kernel dengan estimator Nadaraya-Watson.
5. Alat analisis yang digunakan berupa Microsoft Excel 2007, dan *R Gui* 3.3.2.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui metode terbaik dalam memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG).
2. Mengetahui variabel yang berpengaruh terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan menggunakan metode terbaik.

1.5 Manfaat Penelitaian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Peneliti
 - a. Menambah pengetahuan tentang metode statistika dalam pengaplikasian data finansial dalam data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), Inflasi, Tingkat Suku Bunga, dan KURS.
 - b. Memberikan pengetahuan model regresi non parametrik kernel pada data *time series*.
2. Program Studi
 - a. Sebagai acuan penelitian pengembangan dari metode regresi non parametrik kernel serta menambahkan wawasan.
 - b. Mengetahui sejauh mana mahasiswa pengaplikasian metode statistika di dunia nyata
3. Investor
 - a. Memberikan informasi harga saham dari Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) beberapa periode yang akan mendatang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya membahas metode Regresi Non Parametrik Kernel dan dapat dijadikan contoh dan acuan dalam penyelesaian kasus adalah sebagai berikut :

Pada penelitian yang dilakukan oleh Icha Puspitasari (2012) dengan judul penelitian analisis indeks harga saham gabungan (IHSG) dengan menggunakan model regresi kernel. Penelitian icha menggunakan data *time series* harian indeks harga saham gabungan dengan menggunakan metode *ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)*, regresi parametrik, dan regresi nonparametrik yang kemudian dibandingkan nilai dari *MSE (Mean Square Error)* untuk menentukan model terbaik yang didapatkan serta digunakan untuk peramalan yang akan mendatang dengan menggunakan prediksi nilai Y. hasil yang didapatkan pada penelitian Icha Puspitasari (2012) yaitu metode terbaik yaitu metode regresi non parametrik dimana regresi non parametrik dapat digunakan untuk data yang berfluktuatif, nilai *MSE* sebesar 6987.787 dan nilai *bandwidth* dengan menggunakan fungsi kernel triangle sebesar 58.2.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Yusnita Jayanti, Darminto, dan Nengah Sudjana (2014) yang berjudul “Pengaruh Tingkat Inflasi, Tingkat Suku Bunga Sbi, Nilai Tukar Rupiah, Indeks Dow Jones, dan Indeks Klse Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)” Studi Pada Bursa Efek Indonesia Periode Januari 2010 – Desember 2013”. Penelitian ini menggunakan data sekunder dalam bentuk *time series* bulanan selama 4 tahun yang berasal dari website *Yahoo Finance* berupa variabel IHSG, Indeks KLSE (Kuala Lumpur *Stock Exchange*) dan Indeks Dow Jones, serta berasal dari website Bank Indonesia berupa variabel Kurs atau nilai tukar rupiah, Inflasi, dan Tingkat Suku Bunga SBI. Kemudian metode penelitian yang digunakan yaitu regresi linear sederhana. Hasil yang didapatkan dari penelitian menyatakan bahwa variabel Inflasi, Tingkat Suku Bunga, Nilai Tukar Rupiah, Indeks Dow Jones, dan indeks KLSE berpengaruh

terhadap indeks harga saham gabungan (IHSG) sebesar 84% dan 16% dipengaruhi oleh variabel-variabel diluar penelitian.

Pada penelitian Nuzulul Maysyaroh (2015) yang meneliti JII (Jakarta Islamic Index) dan KURS. Pada penelitian Nuzulul menggunakan data JII dan KURS pada periode 3 Maret 2014 sampai 30 Maret 2015. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis parametrik dan *non* parametrik. Analisis parametrik dengan menggunakan analisis regresi linier sederhana sedangkan analisis *non* parametrik yaitu dengan metode analisis regresi non parametrik kernel dengan menggunakan estimator Nadaraya Watson. Berdasarkan hasil penelitian kedua metode, peneliti kemudian membandingkan nilai *MSE* (*Mean Square Error*) dengan tujuan menentukan metode terbaik. Dengan menggunakan *MSE* didapatkan metode terbaik yaitu dengan menggunakan regresi non parametrik kernel sebesar 12,840 dan nilai *bandwidth* sebesar 40,037. Berdasarkan hasil penelitian maka diketahui bahwa KURS mempengaruhi pergerakan saham di JII (*Jakarta Islamic Index*).

Selanjutnya tahun 2015 penelitian yang dilakukan oleh Tantra Setia Juli Wijaya yang berjudul “Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai IHSG yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia”. Data penelitian yang dilakukan Tantra Setia Juli Wijaya (2015) merupakan data sekunder yang telah dikumpulkan oleh lembaga pengumpul data serta dipublikasikan kepada masyarakat pengguna data serta berasal dari situs-situs internet, dan referensi perpustakaan. Data yang digunakan dalam bentuk data *time series* secara bulanan dalam interval waktu tahunan periode 2008-2014. Metode yang digunakan yaitu regresi linear berganda dengan menggunakan asumsi klasik. Hasil yang didapatkan yaitu variabel Inflasi, BI Rate, Nilai Tukar, Indeks Dow Jones, Indeks Nikkei 225, dan Indeks Hang Seng berpengaruh terhadap variabel IHSG.

Penelitian Maria Widyasuti (2017) dengan judul “*Analysis of Effects of Inflation, Interest Rates, Rupiah Exchange Rate toward Composite Stock Price Index with the Gross Domestic Product as Moderation Variable in the Indonesia Stock Exchange*”. Data yang digunakan merupakan data sekunder publikasi Bank Indonesia dalam bentuk laporan tahunan Bank Indonesia, Ekonomi dan Statistik

Keuangan Indonesia (SEKI), hasil Bursa Efek Indonesia yang meliputi data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), tingkat suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI), inflasi, dolar AS terhadap nilai tukar rupiah (US \$ / US \$) dengan kurs tengah dihitung berdasarkan kurs jual dan beli yang ditetapkan oleh Bank Indonesia. Tujuan penelitian Maria Widyastuti (2017) adalah untuk mengetahui pengaruh variabel-variabel independen (Inflasi, Suku Bunga, Kurs, PDB (Produk Domestik Bruto)) terhadap variabel dependen (IHSG). Hasil dari penelitian dengan menggunakan metode statistika inferensi variabel Inflasi, Suku Bunga, Nilai Tukar berpengaruh signifikan terhadap indeks harga saham. Kemudian hasil penelitian selanjutnya variabel Produk Domestik Bruto secara signifikan memoderasi pengaruh variabel Inflasi terhadap indeks harga saham, dan Produk Domestik Bruto tidak signifikan memoderasi pengaruh Suku Bunga dan Nilai Tukar dari indeks harga saham gabungan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Indeks Harga Saham

Indeks harga saham adalah indikator yang menunjukkan pergerakan harga saham. Indeks berfungsi sebagai indikator tren pasar artinya pergerakan indeks menggambarkan kondisi pasar pada suatu saat, apakah saham sedang aktif atau lesu/lemah. Di pasar modal, sebuah indeks diharapkan memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Sebagai indikator tren pasar
2. Sebagai indikator tingkat keuntungan
3. Sebagai tolak ukur (*benchmark*) suatu portofolio
4. Memfasilitasi pembentukan portofolio dengan strategi pasif
5. Memfasilitasi berkembangnya produk derivatif.

Indeks yang sering ditampilkan media masa, televisi dan media lainnya adalah indeks harga saham gabungan yaitu indeks yang mencerminkan pergerakan seluruh saham yang terdapat di bursa tersebut. Sebagai contoh, jika dikatakan bahwa indeks harga saham gabungan di BEI berada pada level Rp 3.500 artinya indeks tersebut menggambarkan atau mewakili pergerakan harga seluruh saham yang ada di be, yaitu sekitar 400-an saham.

3.1.1 Jenis-Jenis Indeks Saham di Indonesia

Terdapat beberapa indeks harga saham di Bursa Efek Indonesia (BEI), diantaranya yaitu indeks individual, indeks harga saham sektoral, indeks harga saham gabungan (IHSG), indeks LQ-45, indeks syariah atau Jakarta *Index Islamic* (JII), indeks papan utama dan papan pengembangan, indeks KOMPAS 100, indeks bisnis-27, indeks PERFINDO-25, dan indeks Sri-kehati.

3.1.2 Perhitungan Indeks Saham

Beberapa macam pendekatan atau metode perhitungan yang digunakan

untuk menghitung indeks yaitu :

1. Menghitung rata-rata (*arithmetic mean*) harga saham yang termasuk dalam anggota.
2. Menghitung (*geometric mean*) dari indeks individual saham yang masuk anggota indeks.
3. Menghitung rata-rata tertimbang nilai pasar (*market value weighted average index*).
4. Perhitungan indeks harga saham gabungan (*composite*) umumnya menggunakan metode rata-rata tertimbang pasar, termasuk BEI.

Rumus dasar perhitungan indeks rata-rata tertimbang saham pasar adalah:

$$\text{Indeks} = \frac{\text{Nilai pasar}}{\text{Nilai dasar}} \times 100 \quad (3.1)$$

Keterangan :

- Nilai pasar : kumulatif jumlah saham hari ini dikali harga saham pasar hari ini atau disebut dengan kapitalis pasar
- Nilai dasar : nilai yang dihitung berdasarkan harga perdana dari masing - masing saham atau berdasarkan harga yang telah dikoreksi jika perusahaan telah melakukan kegiatan yang menyebabkan jumlah saham tercatat di bursa berubah.

Penyesuaian dilakukan agar indeks akan benar-benar mencerminkan pergerakan harga saham. Untuk memberikan ilustrasi perhitungan indeks, berikut diberikan contoh kasus perhitungan indeks yang telah disederhanakan. Misal Bursa Efek GEMILANG memiliki tiga saham yang tercatat di bursa tersebut yaitu saham A, B, dan C.

3.1.2.1 Periode Awal

Pada periode awal, *nilai dasar = nilai pasar*

Tabel 3.1 Perhitungan Saham Periode Awal

Saham	Jumlah saham (unit)		Harga saham (Rp)		Nilai pasar (Rp)	
	Sebelum	Hari ini	Sebelum	Hari ini	Sebelum	Hari ini
A		Rp 2.000.000		Rp 500		Rp 1.000.000.000
B		Rp 3.000.000		Rp 700		Rp 2.100.000.000
C		Rp 8.000.000		Rp 1.200		Rp 9.600.000.000
						Rp 12.700.000.000

$$\text{Nilai dasar} = \text{Rp } 12.700.000.000$$

$$\text{Nilai pasar} = \text{Rp } 12.700.000.000$$

$$\text{Indeks} = \left(\frac{\text{Rp}12.700.000.000}{\text{Rp}12.700.000.000} \right) \times 100 = 100$$

3.1.2.2 Periode Pertama

Pada periode ini terjadi perubahan harga saham. Saham C yang sebelumnya Rp 1200 meningkat menjadi Rp 1500.

Tabel 3.2 Perhitungan Saham Periode Pertama

Saham	Jumlah saham (unit)		Harga saham (Rp)		Nilai pasar (Rp)	
	Sebelum	Hari ini	Sebelum	Hari ini	Sebelum	Hari ini
A	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000	Rp 500	Rp 500	Rp 1.000.000.000	Rp 1.000.000.000
B	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000	Rp 700	Rp 700	Rp 2.100.000.000	Rp 2.100.000.000
C	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000	Rp 1.200	Rp 1.500	Rp 9.600.000.000	Rp 12.000.000.000
					Rp 12.700.000.000	Rp 15.100.000.000

$$\text{Nilai dasar sebelumnya} = \text{Rp } 12.700.000.000$$

$$\text{Nilai dasar baru} = \text{Rp } 12.700.000.000$$

$$\text{Nilai pasar sebelumnya} = \text{Rp } 12.700.000.000$$

$$\text{Nilai pasar baru} = \text{Rp } 15.100.000.000$$

$$\text{Indeks} = \left(\frac{\text{Rp } 15.100.000.000}{\text{Rp } 12.700.000.000} \right) \times 100 = 118.897$$

Indeks mengalami kenaikan sebesar 18,897 poin atau 18,98%

3.1.2.3 Periode Kedua

Pada periode ini terjadi perubahan harga saham A dan B

Tabel 3.3 Perhitungan Saham Periode Kedua

Saham	Jumlah saham (unit)		Harga saham (Rp)		Nilai pasar (Rp)	
	Sebelum	Hari ini	Sebelum	Hari ini	Sebelum	Hari ini
A	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000	Rp 500	Rp 600	Rp 1.000.000.000	Rp 1.200.000.000
B	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000	Rp 700	Rp 900	Rp 2.100.000.000	Rp 2.700.000.000
C	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000	Rp 1.200	Rp 1.500	Rp 12.000.000.000	Rp 12.000.000.000
					Rp 15.100.000.000	Rp 15.900.000.000

Nilai dasar sebelumnya = Rp 12.700.000.000

Nilai baru dasar = Rp 12.700.000.000

Nilai pasar sebelumnya = Rp 15.100.000.000

Nilai pasar baru = Rp 15.900.000.000

$$\text{Indeks} = \left(\frac{\text{Rp } 15.900.000.000}{\text{Rp } 12.700.000.000} \right) \times 100 = 125,197$$

Indeks mengalami kenaikan sebesar 6,3 poin atau sebesar 5,29% dari periode sebelumnya.

3.1.2.4 Periode Ketiga

Terjadi perubahan harga saham A, B, dan C. saham A dan B mengalami kenaikan sedangkan saham C mengalami penurunan

Tabel 3.4 Perhitungan Saham Periode Ketiga

Saham	Jumlah saham (unit)		Harga saham (Rp)		Nilai pasar (Rp)	
	Sebelum	Hari ini	Sebelum	Hari ini	Sebelum	Hari ini
A	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000	Rp 600	Rp 650	Rp 1.200.000.000	Rp 1.300.000.000
B	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000	Rp 900	Rp 950	Rp 2.700.000.000	Rp 2.850.000.000
C	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000	Rp 1.500	Rp 1.300	Rp 12.000.000.000	Rp 10.400.000.000
					Rp 15.100.000.000	Rp 14.550.000.000

Nilai dasar sebelumnya (q) = Rp 12.700.000.000

Nilai dasar baru = Rp 12.700.000.000

Nilai pasar sebelumnya = Rp 15.100.000.000

Indeks = $\left(\frac{Rp\ 14.550.000.000}{Rp\ 15.100.000.000}\right) \times 100 = 96,358$

Indeks mengalami kenaikan penurunan sebesar 28,84 poin atau turun sebesar 23,0035% dari periode sebelumnya. Dari beberapa contoh diatas dapat dilihat bahwa indeks harga saham mengalami kenaikan atau penurunan karena perubahan harga saham-saham yang tercatat di bursa tersebut. Dari beberapa contoh tersebut maka dapat ditarik kesimpulan bahwa besarnya kapitalisasi suatu saham atau bobit kapitalisasi sangat berpengaruh terhadap pergerakan indeks. Sebagai contoh, saham A dan B mengalami kenaikan, tetapi indeks gabungan mengalami penurunan karna adanya penurunan saham C (yang memiliki kapitalis terbesar).

3.1.2.5 Periode Keempat

Tidak terjadi perubahan saham, tetapi terjadi perubahan jumlah saham yang tercatat karena adanya saham baru yang tercatat hasil dari penawaran umu, yaitu sahamDsebanyak 2.800.000.000 saham.

Tabel 3.5 Perhitungan Saham Periode Keempat

Saham	Jumlah saham (unit)		Harga saham (Rp)		Nilai pasar (Rp)	
	Sebelum	Hari ini	Sebelum	Hari ini	Sebelum	Hari ini
A	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000	Rp 600	Rp 650	Rp 1.300.000.000	Rp 1.300.000.000
B	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000	Rp 900	Rp 950	Rp 2.850.000.000	Rp 2.850.000.000
C	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000	Rp 1.500	Rp 1.300	Rp 10.400.000.000	Rp 10.400.000.000
D		Rp 4.000.000		Rp 700		Rp 2.800.000.000
					Rp 14.550.000.000	Rp 17.350.000.000

Nilai dasar sebelumnya (m) = Rp 12.700.000.000

Nilai penyesuaian indeks (n) = Rp 4.000.000 × Rp 700 = Rp 2.800.000.000

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai dasar baru} &= \left(\frac{m + n}{m} \right) \times q \\
 &= \left(\frac{(\text{Rp } 12.700.000.000 + \text{Rp } 2.800.000.000)}{\text{Rp } 12.700.000.000} \right) \\
 &\quad \times \text{Rp } 12.700.000.000 \\
 &= \text{Rp } 15.500.000.000
 \end{aligned}$$

Nilai pasar sebelumnya = Rp 14.550.000.000

Nilai pasar baru = Rp 17.350.000.000

$$\text{Indeks} = \left(\frac{\text{Rp } 17.350.000.000}{\text{Rp } 14.550.000.000} \right) \times 100 = 119,24$$

Berdasarkan perhitungan periode keempat didapatkan informasi bahwa walaupun tidak terjadi perubahan harga saham, tetapi perubahan jumlah saham tercatat juga menyebabkan perubahan indeks harga saham gabungan. Indeks mengalami kenaikan sebanyak 15,577 poin atau naik sebesar 16,166% dari indeks

sebelumnya. Dengan adanya indeks, maka investor dapat mengetahui tren pergerakan harga saham saat ini; apakah sedang naik, stabil, atau turun. Misalnya, jika pada awal bulan nilai indeks 300 dan pada akhir bulan menjadi 360, maka investor dapat mengatakan bahwa secara rata-rata harga saham mengalami peningkatan sebesar 20%. Pergerakan indeks menjadi indikator penting bagi para investor untuk menentukan apakah mereka akan menjual, menahan, atau membeli suatu atau beberapa saham. Harga-harga saham bergerak dalam hitungan detik dan menit, nilai indeks bergerak turun naik dalam hitungan atau waktu yang cepat pula. Indeks yang sering didengar atau disaksikan di pemberitaan televisi adalah indeks adalah indeks pada saat pasar di bursa ditutup. Mengacu pada contoh di BEI, angka indeks yang dipakai pada suatu hari adalah indeks sewaktu ditutup pada pukul 16:00 WIB. Misalnya indeks berada pada level 3.417,234, nilai tersebutlah yang kemudian disebarakan melalui media massa baik radio, televisi, maupun yang tercatat di koran pada esok harinya. Artinya, jika pagi hari ini investor ingin melihat angka indeks di Koran seniai 3.417,234 indeks tersebut merupakan indeks penutupan kemarin sore (Darmadji dan Fakhruddin, 2011).

3.2 Nilai Tukar Mata Uang (KURS)

Nilai tukar mata uang adalah suatu harga untuk membandingkan nilai tukar mata uang suatu Negara pada Negara lain. Nilai tukar suatu Negara juga sebagai tolak ukur perekonomian suatu Negara. Ketika nilai tukar suatu Negara tinggi maka dapat dikatakan bahwa perekonomian di Negara tersebut baik dan sebaliknya jika nilai tukar suatu Negara rendah maka dapat dikatakan perekonomian Negara tersebut rendah. Nilai tukar dapat ditentukan dari banyaknya permintaan dan penawaran di asar atas mata uang tersebut (Sedyaningrum, 2016).

3.3 Tingkat Suku Bunga

Suku bunga (*interest rate*) adalah biaya meminjam atau harga yang harus dibayar untuk menyewa dana (biasanya dinyatakan dalam presentase pinjaman per \$100 pertahun). Banyak jenis suku bunga ditemukan dalam perekonomian, seperti

suku bunga kredit rumah, kredit mobil, dan suku bunga untuk berbagai jenis obligasi. Suku bunga sangat penting karena beberapa alasan. Misal, ketika suku bunga tinggi mungkin membuat sebagian orang menunda untuk memiliki rumah atau mobil karena biaya pinjam yang tinggi. Sebaliknya, suku bunga tinggi akan mendorong seseorang untuk menabung karena dapat menerima pendapatan bunga dengan menyisihkan sebagian gaji dalam bentuk tabungan. Suku bunga memiliki dampak kesehatan perekonomian karena tidak hanya mempengaruhi konsumen dalam menabung atau berbelanja, namun juga keputusan investasi dari para pengusaha (Mishkin, 2017).

Menurut Diulio (1990) perhitungan bunga dalam setahun r dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$r = \frac{100 - P}{P \left(\frac{365}{d} \right)} \quad (3.2)$$

Di mana :

P : harga yang dibayarkan bagi piranti pasar uang.

d : jumlah hari sampai jatuh tempo.

3.4 Inflasi

Inflasi merupakan suatu kejadian yang menggambarkan situasi dan kondisi di mana harga barang mengalami kenaikan dan nilai mata uang mengalami pelemahan, dan jika ini terjadi secara terus-menerus maka akan mengakibatkan pada memburuknya kondisi ekonomi secara menyeluruh serta mampu mengguncang tatanan stabilitas politik suatu Negara.

Berdasarkan definisi di atas dapat dipahami bahwa inflasi merupakan yang membahayakan bagi perekonomian mampu menimbulkan efek yang sangat sulit untuk diatasi yang berakhir pada keadaan bisa menumbangkan pemerintahan yang berkuasa, contoh ini dapat dilihat pada apa yang terjafi pada era pemerintahan Soekarno di mana pernah mengalami keadaan hiperinflasi.

3.4.1 Skala Penilaian Inflasi

Dari segi persepektif skala penilaian inflasi ada 4 (empat) kategori skala yang biasa dipakai, yaitu :

1. Inflasi ringan (*creeping inflation*). Kondisi inflasi seperti ini disebut dengan inflasi ringan karena skala inflasinya berada di bawah 10 persen. Kondisi yang ringan seperti ini dialami oleh Indonesia pada era sekarang yaitu pasca reformasi, dan Indonesia pernah mengalaminya pada masa orde baru.
2. Inflasi sedang (*moderate inflation*). Pada skala inflasi ini dianggap tidak efektif bagi kelangsungan hidup ekonomi suatu Negara karena dianggap mampu mengganggu dan bahkan mengancam pertumbuhan ekonomi. Skala penilaiannya yaitu 10 – 30 % pertahun.
3. Inflasi berat. Inflasi berat adaah di mana sector-sektor ekonomi sudah mulai mengalami kelumpuhan kecuali yang dikusai oleh Negara. Skala penilannya yaitu 30 – 100% pertahun.
4. Inflasi sangat berat (*hyperinflation*). Inflasi ini terjadi pada masa perang dunia ke-2 (1939 – 1945) di mana keperluan perang terpaksa harus mencetak uang secara berlebihan. Skala penilaian pada inflasi ini yaitu >100% pertahun.

3.4.2 Perhitungan Inflasi

Sebelum menghitung inflasi, terlebih dahulu menghitung Harga Indeks Konsumen (IHK) atau *Consumer Price Index (CPI)*. Menurut Joel G. Siegel dan Jae K. Shim *CPI* merupakan rasio dari biaya konsumen khusus dalam satu tahun terhadap biaya pos tersebut pada tahun dasar. *Consumer Price Index (CPI)* meliputi seluruh biaya dasar yang dibutuhkan oleh konsumen dalam aktivitasnya sehari-hari. Rumus menghitung CPI adalah :

$$CPI = \frac{CP}{BPP} \times 100 \quad (3.3)$$

Keterangan :

CPI : *Consumer Price Index* atau Indeks Harga Konsumen

CP : *Current Price* atau harga suatu jenis barang yang dilihat pada periode berlangsung atau berjalan

BPP : *Base-Period Price* atau harga dari suatu jenis barang yang dilihat pada periode dasar

Setelah menghitung *Consumer Price Index* selanjut dapat dilakukan untuk perhitungan inflasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$IR_x = \left(\frac{IHK_x}{IHK_{x-1}} \times 100 \right) - 100 \quad (3.4)$$

Keterangan :

IR_x : *Inflation Rate* atau tingkat inflasi tahun *x*

IHK_x : *IHK* (Indeks Harga Konsumen) tahun *x*

IHK_{x-1} : *IHK* (Indeks Harga Konsumen) sebelumnya

Atau dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$IR_x = \frac{CPI_x - CPI_{x-1}}{CPI_{x-1}} \times 100 \quad (3.5)$$

Keterangan :

IR_x : *Inflation Rate* atau tingkat inflasi tahun *x*

CPI_x : *Consumer Price Index* tahun *x*

CPI_{x-1} : *Consumer Price Index* tahun sebelumnya (Fahmi,2012).

3.5 Uji Normalitas

Analisis normalitas digunakan untuk mengetahui data yang digunakan berdistribusi normal. Metode pengujian data dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya uji grafik, Chi-Square, Kolmogorov Smirnov, Jarque Bera, dan lain sebagainya. Pengujian Jarque Bera merupakan metode pengujian kenormalan data. Metode Jarque Bera dinyatakan sebagai berikut;

$$JB = \frac{n}{6} \left(S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right) \quad (3.6)$$

Keterangan :

n = ukuran sampel

S^2 = skewness

K = kurtosis

$$S^2 = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^3}{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \right)^{3/2}} \quad (3.7)$$

Dan

$$K = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^4}{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \right)^{4/2}} \quad (3.8)$$

Dengan, $\bar{x} = \sum_{i=1}^N \frac{X_i}{n}$

Pengujian menggunakan metode Jarque-Bera dengan hipotesis sebagai berikut :

H_0 : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : sampel berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal

Uji Jarque-Bera mempunyai distribusi Chi-kuadrat dengan derajat bebas dua (χ_2^2). Jika hasil Jarque-Bera lebih besar dari distribusi Chi-kuadrat, maka H_0 ditolak yang berarti data tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal (Kasabarang, 2012).

3.6 *P-value*

Menurut (Saputra, 2016) *p-value* adalah sebagai besarnya peluang melakukan kesalahan pada saat memutuskan untuk menolak H_0 . Pada umumnya *p-value* dibandingkan dengan taraf nyata atau alpha (α) sebesar 5%. Alpha diartikan sebagai peluang melakukan kesalahan untuk menyimpulkan bahwa H_0 salah, padahal H_0 benar. Kesalahan semacam ini dikenal sebagai galat atau kesalahan tipe 1.

3.7 Analisis Deskriptif

Menurut Sugiyono (2015) statistika deskriptif adalah statistika yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran terhadap obyek penelitian yang telitimelalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Analisis statistika merupakan metode yang menggambarkan berdasarkan pemusatan dan penyebaran data. Gambaran umum dari analisis statistika deskriptif dapat menggunakan *plot*, grafik, histogram, dan lain sebagainya.

3.7.1 *Scatter Plot*

Scatter plot merupakan analisis statistika deskriptif dengan menampilkan gambaran umum data, menggunakan sumbu horizontal dan sumbu vertikal untuk memplotkan data. *Scatter plot* menunjukkan hubungan antara variabel X dan Y. variabel X biasanya menunjukkan bilangan tetap seperti hari, bulan, tahun, ukuran, dan lain sebagainya. Sedangkan variabel Y menunjukkan bilangan yang sifatnya dapat berubah-ubah seperti harga, nilai mata uang, biaya, dan lain-lain.

3.8 Analisis Korelasi

Analisis korelasi berusaha mengukur eratnya hubungan seperti antara dua peubah dengan menggunakan suatu bilangan yang disebut koefisien korelasi. Menurut Sembiring (1995) korelasi berkaitan erat dengan analisis regresi. Korelasi menentukan kelinearan dalam model regresi. Korelasi Analisis korelasi untuk sampel dan populasi memiliki rumus yang berbeda. Berikut rumus analisis

korelasi untuk sampel dan populasi, namun pada penelitian ini menggunakan korelasi untuk sampel. Berikut rumus korelasi untuk sampel :

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.9)$$

Keterangan :

x_i = data variabel prediktor pengamatan ke- i

\bar{x} = rata-rata data variabel prediktor

y_i = data variabel respon pada pengamatan ke- i

\bar{y} = rata-rata data variabel respon

Nilai dari analisis korelasi berkisar dari -1 sampai dengan +1. Menurut Walpole (1995) nilai korelasi +1 berarti memiliki hubungan linear sempurna antara dua peubah dengan arah yang positif, sedangkan nilai korelasi -1 memiliki hubungan sempurna antara dua peubah dengan arah yang negatif.

3.9 Regresi Linear Berganda

Jika variabel yang digunakan pada analisis regresi linear sederhana ada dua, yaitu satu variabel dependen dan satu variabel independen, maka jumlah variabel yang digunakan pada analisis regresi berganda lebih dari dua, yaitu satu variabel dependen dan selebihnya adalah variabel dependen.

3.9.1 Model Regresi Linear Berganda

Secara umum model regresi berganda yang variabel dependennya (Y) yang merupakan fungsi linear dari p variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_p), dapat ditulis :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon \quad (3.10)$$

Dimana :

Y : variabel dependen

X_k : variabel independen ($k = 1, 2, 3, \dots, p$)

β_0 : *intercept*

β_p : koefisien regresi pada variabel X_p ($k = 1, 2, 3, \dots, p$)

ε : variabel residual

Jika dipunyai sampel random berukuran n , yaitu $(Y_i, X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{pi})$ dimana $i = 1, 2, \dots, n$ dari sebuah populasi, maka model regresinya dapat ditulis :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + \varepsilon_i \quad (3.11)$$

Seperti halnya analisis regresi linear sederhana, untuk mendapatkan model yang baik, yang mana model dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya, dalam analisis regresi berganda pun perlu diperhatikan 5 (lima) asumsi regresi linear. Karena analisis regresi melibatkan lebih dari satu variabel dependen, maka perlu asumsi tambahan berkaitan dengan hubungan antar variabel dependen, yaitu tidak ada hubungan linear di antara variabel-variabel independen dalam model regresi (*orthogonal*).

3.9.2 Estimasi Parameter Model Regresi Linear Berganda

Jika dipunyai sampel random berukuran n , yaitu $(Y_i, X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{pi})$ di mana $i = 1, 2, \dots, n$ dari sebuah populasi, maka model regresinya dapat ditulis :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + U_i \quad (3.12)$$

$$U_i = Y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_p X_{pi}) \quad (3.13)$$

Sama dengan analisis regresi sederhana untuk mengestimasi parameter-parameter dalam model regresi berganda di atas dapat menggunakan metode kuadrat terkesil (MKT) yaitu meminimumkan jumlah kuadtra residual $(\sum_{i=1}^n U_i^2)$.

$$\sum_{i=1}^n U_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i} - \cdots - \hat{\beta}_p X_{pi})^2 \quad (3.10)$$

Penaksir-penaksir kuadrat terkecil $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ diperoleh dengan menghitung turunan pertama secara parsial dari $\sum_{i=1}^n U_i^2$ terhadap β_k ($k = 1, 2, 3, \dots, p$), kemudian disamakan dengan nol.

Sehingga didapat :

$$\sum_{i=1}^n Y_i = n\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{1i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{2i} + \hat{\beta}_p \sum_{i=1}^n X_{pi} \quad (3.14)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{1i} Y_i = \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n X_{1i} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{1i}^2 + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{1i} X_{2i} + \cdots + \hat{\beta}_p \sum_{i=1}^n X_{1i} X_{pi} \quad (3.15)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{2i} Y_i = \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n X_{2i} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{2i} X_{1i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{2i}^2 + \cdots + \hat{\beta}_p \sum_{i=1}^n X_{2i} X_{pi} \quad (3.13)$$

...

$$\sum_{i=1}^n X_{pi} Y_i = \sum_{i=1}^n X_{pi} + \sum_{i=1}^n X_{ki} X_{1i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{ki} X_{2i} + \cdots + \hat{\beta}_p \sum_{i=1}^n X_{pi}^2 \quad (3.16)$$

Dari persamaan-persamaan normal di atas dapat dihitung harga koefisien regresi (β_k). Namun apabila perhitungannya menggunakan aljabar biasa, maka prosesnya akan sangat rumit dan panjang, terutama untuk model regresi yang melibatkan banyak variabel.

Apabila harga $\hat{\beta}_k$ ($k = 1, 2, 3, \dots, p$) telah diperoleh, maka model regresi hasil estimasinya adalah :

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \cdots + \hat{\beta}_p X_{pi} \quad (3.17)$$

Untuk memudahkan pemahaman, dapat diilustrasikan berikut. Misalkan diketahui data yang terdiri atas 3 (tiga) variabel, yaitu variabel independen dan 2

(dua) variabel dependen dengan $Y = f(X_1, X_2)$ dan hubungan fungsional f adalah linear, maka model regresi berganda untuk 3 (tiga) variabel tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$Y_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + U_i \quad \text{di mana } U_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (3.18)$$

Nilai-nilai β_0 , β_1 , dan β_2 dapat ditaksir dengan metode kuadrat terkecil (MKT). Dari persamaan (3.18) diperoleh fungsi kuadrat dari residual :

$$\sum_{i=1}^n U_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i})^2 \quad (3.19)$$

Dengan menghitung turunan pertama $\sum_{i=1}^n U_i^2$ terhadap β_0 , β_1 , dan β_2 kemudian disamakan dengan nol.

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n U_i^2}{\partial \hat{\beta}_0} = -2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i}) = 0 \quad (3.20)$$

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n U_i^2}{\partial \hat{\beta}_1} = -2 \sum_{i=1}^n X_{1i} (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i}) = 0 \quad (3.21)$$

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n U_i^2}{\partial \hat{\beta}_2} = -2 \sum_{i=1}^n X_{2i} (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i}) = 0 \quad (3.22)$$

Sehingga diperoleh 3 (tiga) persamaan normal sebagai berikut :

$$\sum_{i=1}^n Y_i = n\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{1i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{2i} \quad (3.23)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{1i} Y_i = \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n X_{1i} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{1i}^2 + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{1i} X_{2i} \quad (3.24)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{2i}Y_i = \hat{\beta}_0 + \sum_{i=1}^n X_{2i} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{1i}X_{2i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{2i}^2 \quad (3.25)$$

Penyelesaian untuk β_0 , β_1 , dan β_2 dapat diperoleh dari 3 (tiga) persamaan normal di atas, baik menggunakan metode substitusi, eliminasi, maupun Cramer. Dengan menggunakan metode substitusi, dari persamaan (3.23) diperoleh:

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1\bar{X}_1 - \hat{\beta}_2\bar{X}_2 \quad (3.26)$$

Substitusikan $\hat{\beta}_0$ ke persamaan (3.24) dan (3.25), diperoleh :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n X_{1i}Y_i &= (\bar{Y} - \hat{\beta}_1\bar{X}_1 - \hat{\beta}_2\bar{X}_2) \sum_{i=1}^n X_{1i} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{1i}^2 \\ &\quad + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{1i}X_{2i} \end{aligned} \quad (3.27)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n X_{2i}Y_i &= (\bar{Y} - \hat{\beta}_1\bar{X}_1 - \hat{\beta}_2\bar{X}_2) \\ &\quad + \sum_{i=1}^n X_{2i} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{1i}X_{2i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{2i}^2 \end{aligned} \quad (3.28)$$

Atau

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n X_{1i}Y_i - \bar{Y} \sum_{i=1}^n X_{1i} &= \hat{\beta}_1 \left(\sum_{i=1}^n X_{1i}^2 - \bar{X}_1 \sum_{i=1}^n X_{1i} \right) \\ &\quad + \hat{\beta}_2 \left(\sum_{i=1}^n X_{1i}X_{2i} - \bar{X}_2 \sum_{i=1}^n X_{1i} \right) \end{aligned} \quad (3.29)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n X_{2i}Y_i - \bar{Y} \sum_{i=1}^n X_{2i} &= \hat{\beta}_1 \left(\sum_{i=1}^n X_{1i}X_{2i} - \bar{X}_1 \sum_{i=1}^n X_{2i} \right) \\ &\quad + \hat{\beta}_2 \left(\sum_{i=1}^n X_{2i}^2 - \bar{X}_2 \sum_{i=1}^n X_{2i} \right) \end{aligned} \quad (3.30)$$

Untuk memudahkan penulisan, dengan memisalkan :

$$\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \bar{Y} \sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n ((X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})) = \sum_{i=1}^n X_i Y_i \quad (3.31)$$

$$\sum_{i=1}^n X_i^2 - \bar{X} \sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \quad (3.32)$$

Maka diperoleh persamaan normal dalam bentuk deviasi :

$$\sum_{i=1}^n x_{1i} y_i = \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} \quad (3.33)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{2i} y_i = \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 \quad (3.34)$$

Dari persamaan (3.33) dan (3.34) di atas diperoleh $\hat{\beta}_1$ dan $\hat{\beta}_2$:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{1i} y_i \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 - \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} \sum_{i=1}^n x_{2i} y_i}{\sum_{i=1}^n x_{1i}^2 \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 - (\sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i})^2} \quad (3.35)$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{2i} y_i \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 - \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} \sum_{i=1}^n x_{1i} y_i}{\sum_{i=1}^n x_{1i}^2 \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 - (\sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i})^2} \quad (3.36)$$

Dapat ditunjukkan bahwa β_0 , β_1 , dan β_2 memiliki sifat *BLUE* (*Best Linear Unbiased Estimator*). Seperti halnya pada analisis regresi linear sederhana, estimasi parameter β_0 , β_1 , dan β_2 dapat pula dilakukan dengan Metode Maksimum *Likelihood* (MML). Selain β_0 , β_1 , dan β_2 dengan MML dapat juga diperoleh estimasi dari σ^2 , yaitu :

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (U_i)^2 \quad (3.37)$$

Namun persamaan (3.37) bukanlah taksiran tidak bias untuk σ^2 , dapat ditunjukkan bahwa estimator tidak bias untuk σ^2 adalah :

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{(n-3)} \sum_{i=1}^n (U_i)^2 \quad (3.38)$$

3.9.3 Pengujian (*Diagnostic Checking*)

Untuk keperluan pengujian kelayakan model analisis pada analisis regresi berganda diperlukan inferensi-inferensi statistic yang pada dasarnya sama dengan inferensi pada analisis regresi linear sederhana. Perbedaannya terletak pada jumlah parameter yang digunakan sebagai akibat dari bertambahnya jumlah variabel independen yang digunakan.

3.9.3.1 Uji Hipotesisi Keseluruhan Koefisien Regresi Secara Bersama-sama

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah variabel independen secara bersama-sama mempengaruhi model regresi atau tidak. Proses pengujian dapat dilakukan dengan pendekatan analisis variansi.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k \neq 0 \quad (k = 0, 1, 2, \dots, p)$$

Statistik uji :

$$F^* = \frac{JKR/p}{JKS/(n-p-1)} \quad (3.39)$$

Di mana : $JKR = JKT - JKS$

Dengan :

$$JKT = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 \quad (3.40)$$

$$JKS = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n Y_i - \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{1i} Y_i - \dots - \hat{\beta}_p \sum_{i=1}^n X_{pi} Y_i \quad (3.41)$$

JKR dan JKT juga dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$JKT = \sum_{i=1}^n y_i^2 \quad (3.42)$$

$$JKR = \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}y_i + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{2i}y_i + \cdots + \hat{\beta}_p \sum_{i=1}^n x_{pi}y_i \quad (3.43)$$

Di mana :

$$x_i = (X_i - \bar{X}) \text{ dan } y_i = (Y_i - \bar{Y})$$

Pada tingkat kepercayaan $(1 - \varphi)^*100\%$, H_0 ditolak jika $F^* > F(p; (n - p - 1); \varphi)$ (baca : nilai : F tabel).

Hipotesis pengujian yang digunakan adalah:

H_0 : Model signifikan (terdapat pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen)

H_1 : Model tidak signifikan (tidak terdapat pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen)

Keputusan untuk menarik kesimpulan dapat menggunakan pedoman sebagai berikut:

1. Jika $F^* > F_{tabel}$, maka tolak H_0
2. Jika $F^* \leq F_{tabel}$, maka gagal tolak H_0

(Supranto, 1983).

3.9.3.2 Uji Hipotesis Parsial untuk Setiap Koefisien Regresi

$$H_0 : \beta_k = 0 \quad (k = 0, 1, 2, \dots, p)$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0 \quad (k = 0, 1, 2, \dots, p)$$

Statistik uji :

$$F^* = \frac{\text{Tambahan JKR karena } X_i/1}{JKS/(n - 1)} \quad (3.44)$$

Pada tingkat kepercayaan $(1 - \varphi)^*100\%$, H_0 ditolak jika $F^* >$

$F(p; (n - p - 1); \varphi)$ (baca: nilai F-tabel).

Misalkan dipunyai 2 variabel independen X_1 dan X_2 , maka statistic uji hipotesis parsial untuk $H_0 : \beta_2 = \mathbf{0}$ vs $H_1 : \beta_2 \neq \mathbf{0}$ dapat digunakan rumus :

$$F^* = \frac{[(r_{X_1 X_2 Y}^2 - r_{Y X_1}^2)JKT]/1}{JKS/(n - 3)} \quad (3.45)$$

Di mana :

$r_{X_1 X_2 Y}^2$: koefisien determinasi ganda

$r_{Y X_1}^2$: koefisien korelasi antara Y dan X_1

Sedangkan statistic uji parsial untuk $H_0 : \beta_1 = \mathbf{0}$ vs $H_1 : \beta_1 \neq \mathbf{0}$ dapat digunakan rumus :

$$F^* = \frac{[(r_{X_1 X_2 Y}^2 - r_{Y X_2}^2)JKT]/1}{JKS/(n - 3)} \quad (3.46)$$

Pada tingkat kepercayaan $(1 - \varphi) * 100\%$, H_0 ditolak jika $F^* > F(1; (n - 3); \varphi)$. Untuk uji hipotesis awtiap koefisien regresi dapat juga dilakukan uji t (Quadratullah, 2013).

3.10 Uji Asumsi Klasik

Model regresi linear berganda dibangun atas beberapa asumsi klasik yang diperlukan untuk mendapatkan estimator *OLS* yang bersifat *Best Linear Unbiased Esitimator (BLUE)*. Berikut adalah beberapa tentang uji asumsi klasik dari model regresi.

3.10.1 Uji Normalitas Galat

Uji normalitas residual memiliki tujuan untuk mengetahui apakah residual dari model regresi berdistribusi normal atau tidak. Untuk pengujian dapat menggunakan hipotesis berikut.

H_0 : residual berdistribusi normal

H_1 : residual tidak berdistribusi normal

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk menguji normalitas terhadap residual salah satunya adalah uji Jarque-Bera. Menurut (Rosadi, 2010) uji Jarque Bera merupakan metode uji normalitas terhadap data yang terkenal dikalangan ahli ekonometrika. Perhitungan untuk pengujian uji normalitas residual dapat digunakan pada persamaan (3.6), (3.7), dan (3.8).

3.10.2 Uji Autokorelasi dari Galat

Dalam asumsi OLS klasik, residual bersifat independen satu dengan yang lain. Uji asumsi autokorelasi dari galat dapat menggunakan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : tidak terdapat korelasi antar residual observasi

H_1 : terdapat korelasi antar residual observasi

Pengujian atukorelasi galat dapat dilakukan dengan beberapa metode pengujian salah satunya Uji Durbin Watson (DW). Statistik uji dengan menggunakan metode DW dapat menggunakan persamaan berikut.

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \quad (3.47)$$

Keterangan

d : Durbin Watson

ε : residual atau galat atau *error* (Novia, 2012).

3.10.3 Uji Heteroskedastisitas Galat

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis apakah variansi galat tetap/konstan (homokedastisitas) atau berubah-ubah (heteroskedastisitas). Deteksi adanya heteroskedastisitas dapat dilakukan secara grafis dengan melihat apakah

pola *non* acak dari plot residual atau plot residual kuadratis terhadap suatu variabel independen atau terhadap nilai tersesuai (*fitted*) variabel dependen (dengan model yang telah diestimasi). Secara formal, deteksi juga dapat dilakukan dengan uji hipotesis sebagai berikut.

H_0 : asumsi homoskedastisitas terpenuhi

H_1 : asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi

Metode pengujian heterokedastisitas yang banyak digunakan yaitu uji Breush-Pagan. Uji Breush-Pagan dilakukan dengan menghitung nilai statistik $BP = \sum_{i=1}^n \frac{\hat{y}_i^2}{2}$ dari regresi semu (*auxiliary*) antara residual kuadrat terstandarisasi ($p_i = \frac{\hat{\varepsilon}_i^2}{\hat{\sigma}^2}$), di mana $\hat{\sigma}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{\hat{\varepsilon}_i^2}{n}$ terhadap variabel-variabel independen. Di bawah hipotesis null dan asumsi normalitas dari residual diketahui bahwa statistic BP akan berdistribusi χ^2 dengan derajat bebas $k =$ banyaknya variabel independen dalam persamaan regresi semu, tidak termasuk konstanta (Rosadi, 2010).

3.10.4 Uji Multikolinearitas

Pada model regresi diasumsikan tidak memuat hubungan dependensi linear antar variabel independen. Jika terjadi korelasi yang kuat diantara variabel independen, masalah multikolinearitas akan muncul. Jika terjadi kolinearitas, hasil estimasi dari koefisien menjadi tidak valid. Uji multikolinearitas ini secara singkat dapat dinyatakan dengan hipotesis berikut.

H_0 : asumsi homoskedastisitas terpenuhi

H_1 : asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi

Salah satu ukuran yang paling populer untuk melihat adanya multikolinearitas antarvariabel independen adalah *Variance Inflation Factor (VIF)* atau *tolerance/TOL (1/VIF)*. Regresi yang bebas multikolinearitas memiliki *VIF* disekitar satu atau *TOL* mendekati satu. Untuk suatu variabel independen, nilai

$VIF > 10$ berarti terjadi kolinearitas yang kuat antar variabel independen (Rosadi, 2010).

$$VIF = \frac{1}{1 - R_i^2} \quad (3.48)$$

Di mana :

R_i^2 : Nilai koefisien determinasi dari hasil regresi antar variabel independen X_i dengan variabel independen lainnya ($i = 1, 2, \dots, k$).

3.11 Distribusi Bersyarat

Menurut Walpole (1995) definisi distribusi bersyarat untuk variabel random diskrit Y , untuk $X = x$ yaitu sebagai berikut;

$$f(y|x) = \frac{f(x, y)}{f(x)}, f(x) > 0 \quad (3.49)$$

Sedangkan variabel random diskrit untuk $X, Y = y$ dapat diberikan rumus yaitu;

$$f(y|x) = \frac{f(x, y)}{f(y)}, f(x) > 0 \quad (3.50)$$

3.12 Statistika Nonparametrik

Statistika nonparametrik merupakan metode analisis yang sedikit memerlukan asumsi dibandingkan dengan statistika parametrik. Statistika nonparametrik banyak dikenal pula sebagai metode analisis yang *distribution-free*, yaitu metode statistika yang bebas dari berbagai asumsi mengenai keadaan distribusi datanya. Pada analisis statistika non parametrik memiliki metode pengujian yang hampir sama dengan metode pengujian pada statistika parametrik. Sebagai contoh pada analisis statistika untuk menemukan hubungan antara dua variabel (variabel dependen dan variabel independen) atau lebih dapat menggunakan metode analisis regresi, namun pada analisis statistika non parametrik juga dapat menggunakan metode analisis regresi seperti regresi kernel, regresi spline, dan lain sebagainya.

3.13 Regresi Kernel

Regresi kernel merupakan metode untuk memperkirakan ekspektasi bersyarat dari variabel acak dengan menggunakan fungsi kernel. Metode alternatif dalam pendekatan regresi nonparametrik ini menggunakan pemulus kernel, yang menggunakan rata-rata terbobot dari data. Model regresi kernel untuk 1 (satu) variabel independen adalah sebagai berikut.

$$Y_i = m(x_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots \quad (3.51)$$

Keterangan :

Y_i = variabel dependen

$m(x_i)$ = kurva regresi

ε_i = variabel galat

Tujuan dari regresi kernel sendiri yaitu untuk menemukan hubungan *non* linear antara sepasang variabel acak X dan Y . harapan bersyarat dari variabel Y relatif terhadap X dapat ditulis $E(Y|X) = m(X)$ atau $E(Y|X) = x = \int y \frac{f(x,y)}{f(x)} dy$. Dimana m adalah fungsi tidak diketahui, untuk mendapatkan dan menggunakan bobot yang sesuai. Dalam regresi kernel terdapat berbagai estimator yang dapat digunakan antara lain estimator Polinomial Lokal, estimator Priestly Chao, estimator Gasser Muller, dan Nadaraya-Watson.

3.13.1 Estimasi Kernel

Regresi nonparametrik dalam statistika digunakan untuk memperkirakan nilai harapan bersyarat dari variabel acak, yang bertujuan untuk menemukan hubungan non linear antara sepasang variabel acak y dan x untuk mendapatkan dan menggunakan bobot yang sesuai. Dalam setiap regresi nonparametrik, nilai harapan bersyarat dari variabel relatif terhadap variabel y relatif terhadap variabel x dapat ditulis $E(y|x) = m(x)$, dimana m adalah fungsi yang tidak diketahui. Untuk mengestimasi m dapat menggunakan kernel sebagai fungsi pembobotan. Diberikan n sampel sifat dari suatu variabel acak adalah fungsi densitas f dari variabel acak tersebut. Berdasarkan sampel acak ini akan diestimasi fungsi densitas f yang tidak diketahui dengan pendekatan kernel. Kernel k didefinisikan

(Hardle,1990:243)

$$K_h(x) = \frac{1}{h} K\left(\frac{x}{h}\right) \quad (3.52)$$

Dengan K adalah fungsi kernel dan h adalah bandwidth. Penghalusan dengan pendekatan kernel sebagai penghalus kernel (kernel *smoother*) sangat bergantung pada fungsi kernel dan bandwidth (Laome,2010:340). Estimator kernel diperkenalkan oleh Rosenblatt dan parzen sehingga disebut estimator densitas kernel Rosenblatt-Parzen (Hardle,1990). Menurut Eubank (1988) estimator kernel merupakan estimator linier yang sama dengan estimator lainnya, perbedaan hanya karena metode kernel lebih khusus dalam penggunaan metode *bandwidth*.

Beberapa kelebihan estimator kernel adalah fleksibel bentuk matematisnya mudah dan dapat mencapai tingkat kekonvergenan yang relatif cepat. Menurut Halim dan Bisono (2006) estimator kernel dibagi menjadi tiga macam yaitu Nadaraya Watson, Priestly-Chao *Estimate*, dan Gasser-Muler *Estimate*.

3.14 Estimator Nadaraya Watson

Terdapat sampel random data bivariat $(X_1, Y_1), \dots, (X_n, Y_n)$. Apabila data berasal dari peubah fungsi kepadatan peluang gabungan $f(x, y)$ dan model regresi adalah :

$$Y_i = m(x_i) + e_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.53)$$

Dimana $m(x)$ belum diketahui, dan $E(e_i) = 0$, $V(e_i) = \sigma_e^2$, $cov(e_i, e_j) = 0$ untuk $i \neq j$.

Penurunan dari estimator yang diekspresikan dalam bentuk $m(x)$ dari kepadatan peluang gabungan $f(x, y)$ sebagai berikut :

$$m(x) = E(Y|X = x) = \int yf(y|x)dy = \frac{\int yf(x, y)dy}{\int f(x, y)dy} \quad (3.54)$$

Penggunaan estimator kernel untuk mengestimasi numerator (pembilang) dan deminator (penyebut) secara terpisah dilakukan pertama kali untuk fungsi kepadatan peluang gabungan $f(x, y)$, sehingga diperoleh :

$$f(x, y) = \frac{1}{nh_x h_y} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h_x}\right) \left(\frac{y - y_i}{h_y}\right) \quad (3.55)$$

Oleh karena itu dapat diketahui :

$$\int y f(x, y) dy = \frac{1}{nh_x h_y} \int y \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h_x}\right) K\left(\frac{y - y_i}{h_y}\right) dy \quad (3.56)$$

Dan

$$\int y K\left(\frac{y - y_i}{h_y}\right) dy = y_i \quad (3.57)$$

Sehingga dapat dituliskan bahwa

$$\int y f(x, y) dy = \frac{1}{nh_x h_y} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h_x}\right) y_i \quad (3.58)$$

Persamaan (3.56) merupakan hasil estimasi dari numerator (pembilang), sedangkan untuk denominator dipunyai :

$$\begin{aligned} \int f(x, y) dy &= \int \frac{1}{nh_x h_y} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h_x}\right) K\left(\frac{y - y_i}{h_y}\right) dy \\ &= \int K\left(\frac{y - y_i}{h_y}\right) dy = 1 \end{aligned} \quad (3.59)$$

K merupakan bentuk fungsi sebagai sebuah kernel K , dimana kernel adalah sebuah fungsi kontinu yang diintegrasikan sama dengan 1.

$$\int K(u) du = 1 \quad (3.60)$$

Maka

$$\int f(x, y) dy = \frac{1}{nh_x h_y} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h_x}\right) y_i = f(x) \quad (3.61)$$

Oleh karena itu, estimasi Nadaraya Watson untuk $m(x)$ yang belum diketahui nilainya dari fungsi regresi adalah :

$$m(x) = \frac{\frac{1}{nh_x h_y} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h_x}\right) y_i}{\frac{1}{nh_x h_y} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h_x}\right)} \quad (3.62)$$

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

Dimana

$$W_i(x) = \frac{K\left(\frac{x - X_i}{h_x}\right)}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h_x}\right)} \quad (3.63)$$

Dan $h = h_x$, sehingga maka dapat dituliskan

$$W_i(x) = \frac{K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)} = 1 \quad (3.64)$$

Maka

$$m(x) = \sum_{i=1}^n W_i(x) y_i = \sum_{i=1}^n y_i \quad (3.65)$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa Nadaraya Watson merupakan rata-rata dari (y_i) .

3.15 Komponen Estimator Kernel

Menurut Parzen (1962) dalam buku jurnal JS Racine (2008) menunjukkan bahwa untuk pemilihan kernel yang dapat mengurani ketidakbiasan dari prediksi $f(x)$ maka perlu mengabaikan ketidaknegatifan dari $K(u)$. Salah satu kelemahan menggunakan kernel “high order” dalam konteks densitas adalah bahwa perkiraan kepadatan negative yang dapat ditemukan dengan jelas merupakan efek samping yang tidak signifikan. Kernel “high order” kadang-kadang ditemukan dalam permasalahan multivariate untuk memastikan ingkat konvergensi untuk menetapkan distribusi limit.

Kriteria *Mean Square Error (MSE)* digunakan untuk menilai komponen metode kernel, kemudian diturunkan nilai bias dan variansi dari prediksi $f(x)$. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$MSE(\hat{f}(x)) = E(\hat{f}(x) - f(x))^2 \quad (3.66)$$

$$\begin{aligned} &= (E\hat{f}(x) - f(x))^2 + E(\hat{f}(x) - E\hat{f}(x))^2 \\ &= \text{bias}^2(\hat{f}(x)) + \text{var}(\hat{f}(x)) \end{aligned}$$

$$MISE(\hat{f}(x)) = E \int_{-\infty}^{\infty} (\hat{f}(x) - f(x))^2 dx \quad (3.67)$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} MISE(\hat{f}(x)) dx$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \text{bias}^2(\hat{f}(x)) dx$$

$$+ \int_{-\infty}^{\infty} \text{var}(\hat{f}(x)) dx$$

a. Bias

$$E(\hat{f}(x)) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} EK\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (3.68)$$

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \int_{-\infty}^{\infty} K\left(\frac{x-t}{h}\right) f(t) dt$$

$$= \frac{1}{n} \int_{-\infty}^{\infty} K\left(\frac{x-t}{h}\right) f(t) dt$$

Dengan $z = \frac{x-t}{h}$ dimana $t = x - hz$, $\left|\frac{dz}{dt}\right| = \frac{1}{h}$

Sehingga, $E(\hat{f}(x)) = \int_{-\infty}^{\infty} K(z)f(x - hz)dz$

Penjabaran $f(x - hz)$ dengan menggunakan deret Taylor

$$f(x - hz) = f(x) - h'z'f'(x) + \frac{1}{2}(hz)^2f''(x) + o(h^2) \quad (3.69)$$

Sehingga

$$E(\hat{f}(x)) = \int_{-\infty}^{\infty} K(z)f(x)dz - \int_{-\infty}^{\infty} K(z)hzf'(x)dz + \quad (3.70)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} K(z)\frac{(hz)^2}{2}f''(z)dz + o(h^2)$$

$$= f(x) \int_{-\infty}^{\infty} K(z)dz - hf'(x) \int_{-\infty}^{\infty} K(z)zdz +$$

$$\frac{h^2}{2}f''(x) \int_{-\infty}^{\infty} z^2K(z)dz + o(h^2)$$

$$= f(x) + \frac{h^2}{2} K_2 f''(x) + O(h^2)$$

Diperoleh bias $\hat{f}(x)$

$$E(\hat{f}(x)) - f(x) = \frac{h^2}{2} K_2 f''(x) \quad (3.71)$$

$$\text{bias}(\hat{f}(x)) \approx \frac{h^2}{2} K_2 f''(x) \quad (3.72)$$

Persamaan diatas, tergantung dari h karena bias $\hat{f}(x)$ mendekati nol maka semakin kecil K_2 yang berupa varians kernel dan tergantung $f''(x)$ lakukan kepadatan titik x .

b. Varians $\hat{f}(x)$

$$\begin{aligned} \text{Var}(\hat{f}(x)) &= \text{Var}\left(\frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)\right) \\ &= \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n \text{Var}\left(K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)\right) \end{aligned} \quad (3.73)$$

Karena $x_i = 1, 2, 3, \dots, n$ berdistribusi bebas dan karena

$$\begin{aligned} \text{Var}\left(K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)\right) &= E\left(K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)^2\right) - \left(EK\left(\frac{x-x_i}{h}\right)\right)^2 \\ &= \int K\left(\frac{x-t}{h}\right) f(t) dt - \left(\int K\left(\frac{x-t}{h}\right) f(t) dt\right)^2 \end{aligned} \quad (3.74)$$

Maka

$$\begin{aligned} \text{Var}(\hat{f}(x)) &= \frac{1}{n} \int \frac{1}{h^2} K\left(\frac{x-t}{h}\right)^2 f(t) dt - \frac{1}{n} \left(\int K\left(\frac{x-t}{h}\right) f(t) dt\right)^2 \\ &= \frac{1}{n} \int \frac{1}{h^2} K\left(\frac{x-t}{h}\right)^2 f(t) dt - \frac{1}{n} \left(f(x) + \text{Bias}(\hat{f}(x))\right)^2 \end{aligned} \quad (3.75)$$

Sehingga diperoleh :

$$\text{Var}(\hat{f}(x)) = \frac{1}{nh} \int K(z^2) f(x - hz) dz - \frac{1}{n} (f(x) + o(h^2))^2 \quad (3.76)$$

3.16 Fungsi Kernel

Menurut (Nuzulul Maysyaroh, 2015) diasumsika sampel yang digunakan adalah independen. \hat{f} merupakan probabilitas densitas dan \hat{f} akan mewarisis semua komponen milik kernel k untuk setiap x , $\hat{f}(x)$ dapat dianggap sebagai variabel random, karena setiap x bergantung pada observasi pengamatan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, merupakan pengamatan yang berdistribusi kotinu yang unvarian dengan probabilitas fungsi densitas f yang diasumsikan. \hat{f} adalah pengestimasi untuk kernel dengan kernel k dan *bandwidth*. Estimasi \hat{f} bergantung pada data, kernel dan *bandwidth*.

Definisi : $k(u)$ dengan $u = \frac{x - X_i}{h}$ adalah sebuah fungsi kernel jika memenuhi sifat-sifat sebagai berikut :

- Non negative $k(u) \geq 0$ untuk semua x
- Bernilai real $k(u): \mathfrak{R} \rightarrow \mathfrak{R}$ dimana $\int_{-\infty}^{\infty} k(u) du = 1$
- Momen kernel dimana $k_j(k) = \int_{-\infty}^{\infty} u^j k(u) du$
- Simetris dimana $k(u) = k(-u)$ untuk semua u

Kriteria pemilihan fungsi kernel yang baik berdasarkan pada resiko kernel minimum yang dapat diperoleh dari kernel optimal atau variansi minimum.

3.16.1 Macam-Macam Fungsi Kernel

Menurut Sukarsa (2012) ada beberapa macam fungsi kernel diantaranya akan disajikan pada **Tabel 3.6** berikut;

Tabel 3.6 Fungsi Kernel

Tipe kernel	Fungsi Kernel
Gaussian	$K(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{u^2}{2}\right\} I_{(-\infty, \infty)}(u)$

Tipe kernel	Fungsi Kernel
Epanechnikov	$K(u) = \frac{3}{4}(1 - u^2)I_{(-1,1)}(u)$
Uniform	$K(u) = \frac{1}{2}I_{(-1,1)}(u)$
Tringular	$K(u) = (1 - u)I_{(-1,1)}(u)$
Triweight	$K(u) = \frac{35}{23}(1 - u^2)^3I_{(-1,1)}(u)$
Biweight (Quadratik)	$K(u) = \frac{15}{16}(1 - u^2)I_{(-1,1)}(u)$

Dimana I merupakan Indikator. Pada penelitian ini, hanya menggunakan fungsi kernel Gaussian. Kernel Gaussian merupakan salah satu metode dari fungsi kernel. Bentuk umum fungsi kernel Gaussian adalah sebagai berikut :

$$k(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \frac{-u^2}{2} \quad (3.77)$$

Dengan

$$u = \frac{x - X_i}{h} \quad (3.78)$$

Keterangan :

X_i = variabel independen

h = *bandwidth*

x = jumlahan dari variabel independen

Fungsi tersebut kemudian disubstitusikan ke persamaan;

$$\hat{m} = \frac{\sum_{i=1}^n K_h \left(\frac{x - X_i}{h} \right) y_i}{\sum_{i=1}^n K_h \left(\frac{x - X_i}{h} \right)} \quad (3.79)$$

Maka persamaan menjadi :

$$\hat{m} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x - X_i}{h}\right)^2\right) y_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x - X_i}{h}\right)^2\right)} \quad (3.80)$$

Diperoleh persamaan :

$$\hat{m} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x - x_i}{h}\right)^2\right) y_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x - x_i}{h}\right)^2\right)} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.81)$$

Keterangan

x_i = variabel independen

y_i = variabel depeden

h = *bandwidth*

ε_i = variabel galat

x = jumlahan dari variabel independen

3.17 Pemilihan *Bandwidth* Optimum

Memilih *bandwidth* yang sesuai parameter *smoothing* adalah sebagai bagian penting dari regresi nonparametrik. Mendapatkan *bandwidth* yang tepat maka harus ditemukan keseimbangan antara varians dan bias. Formula untuk bias asimtotik dan varians dari prediksi saat menggunakan estimasi Nadaraya-Watson (Hardle, 1990:121).

Permasalahan utama pada kernel *smoothing* bukan terletak pada pemilihan kernel tetapi pada pemilihan *bandwidth*. Pemilihan *bandwidth* optimum lebih ditekankan pada penyeimbang antara bias dan varians. Satu perumusan masalah yang dapat memperlihatkan hubungan antara bias dan varians adalah *Mean Square Error (MSE)*, karena dengan meminimumkan *MSE* maka permasalahan antara bias dan varians dapat diminimumkan juga. *Bandwidth* dari kernel adalah parameter bebas yang menunjukkan pengaruh yang kuat pada perkiraan yang dihasilkan. Kriteria optimalitas yang paling umum digunakan untuk pemilihan parameter adalah kesalahan kuadrat rata-rata. Jika *bandwidth* tidak tetap tetapi bervariasi tergantung pada estimasi atau sampel, hal ini akan menghasilkan metode

yang kuat yang dikenal sebagai estimasi kernel *bandwidth* yang aditif. Pada pemelihan *bandwidth* ini menggunakan metode *Cross Validation*. Penggunaan metode *cross validation* dengan mempertimbangkan kesalahan *sum of squared* atau $\sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i^2$ atau jumlah kuadrat residual. Ketika ingin meminimalkan nilai *bandwidth* maka dianalogikan dengan mengambil jumlah variabel independen dalam kuadrat terkecil dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual. Dalam konteks ini solusinya adalah semua kemungkinan variabel independen dimasukan hingga diperoleh jumlah kuadrat residual yang menurun secara monoton di dalam setiap variabel independen. Hal ini juga berlaku pada regresi non parametrik. Sebagai mana nilai *bandwidth* yang menurun, pada jumlah sampel yang sesuai diperbaiki dan jumlah kuadrat residual menurun. Sebagaimana *bandwidth* mendekati nol, mengecil $\hat{m}(X)$ untuk mendapatkan Y_i yang sesuai, $\hat{\varepsilon}_i$ mendekati nol dan jumlah kuadrat residual mengecil. Sebagai gantinya jumlah kuadrat residual menjadi $\sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_{i-1}^2$, dan merupakan kriteria yang sesuai. Karena, kualitas $\hat{m}(X)$ dapat mempengaruhi nilai variabel independen, hal ini dapat memungkinkan terjadinya kesesuaian untuk meminimumkan variansi jumlah kuadrat residual, sehinggalhal ini dinamakan sebagai *cross validation*.

$$CV(h) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_{i-1}^2 M(X_i) \quad (3.82)$$

Dimana $M(X_i) = K(u)$ (Anonim,-).

3.18 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE adalah sebuah metode untuk mengetahui kebaikan dari suatu hasil prediksi dengan menggunakan perhitungan kesalahan. Adapun cara perhitungannya adalah dengan mencari persentase kesalahan pada setiap periode prediksi lalu membaginya dengan jumlah data atau periode yang digunakan. Adapun rumus dari *MAPE* adalah sebagai berikut (Putro, 2016):

$$MAPE = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{F_t - A_t}{A_t} \right| \right) \times 100\% \quad (3.83)$$

Di mana :

n = Jumlahan data

F_t = Hasil peramalan

A_t = Data actual pada periode ke-t

Menurut Halimi (2013) terdapat kriteria nilai MAPE untuk hasil prediksi, seperti tabel berikut:

Tabel 3.7 Kriteria Nilai *MAPE*

$MAPE < 10\%$	kemampuan prediksi sangat baik
$10\% \leq MAPE < 20\%$	kemampuan prediksi baik
$20\% \leq MAPE < 25\%$	kemampuan prediksi cukup
$MAPE > 50\%$	kemampuan prediksi buruk

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang dipublikasikan ke situs untuk mengakses data dari Bank Indonesia dan Yahoo Finance. Penelitian ini menggunakan data nilai tukar mata uang (KURS), Inflasi, Suku Bunga, dan data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) pada periode bulan Januari 2015 sampai bulan Maret 2018.

4.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel independen yaitu data KURS dan variabel dependen yaitu data IHSG. Diperlukan pendefinisian operasional variabel yang berguna untuk menjabarkan pengertian dan karakteristik variabel penelitian. Adapun definisi operasional variabel dalam penelitian ini disajikan dalam **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Definisi Operasional Variabel

Variabel	Keterangan	Satuan	Definisi Operasional Variabel	Skala Data
Y	IHSG	Rupiah	Indeks harga saham gabungan yang dimiliki perusahaan Bursa Efek Indonesia pada bulan Januari tahun 2015 – bulan Maret 2018	Rasio
X ₁	KURS	Rupiah	Tingkat perubahan nilai tukar jual rupiah terhadap dolar Amerika yang diterbitkan oleh Bank Indonesia setiap bulan selama periode bulan Januari 2015 – bulan Maret 2018	Rasio
X ₂	Inflasi	Persen	Tingkat perubahan inflasi indeks harga konsumen nasional yang dipublikasikan oleh bank Indonesia selama bulan Januari 2015 – bulan Maret 2018	Rasio
X ₃	Suku Bunga	Persen	Tingkat perubahan pada suku bunga BI Rate yang dipublikasikan oleh Bank Indonesia selama bulan Januari 2015 – bulan Maret 2018	Rasio

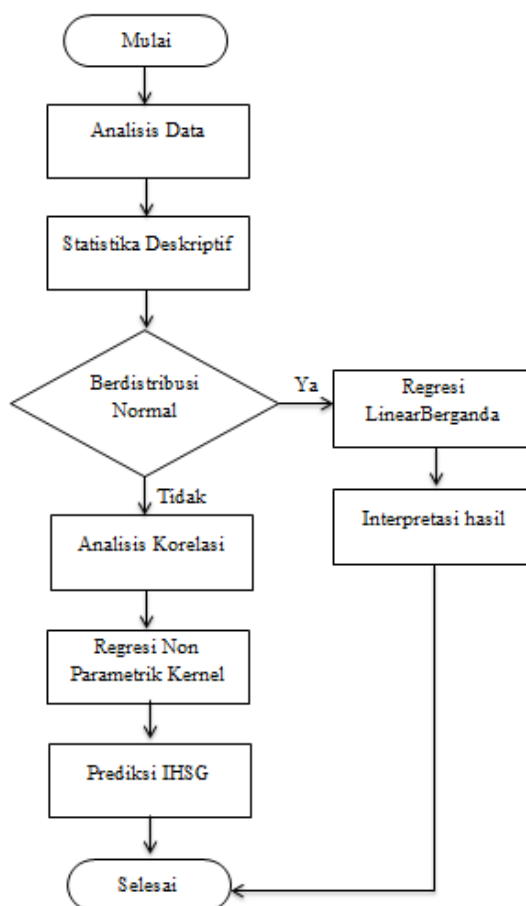
4.3 Metode Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif yang dikarenakan data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data kuantitatif.

Metode analisis yang digunakan yaitu statistika deskriptif *scatter plot* untuk mengetahui gambaran umum data, kemudian metode selanjutnya yang digunakan yaitu analisis regresi dari statistika parametrik regresi linear berganda dan statistika nonparametrik regresi kernel. Analisis regresi digunakan untuk memprediksi harga saham di Indonesia untuk beberapa periode ke depan.

4.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan penggambaran langkah-langkah yang terjadi di penelitian ini menggunakan untuk menyelesaikan permasalahan dari awal sampai selesai. Tahapan penelitian ini akan dijabarkan dengan menggunakan diagram alir. Adapun tahapan penelitian dari penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir pada **Gambar 4.1**, maka dapat diuraikan tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

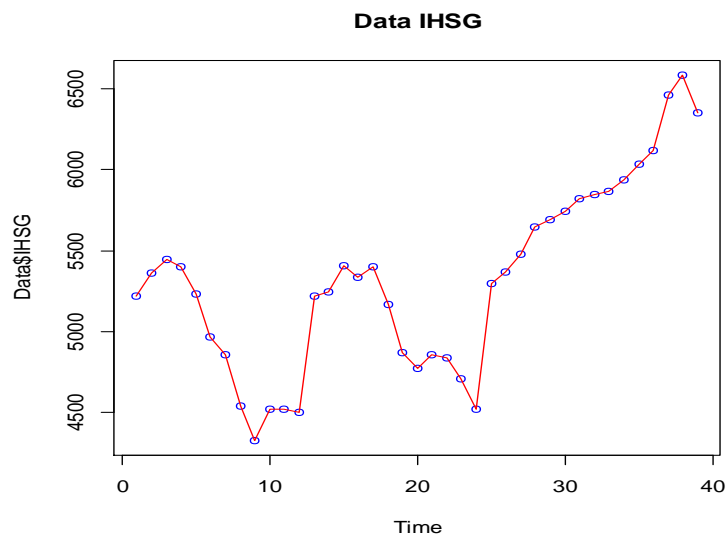
1. Tahapan pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dimulai dengan merumuskan masalah yang tepat sesuai dengan permasalahan yang melatar belakangi penelitian ini, setelah itu dilanjutkan pada tahapan ke-2.
2. Tahapan kedua ini adalah analisis data dari masing-masing variabel penelitian.
3. Tahapan ketiga, dimulai dengan pengolahan data menggunakan analisis statistika deskriptif.
4. Selanjutnya dilakukan pengujian distribusi data, dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan berdistribusi normal.
5. Apabila data berdistribusi normal maka akan dilanjutkan dengan analisis data dengan menggunakan statistika regresi parametrik. Namun jika beberapa asumsi dari regresi parametric tidak terpenuhi maka akan dilakukan analisis regresi nonparametrik yaitu regresi kernel dengan estimator Nadaraya Watson.
6. Kemudian tahapan ke enam akan dilakukan analisis korelasi data yang digunakan untuk mengetahui mengukur keeratan dari variabel dependen (IHSG) terhadap variabel independen KURS, Inflasi, dan Tingkat Suku Bunga.
7. Tahapan selanjutnya yaitu mengestimasi parameter pada regresi nonparametrik kernel dengan menggunakan metode estimasi Nadaraya Watson.
8. Setelah didapatkan nilai estimasi Nadaraya Watson maka dilakukan prediksi data untuk beberapa periode ke depan.
9. Selesai.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

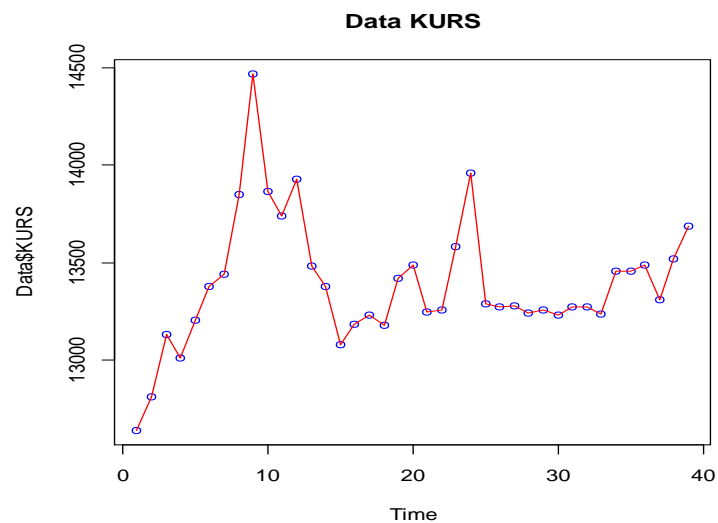
5.1 Gambaran Umum

Penyajian metode statistika deskriptif dengan menggunakan *scatter plot* yang bertujuan untuk mengetahui gambaran umum data IHSG, KURS, Inflasi, dan Suku Bunga selama rentang waktu bulan Januari 2015 sampai dengan bulan Maret 2018. Jumlah data yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 39 objek penelitaian.



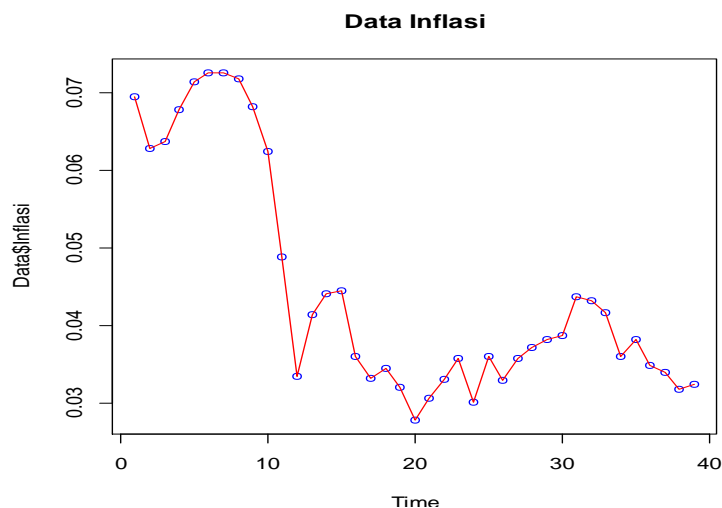
Gambar 5.1 Tampilan *Plot* Data pada Variabel IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan)

Berdasarkan *plot* data **Gambar 5.1** didapatkan informasi bahwa nilai indeks harga saham gabungan yang dimiliki bursa efek pada tahun bulan Januari 2015 sampai dengan bulan Maret 2018 mengalami pola data yang berfluktuatif dimana nilai terendah indeks harga saham gabungan terjadi pada bulan September 2015 sebesar Rp 4326,47 sedangkan nilai tertinggi terjadi pada bulan Februari 2018 sebesar Rp 6585,65. Pola yang berfluktuatif terjadi karena adanya faktor yang mempengaruhi yaitu nilai tukar rupiah, tingkat suku bunga atau suku bunga, dan inflasi.



Gambar 5.2 Tampilan *Plot* Data pada Variabel KURS

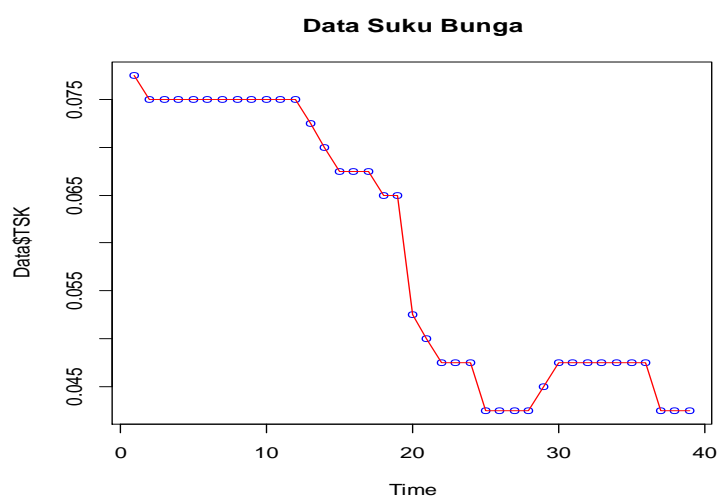
Pergerakan nilai tukar rupiah terhadap nilai mata uang US dollar dapat dilihat *plot* pada **Gambar 5.2**, dimana terjadi kenaikan dan penurunan nilai tukar rupiah selama bulan Januari 2015 sampai dengan bulan Maret 2018. Nilai tukar mata uang rupiah jual terhadap US dolar Amerika terjadi pada bulan September 2015 yaitu sebesar Rp 14468 dan mengalami penuruna pada bulan Januari 2015 sebesar Rp 12461.



Gambar 5.3 Tampilan *Plot* Data pada Variabel Inflasi

Faktor pergerakan indeks harga saham gabungan juga dipengaruhi pergerakan inflasi di Indonesia. Pergerakan yang terjadi selama bulan Januari 2015 sampai dengan bulan Maret 2018 mengalami peningkatan dan penurunan.

Pada awal tahun 2015 sampai pertengahan nilai inflasi di Indonesia berada pada diinterval data 7% - 6%. Kemudian selanjutnya pada bulan November 2015 sampai dengan bulan Maret 2018 nilai inflasi berada pada di bawah 5%, menurut (Fahmi, 2012) kondisi inflasi pada bulan Januari 2015 sampai bulan Maret 2018 berada pada jenis inflasi ringan di karena kan skala penilaian $< 10\%$ pertahun. Kondisi inflasi ringan dapat memberikan kenyamanan dikalangan pembisnis khususnya investor dan pihak manajemen perusahaan hal ini dapat digunakan sebagai sebuah kebijakan untuk melakukan investasi.



Gambar 5.4 Tampilan *Plot* Data Pada Variabel Tingkat Suku Bunga

Gambaran umum Suku Bunga di Indonesia selama bulan Januari 2015 sampai dengan bulan Maret 2018 dapat dilihat dari *plot* data pada **Gambar 5.4**, terlihat tingkat suku bunga selalu menurun. Menurut (Mishkin, 2017) dengan kondisi terus menurunnya suku bunga di Indonesia dapat dimanfaatkan dari berbagai pihak untuk membeli rumah atau mobil atau bahkan melakukan investasi. Namun pada kondisi suku bunga yang meningkat dapat mendorong seseorang untuk menabung dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan lebih.

5.2 Uji Normalitas Data

Langkah awal pada analisis data yaitu dengan menguji normalitas data dengan tujuan mengetahui data yang digunakan pada penelitian apakah berdistribusi normal. Pengujian normalitas variabel KURS, IHSG, Inflasi, dan Suku Bunga menggunakan metode perhitungan Jarque Bera (JB). Perhitungan

menggunakan JB merupakan salah satu metode pengujian normalitas data dalam statistik. Berdasarkan perhitungan JB dengan menggunakan *software R GUI 3.3.3* didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 5.1 Uji Normalitas

Variabel	Nilai <i>P-value</i>
IHSG	0,5885
KURS	0,9465
Inflasi	0,04124
Suku Bunga	0,07138

Berdasarkan hasil *output* didapatkan nilai *p-value* dari perhitungan uji normalitas pada variabel IHSG, KURS, dan Suku Bunga dengan menggunakan metode Jarque-Bera didapatkan hasil yaitu sebesar 0,5885, 0,9465, dan 0,07138 maka dapat dikatakan bahwa ketiga variabel tersebut berdistribusi normal hal ini dikarenakan bahwa nilai perhitungan atau *p-value* yang didapatkan lebih besar dari tingkat signifikan 5% atau 0,05. Namun untuk variabel Inflasi didapatkan nilai perhitungan atau *p-value* dengan menggunakan Jarque-Bera sebesar 0,04124 dimana nilai tersebut lebih kecil dari nilai tingkat signifikansi 5% atau 0,05 yang artinya data pada variabel Inflasi tidak berdistribusi normal.

5.3 Analisis Regresi Linear Berganda

Penggunaan metode analisi regresi berganda bertujuan untuk melihat hubungan sebab akibat dari variabel dependen terhadap variabel independen. Fungsi umum regresi linear berganda yaitu :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon \quad (5.1)$$

Persamaan (5.1) merupakan fungsi umum yang terdapat dianalisis regresi linear berganda. Berdasarkan studi kasus yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan 3 (tiga) variabel independen dan 1 (satu) variabel dependen, maka

fungsi model yang terbentuk yaitu:

$$IHSG = \beta_0 + \beta_1(KURS) + \beta_2(Inflasi) + \beta_3(Suku Bunga) + \varepsilon \quad (5.2)$$

Untuk melengkapi persamaan (5.2) dapat menggunakan nilai-nilai parameter yang disajikan pada **Tabel 5.2** berikut.

Tabel 5.2 Nilai-Nilai Parameter

Variabel	Koefisien
Konstanta	15554,21
KURS	-0,6620
Inflasi	6507,66
Suku Bunga	-28162

Berdasarkan **Tabel 5.2** yaitu nilai-nilai parameter yang didapatkan maka fungsi model persamaan yang terbentuk dengan menggunakan persamaan (5.2) yaitu :

$$IHSG = 1,5 \times 10^4 - 0,66(KURS) + 6,5 \times 10^3(Inflasi) - 2,8 \times 10^4(Suku Bunga)$$

Maka interpretasi dari fungsi model yang telah menggunakan nilai-nilai parameter yaitu :

1. Setiap terjadi peningkatan pada inflasi satu satuan, maka indeks harga saham gabungan (IHSG) naik sebesar $6,5 \times 10^3$.
2. Setiap terjadi peningkatan pada nilai tukar atau KURS satu satuan, maka indeks harga saham gabungan (IHSG) akan mengalami penurunan sebesar -0,66.
3. Kemudian setiap terjadi peningkatan pada suku bunga satu satuan, maka indeks harga saham gabungan akan mengalami penurunan sebesar $-2,8 \times 10^4$.

5.3.1 Uji Kesesuaian Model

Pengujian kesesuaian model juga dapat disebut dengan uji simultan. Uji simultan ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh dari variabel

secara simultan memiliki pengaruh terhadap variabel dependen. Pengujian ini juga dapat digunakan untuk mengetahui apakah model yang digunakan layak atau tidak untuk digunakan. Adapun hasil hasil pengujian simultan adalah sebagai berikut.

Tabel 5.3 Pengujian Secara Simultan

Nilai F-hitung	Nilai F-tabel
10,72	2,882

Berdasarkan nilai pada **Tabel 5.3** dapat ditarik kesimpulan dari pengujian kesesuaian model yaitu pada tingkat signifikansi **5%** dapat dikatakan bahwa variabel independen secara simultan memiliki pengaruh terhadap variabel dependen atau dengan kata lain fungsi model yang didapatkan layak digunakan. Hal ini dikarenakan nilai F-hitung lebih dari nilai F-tabel (**db1 = 4, db2 = 39, tingkat signifikansi (alpha) = 5%**) = **2.882**.

5.3.2 Pengujian Parameter atau Uji Parsial

Pengujian ini digunakan untuk menguji parameter-parameter yang ada pada penelitian yaitu parameter β_0 sebagai nilai konstanta dan nilai β_1 sebagai nilai parameter dari X_1 , β_2 untuk nilai parameter X_2 serta β_3 untuk nilai dari parameter X_3 dengan tujuan untuk mengetahui apakah variabel independen KURS, Inflasi, dan Suku Bunga memberikan pengaruh terhadap variabel dependen IHSB. Variabel dapat dikatakan berpengaruh secara signifikan jika nilai ***t – hitung*** lebih dari ***t – tabel*** atau nilai p-value kurang dari tingkat signifikansi (alpha). Pengujian variabel-variabel independen secara parsial dapat disajikan oleh tabel berikut.

Tabel 5.4 Pengujian Secara Parsial Parameter

Variabel	Koefisien	Nilai t-hitung
Konstanta	15554,21	5,329
KURS	-0,6620	-3,043

Variabel	Koefisien	Nilai t-hitung
Inflasi	6507,66	0,924
Tingkat Suku Bunga	-28162	-3,739

Berdasarkan **Tabel 5.4** yang merupakan pengujian secara parsial terhadap variabel independen (KURS dan Suku Bunga) yang digunakan dalam penelitian memiliki pengaruh secara signifikan terhadap IHSG. Hal ini dikarenakan nilai absolut t-hitung pada variabel independen lebih dari nilai t-tabel (**db = 234, tingkat signifikansi (alpha) = 5%, = -1.689**). Namun pada variabel Inflasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) hal ini dikarenakan nilai absolut dari t-hitung (**0,924**) lebih kecil dari nilai absolut t-tabel (**| -1,689 |**).

5.3.3 Pengujian Asumsi Klasik

Pada metode analisis regresi linear berganda dapat dikatakan baik jika memenuhi terdapat beberapa asumsi klasik yaitu:

5.3.3.1 Uji Normalitas Galat

Pengujian residual ini menggunakan metode Jarque-Bera. Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah nilai residual data berdistribusi normal atau tidak. Model regresi linear berganda yang baik seharusnya galat berdistribusi normal. Berikut merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan metode Jarque-Bera.

Tabel 5.5 Pengujian Normalitas Galat

<i>P-value</i>	Alpha
0,9465	5%

Berdasarkan **Tabel 5.5** yang mengandung nilai pengujian normalitas galat, dimana nilai *p-value* (**0,09465**) lebih besar dari nilai alpha 5% atau 0.05 yang artinya galat dari model regresi berganda berdistribusi normal. Sehingga pengujian

normalitas residual ini terpenuhi.

5.3.3.2 Uji Autokorelasi Galat

Pengujian autokorelasi residual untuk mengetahui apakah korelasi antar galat dari observasi dengan observasi lain yang turut menurut waktu. Model regresi linear berganda dapat dikatakan baik, apabila tidak terdapat korelasi antara galat dari satu observasi ke observasi lain. Galat dalam model regresi linear berganda dikatakan memenuhi uji asumsi tidak terdapat autokorelasi, jika nilai *p-value* lebih dari alpha.

Tabel 5.6 Pengujian Autokorelasi Galat

<i>P-value</i>	Alpha
$2,2 \times 10^{-16}$	5%

Berdasarkan **Tabel 5.6** didapatkan kesimpulan bahwa pengujian autokorelasi pada residual tidak terpenuhi, hal ini dikarenakan nilai *p-value* ($2,2 \times 10^{-16}$) lebih kecil dari nilai alpha (5% atau 0,05). maka pada model regresi linear berganda terdapat korelasi antar residual observasi.

5.3.3.3 Uji Heteroskedastisitas Galat

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk mengetahui apakah variansi dari galat atau residual bersifat tetap/konstan (homokedastisitas). Model regresi linear yang baik yaitu variansi galat atau residual konstan atau dengan kata lain bersifat homokedastisitas. Pegujian heteroskedastisitas dapat dilakukan dengan menggunakan Uji Breusch-Pagan-Godfrey.

Tabel 5.7 Pengujian Heteroskedastisitas

<i>P-value</i>	Alpha
0,003092	5%

Berdasarkan **Tabel 5.7** yang memuat hasil pengujian homokedastisitas

dari model regresi linear berganda, didapatkan kesimpulan bahwa pada alpha 5% asumsi homokedastisitas tidak terpenuhi karena nilai *p-value* (**0.003092**) lebih kecil dari nilai alpha 5% yang artinya variansi dari dari galat berubah-ubah atau heteroskedastisitas.

5.3.3.4 Uji Multikolinearitas

Pengujian asumsi klasik yang keempat merupakan uji multikolinearitas. Pengujian digunakan untuk menguji apakah antar variabel independen terdapat hubungan korelasi. Pengujian ini menggunakan perhitungan nilai *VIF* (*Variance Inflation Factor*).

Tabel 5.8 Pengujian Multikolinearitas

Variabel Independen	VIF
KURS	1,010701
Inflasi	2,179153
Suku Bunga	2,178382

Menurut Akila (2017) pada model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi korelasi antar variabel independen. Hal ini dapat dilihat dari nilai perhitungan dengan menggunakan metode *VIF* (*Variance Inflation Factor*), jika nilai *VIF* > 10 atau *tolerance value* < 0,1 maka terjadi multikolinearitas. Berdasarkan **Tabel 5.8** didapatkan nilai *VIF* pada variabel KURS = 1,010701, variabel Inflasi = 2,179153, dan variabel Suku Bunga = 2,178382 dimana nilai *VIF* dari ketiga variabel < 10 yang dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat multikolinearitas atau tidak terjadi korelasi antar variabel.

5.4 Analisis Korelasi

Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur keeratan dua peubah yaitu dengan kata lain peubah x dan y . Simbol korelasi untuk populasi ρ dan untuk sampel r . Nilai dari analisis korelasi berkisar dari -1 sampai dengan +1. Menurut

Walpole (1995) nilai korelasi +1 berarti memiliki hubungan linear sempurna antara dua peubah dengan arah yang positif, sedangkan nilai korelasi -1 memiliki hubungan memiliki hubungan sempurna antara dua peubah dengan arah yang negatif. Berikut merupakan hasil perhitungan nilai korelasi dua peubah.

Tabel 5.9 Nilai Korelasi

Variabel	Nilai Korelasi
KURS	-0,4036
Inflasi	-0,3121
Suku Bunga	-0,5647

Nilai korelasi dari dua peubah yaitu variabel IHSG dan variabel KURS yaitu **-0,4036** artinya kedua peubah IHSG dan KURS memiliki hubungan yang lemah dan kearah hubungan yang negatif. Untuk variabel Inflasi memiliki nilai korelasi yaitu -0.3121 yang artinya variabel Inflasi memiliki hubungan yang lemah terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dan memiliki hubungan yang negatif. Selanjutnya pada variabel Suku Bunga didapatkan nilai korelasi sebesar -0.5647 artinya variabel Suku Bunga memiliki hubungan yang cukup kuat namun mengarah ke hubungan negatif.

5.5 Regresi Nonparametrik Kernel

Regresi nonparametrik kernel merupakan analisis statistika inferensi nonparametrik. Menurut Azwar (2016) statistika nonparametrik hanya membutuhkan sedikit asumsi atau bahkan juga dapat dikenal sebagai alat statistik *distribution free*. Penggunaan regresi nonparametrik dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan peramalan IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) untuk beberapa periode yang akan datang berdasarkan penggunaan variabel, KURS, Inflasi, dan Suku Bunga. Langkah-langkah analisis dengan menggunakan regresi nonparametrik kernel dapat dilakukan dengan pemilihan *bandwidth* optimum untuk masing-masing variabel, pengujian kesesuaian model, pengujian

parameter, menghitung determinasi, dan melakukan peramalan untuk beberapa periode yang akan datang.

5.5.1 Pemilihan *Bandwidth* Optimum

Pemilihan *bandwidth* (h) optimum bertujuan untuk pemulan kurva yang diestimasi. Salah satu metode pendekatan yang dapat digunakan dalam pemilihan *bandwidth* yaitu menggunakan *CV* (*Cross Validation*).

Tabel 5.10 Nilai *Bandwidth* Optimum

Variabel	<i>Bandwidth</i>	Jumlah Data
KURS	302,0932	39
Inflasi	71135,15	
Suku Bunga	0,00289197	

Pemilihan *bandwidth* yang optimum merupakan bagian terpenting dalam melakukan penggunaan regresi kernel sebagai parameter penghalus kurva. Menurut Maysyaroh (2015) tingkat kemulusan kurva lebih dipengaruhi pada pemilihan *bandwidth* daripada fungsi kernel.

5.5.2 Pengujian Kesesuaian Model Regresi Nonparametrik Kernel

Sebelum melakukan peramalan data IHSG untuk beberapa periode yang akan terdapat hal yang terpenting yaitu menguji kesesuaian model yang bertujuan untuk mengetahui apakah model yang digunakan akan cocok atau tidak. Sama halnya seperti regresi parametrik untuk menguji kesesuaian model dengan menggunakan uji *goodness of fit* atau uji F, pada regresi nonparametrik juga menggunakan uji *goodness of fit* dalam pengujian kesesuaian model.

Tabel 5.11 Hasil perhitungan *Goodness of Fit* pada Program R

<i>P-value</i>	Alpha
0,25815	5%

Berdasarkan **Tabel 5.11** didapatkan nilai *P-value* untuk uji kesesuaian model sebesar **0.25815** yang dimana akan dibandingkan dengan alpha 5% didapatkan kesimpulan bahwa model yang digunakan tidak sesuai. Namun dalam penelitian ini tetap dilanjutkan pengujian secara parsial untuk melakukan pemeriksaan terhadap pengaruh yang diberikan oleh masing-masing variabel independen untuk variabel dependen.

5.5.3 Pengujian Parameter atau Uji Parsial untuk Regresi Nonparametrik Kernel

Pada regresi nonparametrik kernel untuk mengetahui variabel-variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependen dilakukan dengan pengujian Parsial terhadap parameter.

Tabel 5.12 Pengujian Parameter

Variabel	Alpha	Nilai t-hitung
KURS	5%	2×10^{-16}
Inflasi	5%	0,72682
Tingkat Suku Bunga	5%	0,10777

Berdasarkan pengujian parsial terhadap parameter didapatkan kesimpulan bahwa parameter yang berpengaruh dalam model regresi nonparametrik kernel yaitu pada variabel KURS, hal ini dikarenakan nilai *p-value* pada variabel KURS (2×10^{-16}) lebih kecil dari nilai alpha (5%). Sedangkan untuk variabel Inflasi dan variabel Tingkat Suku Bunga tidak berpengaruh dalam model regresi nonparametrik kernel karena nilai *p-value* kedua variabel lebih besar dari nilai alpha (5%).

5.6 Pembentukan Model Regresi Nonparametrik Kernel

Pembentukan model yang dilakukan oleh penulis yaitu dengan menggunakan estimasi Nadaraya Watson dan pembentukan model dengan

menggunakan fungsi Gaussian.

5.6.1 Estimasi Nadaraya Watson

Estimasi Nadaraya-Watson merupakan pengembangan dari metode histogram. Dalam pembahasan ini akan digunakan rumus persamaan dari estimasi Nadaraya-Watson dengan tujuan mendapatkan nilai estimasi $m(x)$ atau $\hat{m}(x)$. Berikut merupakan rumus persamaan untuk estimasi Nadaraya-Watson.

$$\begin{aligned}\hat{m}(x) &= \frac{\sum_{i=1}^n K_h \left(\frac{x - X_i}{h} \right) Y_i}{\sum_{i=1}^n K_h \left(\frac{x - X_i}{h} \right)} \\ &= \sum_{i=1}^n W_i(x) Y_i\end{aligned}\tag{5.8}$$

Dimana $W_i = 1$ maka

$$\begin{aligned}&= 1 \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right) \\ &= 1(208.495,4)\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $\hat{m}(x)$ adalah 208.495,4. Maka model regresi nonparametrik kernel yang terbentuk yaitu :

$$IHS\text{G} = KURS(208.495,4) + \varepsilon$$

Interpretasi dari model regresi nonparametrik kernel yaitu Berdasarkan pada hasil analisis diketahui bahwa variabel KURS memberikan pengaruh terhadap variabel IHS\text{G}, selain itu diketahui nilai koefisien dari variabel Ekspor dalam model regresi nonparametrik kernel adalah sebesar Rp 208.495,4. Nilai koefisien dari variabel KURS dapat dimaknai sebagai besar penurunan atau peningkatan yang terjadi pada nilai variabel IHS\text{G} ketika nilai dari variabel KURS mengalami penurunan atau peningkatan.

Tanda positif pada nilai koefisien menunjukkan bahwa variabel Ekspor memberikan pengaruh yang positif atau searah terhadap variabel IHS\text{G}, sehingga ketika nilai dari variabel KURS mengalami peningkatan, maka nilai dari variabel

IHSG juga akan mengalami peningkatan dan begitupun sebaliknya. Nilai koefisien variabel Ekspor sebesar **208.495,4** menjelaskan bahwa ketika nilai variabel KURS naik sebesar Rp 1, maka nilai variabel IHSG akan mengalami peningkatan sebesar Rp 208.495,4 begitupun sebaliknya jika terjadi peningkatan pada nilai variabel KURS sebesar Rp 1, maka nilai variabel IHSG akan mengalami peningkatan sebesar Rp 208.495,4.

5.6.2 Model Regresi Nonparametrik Kernel Gaussian

Regresi nonparametrik dan parametrik memiliki tujuan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel independen ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) terhadap variabel dependen Y . Jika regresi parametrik membutuhkan asumsi dalam analisisnya maka pada regresi nonparametrik ini tidak membutuhkan asumsi. Oleh karena itu regresi nonparametrik lebih fleksibel terhadap pola data yang digunakan. Berdasarkan perhitungan pemilihan *bandwidth* optimum maka didapatkan model regresi nonparametrik dengan menggunakan fungsi kernel Gaussian sebagai berikut:

$$Y_i = m(x_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (5.9)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\sum_{i=1}^n K_h \left(\frac{x - X_i}{h} \right) Y_i}{\sum_{i=1}^n K_h \left(\frac{x - X_i}{h} \right)} + \varepsilon_i \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - X_i}{302,0932} \right)^2 \right) Y_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - X_i}{302,0932} \right)^2 \right)} + \varepsilon_i \end{aligned}$$

Keterangan

Y_i = variabel dependen (IHSG)

x = jumlahan dari variabel Independen (KURS)

X_i = variabel independen (KURS)

$m(x_i)$ = fungsi regresi

K = fungsi kernel

h = bandwidth

ε_i = variabel galat

5.7 Koefisien Determinasi

Penentuan besar variabel X atau KURS mampu dalam menjelaskan variabel Y atau IHSG dengan melihat nilai *R-square* pada perhitungan berikut.

Tabel 5.13 Nilai Koefisien Determinasi

Model	Nilai <i>Adjusted R Square</i>
Regresi Linear Berganda	0,4790
Regresi Nonparametrik Kernel	0,5765

Berdasarkan pada **Tabel 5.13** yang memuat nilai koefisien determinasi dari model regresi linear berganda dan regresi nonparametrik kernel, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai koefisien determinasi regresi linear berganda yang ditunjukkan melalui nilai *R Square* dari model regresi linear berganda pada variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen, didapatkan nilai *R Square* sebesar 0,4790. Arti dari nilai tersebut adalah keragaman variabel dependen pada model tersebut mampu dijelaskan oleh variabel independen sebesar 0.3102 atau 47.90%, sisanya sebesar 0.5210 atau 52.10% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak berada dalam model.
2. Nilai koefisien determinasi regresi nonparametrik kernel yang ditunjukkan melalui nilai *R Square* dari model regresi nonparametrik kernel variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen, didapatkan nilai *R Square* sebesar 0,5765. Arti dari nilai tersebut adalah keragaman variabel dependen pada model tersebut mampu dijelaskan oleh variabel independen sebesar 0,5765 atau 57,65%, sisanya sebesar 0,4235 atau 42,35% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak berada dalam model.

5.8 Hasil Prediksi dengan Menggunakan Regresi Linear Berganda dan Regresi Nonparametrik Kernel

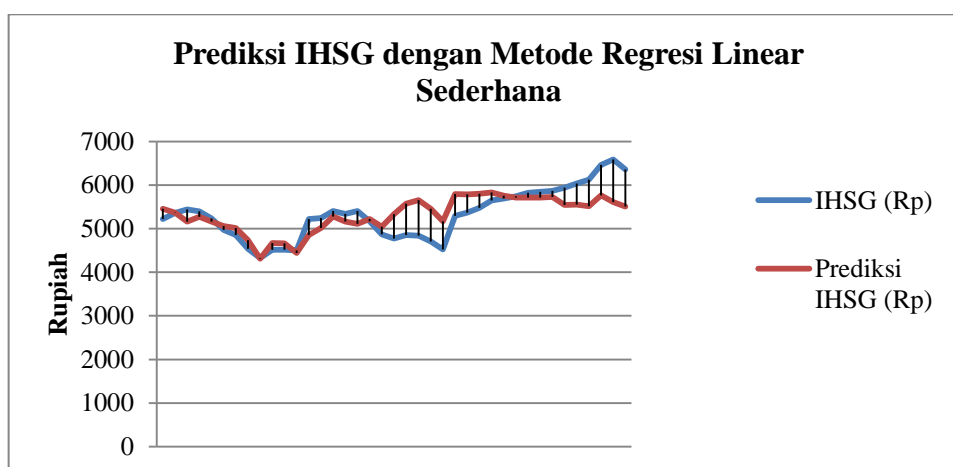
Pada tahapan analisis dalam penelitian ini yaitu melakukan prediksi untuk beberapa periode yang akan datang. Prediksi ini dapat digunakan para investor untuk mempertimbangkan suatu kebijakan penanaman saham atau menjual saham pada sebuah perusahaan. Prediksi untuk beberapa periode berdasarkan analisis regresi linear berganda dan regresi nonparametrik kernel, dengan menggunakan variabel yang mempengaruhi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) di Bursa Efek Indonesia. Berikut merupakan hasil prediksi dengan menggunakan analisis regresi berganda.

Tabel 5.14 Hasil Prediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)

Bulan	Regresi Linear Berganda		Regresi Nonparametrik Kernel	
	IHSG (Rp)	Prediksi IHSG (Rp)	IHSG (Rp)	Prediksi IHSG (Rp)
Jan-15	5220,57	5454,48	5289,92	5286,538
Feb-15	5360,58	5367,69	5305,51	5299,69
Mar-15	5443,36	5162,63	5200,92	5195,232
Apr-15	5398,29	5268,41	5255,22	5247,618
Mei-15	5232,22	5163,63	5157,44	5154,193
Jun-15	4967,81	5055,79	5027,24	5033,528
Jul-15	4856,56	5014,84	4973,07	4983,735
Agt-15	4540,78	4738,9	4643,55	4667,301
Sep-15	4326,48	4307,42	4396,94	4407,801
Okt-15	4517,16	4669,07	4635,71	4659,033
Nov-15	4518,39	4662,54	4714,32	4739,572
Des-15	4501,8	4439,21	4603,98	4625,022
Jan-16	5217,68	4854,36	5017,07	5003,678
Feb-16	5245,67	5013,7	5222,46	5209,9
Mar-16	5405,67	5281,25	5293,72	5290,14
Apr-16	5336,82	5158,72	5280,28	5276,015
Mei-16	5401,24	5109,93	5273,40	5268,681
Jun-16	5166,09	5221,06	5217,08	5209,804
Jul-16	4870,49	5046,22	5165,57	5163,132
Agt-16	4769,43	5327,86	5180,17	5261,257
Sep-16	4852,67	5575,98	5486,79	5525,797

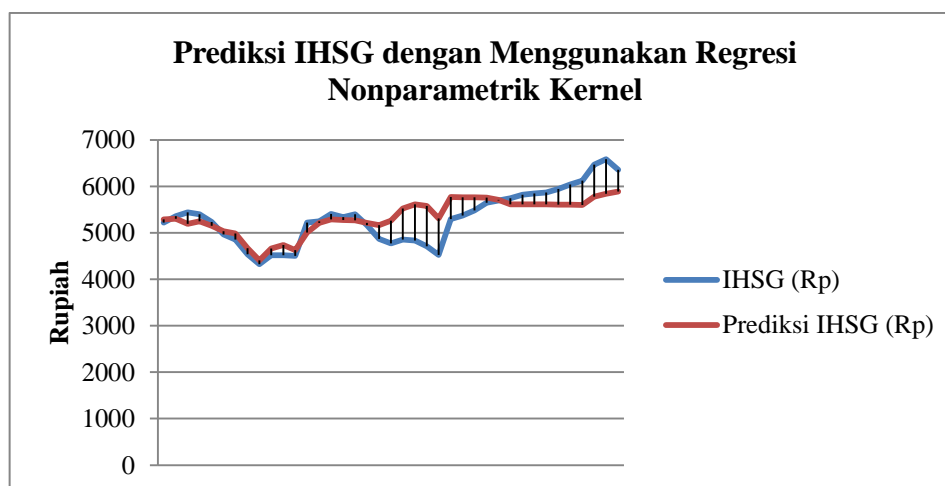
Bulan	Regresi Linear Berganda		Regresi Nonparametrik Kernel	
	IHSG (Rp)	Presiksi IHSG (Rp)	IHSG (Rp)	Prediksi IHSG (Rp)
Nov-16	4708,6	5456,19	5579,56	5577,818
Des-16	4520,44	5171,37	5251,06	5309,606
Jan-17	5294,86	5791,91	5779,54	5769,429
Feb-17	5370,01	5783,6	5773,62	5764,493
Mar-17	5478,67	5798,74	5775,14	5765,766
Apr-17	5649,75	5833,15	5762,98	5755,542
Mei-17	5692,1	5758,45	5706,63	5711,506
Jun-17	5744,55	5709,21	5621,35	5610,734
Jul-17	5821,85	5711,59	5622,00	5611,551
Agt-17	5844,49	5709,18	5622,00	5611,548
Sep-17	5865,23	5723,84	5621,49	5610,898
Okt-17	5941,4	5540,83	5610,61	5602,918
Nov-17	6038,16	5554,45	5610,45	5602,789
Des-17	6121,17	5512,92	5605,37	5598,696
Jan-18	6465,09	5763,94	5786,89	5775,519
Feb-18	6585,65	5611,39	5868,27	5839,973
Mar-18	6355,09	5505,29	5936,19	5889,119

Berdasarkan **Tabel 5.14** dapat dilihat perbedaan antara data prediksi dengan data actual dari kedua metode yang akan disajikan dalam **Gambar 5.5**.



Gambar 5.5 Plot Data Aktual dan Data Prediksi dengan Metode Regresi Linear Berganda

Berdasarkan **Gambar 5.5** maka dapat dilihat hasil prediksi dengan menggunakan metode regresi linear berganda pada data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dari bulan Januari 2015 – bulan Maret 2018 tidak jauh beda dengan data aktual, bahkan tidak jarang data prediksi di atas dan di bawah data aktual.



Gambar 5.6 Plot Data Aktual dan Data Prediksi dengan Metode Regresi Nonparametrik Kernel

Prediksi data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan menggunakan metode regresi nonparametrik kernel tidak jauh berbeda dengan menggunakan metode regresi linear berganda. Pada **Gambar 5.6** memiliki perbandingan antara data aktual dan data prediksi yang sedikit lebih baik dibandingkan dengan **Gambar 5.5**. Secara kasat mata regresi nonparametrik kernel lebih baik dalam memprediksi data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dibandingkan dengan menggunakan metode regresi linear berganda. Namun dalam penentuan metode terbaik untuk melakukan prediksi IHSG dapat menggunakan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dari masing-masing metode.

5.15 Perhitungan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Penentuan metode terbaik dengan menggunakan perhitungan *MAPE* akan menghasilkan metode terbaik. Menurut Halimi (2013) semakin kecil nilai *MAPE* maka sebaik baik dalam artian kemampuan dalam memprediksi data sangat baik,

sebaliknya jika nilai *MAPE* semakin besar maka kemampuan memprediksi sangat buruk.

Tabel 5.15 Perhitungan MAPE

Metode	MAPE
Regresi Linear Berganda	5,9%
Regresi Nonparametrik Kernel	5,4%

Berdasarkan **Tabel 5.15** nilai perhitungan *MAPE* dari kedua metode yaitu kurang dari 10% yang artinya kemampuan metode dalam memprediksi IHSG untuk beberapa periode ke depan sangat baik. Namun dalam hal ini akan dipilih metode terbaik untuk memprediksi data IHSG, dari regresi nonparametrik kernel nilai perhitungan *MAPE* lebih kecil dibandingkan dengan nilai perhitungan *MAPE* untuk metode regresi linear berganda, maka didapatkan metode terbaik yaitu dalam memprediksi data IHSG yaitu menggunakan metode regresi nonparametric kernel.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil analisis dan pembahasan, maka peneliti dapat mengambil kesimpulan bahwa:

1. Metode terbaik untuk memprediksi IHSG yaitu menggunakan regresi nonparametrik kernel dengan estimator Nadaraya Watson.
2. Variabel KURS berpengaruh secara signifikan terhadap IHSG dengan menggunakan metode regresi nonparametrik kernel.

6.2 Saran

Adapun dari hasil dan pembahasan dapat diberikan saran, yakni:

1. Penelitian ini menggunakan data IHSG pada perbulan tahun Januari 2015 – Maret 2018 , sehingga pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan data indeks perhitungan saham yang lainnya di Indonesia dan juga dapat menggunakan data selain data *time series*.
2. Estimator yang digunakan pada penelitian ini merupakan estimator Nadaraya-Watson, terdapat metode estimator lain maka diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode estimator lain selain Nadaraya-Watson.
3. Penelitian ini hanya menggunakan fungsi kernel Gaussian dan Epanechnikov , pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan fungsi kernel *Parzen, Quadratic, Triangular, Uniform, Triweight, dan Consines*.
4. Variabel independen yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel dari factor internal yang mempengaruhi IHSG, untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan variabel dari faktor eksternal yang mempengaruhi IHSG.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2018.*Bank Indonesia*. www.bi.go.id.Dikases pada tanggal 15 Februari 2018 (09.30)
- Anonim.-*Yahoo Finance*. www.yahoofinance.com. Diakses pada tanggal 15 Februari 2018 (08:15)
- Anonim.-*Nadaraya Watson*.
<http://www.maths.manchester.ac.uk/~peterf/MATH38011/NPR%20N-W%20Estimator.pdf>. Diakses pada Tanggal 27 Februari 2018 (09:00)
- Anonim.-*Nonparametric Regression*.
<https://www.ssc.wisc.edu/~bhansen/718/NonParametrics2.pdf>.Diakses pada tanggal 27 Februari 2018 (10:21)
- Darmadji,T dan Fakhruddin.2011.*Pasar Modal di Indonesia*.Jakarta: Salemba Empat
- Diulio, E.A.1990.*Uang dan Bank*.Erlangga : Jakarta
- Eubank, R. 1988. *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.
- Fahmi, I. 2012. *Analisis Kinerja Keuangan*. Alfabeta: Bandung
- Halim,S dan Bisono.I., 2006. *Fungsi – Fungsi Kernel pada Metode Regresi Nonparametrik dan Aplikasinya pada Priest River Experimental Forest’s Data*. Jurnal Teknik Industri Vol. 8 No. 1 hal. 73-81. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Halimi, A.S dan Baharuddin, E.2014. *Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi Dalam Pendidikan*.Deepublish : Yogyakarta
- Hardle, Wolfgang. 1990. *Applied Nonparametrik Regression*. New York: Cambridge University Press.
- Jayanti, Y., Darminto, dan Nengah Sudjana.2014.*PengaruhTingkat Inflasi, Tingkat Suku Bunga SBI, Nilai Tukar Rupiah, Indeks Dow Jones, dan Indeks KLSE Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)*. Jurnal Administrasi Bisnis 2 (1) : 1 -10

- Kasabarang, D.C, Adi Setiawan, dan Bambang Sutanto.2012.Uji Normalitas dengan Menggunakan Statistik Jarque Bera. *Seminar nasional pendidikan matematika Ahmad Dahlan*. Universitas Ahmad Dahlan : 5
- Miskhin. 2017. *Ekonomi Keuangan, Perbankan, dan Pasar Keuangan*. Edisi Sebelas. Salemba Empat : Jakarta
- Novia, A.D.2012.*Analisis Perbandingan Uji Autokorelasi Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Prafindhani, Agum, Rukun Santoso dan Sugito.2017.*Analisis Regresi Nonparametrik Kernel Menggunakan Metode Jackknife Sampel Terhapus-1 dan Sampel Terhapus-2*.Jurnal Gaussian.Volume 6. Nomor 1. Halaman 1-10
- Puspitasari, Icha, Suparti dan Yuciana Wulandari. 2012. *Analisis Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Menggunakan Model Regresi Kernel*. *Jurnal Gaussian*.Volume 1. Nomor 1.Halaman 93-101.
- Ronald Walpole, R. H. (1995). *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung: ITB.
- Rosadi, D. (2010). *Analisis Ekonometrika dan Runtun Waktu Terapan dengan R*. Yogyakarta: ANDI.
- Santoso, S. 2000. *Latihan SPSS Statistik Parametrik*. Jakarta : Gramedia.
- Saputra, J.A.2016.*Pemilihan Bandwidth pada Estimator Nadaraya-Watson dengan Tipe Kernel Gaussian pada Data Time Series*.Yogyakarta:FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta (Skripsi)
- Sukarsa,I.K.G dan Igusti Ayu Made Srianadi.2012.*Estimator Kernel dalam Regresi Nonparametri*.Jurnal Matematika.Volume 2. Nomor 1. Halaman 19-30
- Sedyaningrum, M., Suhadak, Nuzula, & Firdausi, N. (2016). *Pengaruh Jumlah Nilai Ekspor, Impor dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Nilai Tuar dan Daya Beli Masyarakat di Indonesia*. *Administrasi Bisnis*, 116.
- Sembiring, R. (1995). *Analisis Regresi*. Bandung: ITB.

- Tandelilin, E. (2017). *Pasar Modal Manajemen Portofolio & Investasi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Utaminingsi, Ratri.2017. *Perbandingan Complete Linkage Dan K-Means Clustering Dalam Pengelompokkan Koperasi Di Banjarnegara*.Yogyakarta.FMIPA Universitas Islam Indonesia (Skripsi)
- Widyastuti, M. 2017. *Analysis of Effects of Inflation, Interest Rates, Rupiah Exchange Rate Toward Composite Stock Price With The Gross Domestic Product As Moderation Variable In The Indonesia Stock Exchange*. The International Journal Of Business And Management 5(1) : 35 – 41
- Wijaya, T.2015. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai IHSG yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia*. Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen 4(6) : 1 - 15

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

Bulan	IHSG	KURS	Inflasi	Tingkat Suku Bunga
Jan-15	5220.566	12641.952	0.070	0.078
Feb-15	5360.579	12813.526	0.063	0.075
Mar-15	5443.356	13132.091	0.064	0.075
Apr-15	5398.292	13012.619	0.068	0.075
Mei-15	5232.220	13206.263	0.072	0.075
Jun-15	4967.810	13379.952	0.073	0.075
Jul-15	4856.557	13441.789	0.073	0.075
Agt-15	4540.782	13850.700	0.072	0.075
Sep-15	4326.478	14468.000	0.068	0.075
Okt-15	4517.163	13864.762	0.063	0.075
Nov-15	4518.389	13740.952	0.049	0.075
Des-15	4501.800	13926.895	0.034	0.075
Jan-16	5217.685	13483.850	0.041	0.073
Feb-16	5245.673	13377.045	0.044	0.070
Mar-16	5405.666	13082.238	0.045	0.068
Apr-16	5336.820	13183.762	0.036	0.068
Mei-16	5401.235	13230.909	0.033	0.068
Jun-16	5166.092	13181.188	0.035	0.065
Jul-16	4870.486	13421.682	0.032	0.065
Agt-16	4769.428	13486.700	0.028	0.053
Sep-16	4852.670	13245.810	0.031	0.050
Okt-16	4836.063	13259.143	0.033	0.048
Nov-16	4708.596	13583.200	0.036	0.048
Des-16	4520.443	13958.350	0.030	0.048
Jan-17	5294.857	13291.762	0.036	0.043
Feb-17	5370.015	13273.842	0.033	0.043
Mar-17	5478.665	13278.500	0.036	0.043
Apr-17	5649.746	13240.294	0.037	0.043
Mei-17	5692.101	13256.600	0.038	0.045
Jun-17	5744.550	13230.533	0.039	0.048
Jul-17	5821.848	13275.095	0.044	0.048
Agt-17	5844.486	13274.818	0.043	0.048
Sep-17	5865.231	13236.947	0.042	0.048
Okt-17	5941.404	13458.318	0.036	0.048
Nov-17	6038.162	13459.364	0.038	0.048
Des-17	6121.168	13488.667	0.035	0.048
Jan-18	6465.087	13313.364	0.034	0.043

Feb-18	6585.652	13522.158	0.032	0.043
Mar-18	6355.085	13689.286	0.033	0.043

Lampiran 2. Tabel t

Titik Persentase Distribusi t (df = 1 – 40)

df	Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
		0.50	0.20	0.10	0.050	0.02	0.010	0.002
1		1.00000	3.07768	6.31375	12.70620	31.82052	63.65674	318.30884
2		0.81650	1.88562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484	22.32712
3		0.76489	1.63774	2.35336	3.18245	4.54070	5.84091	10.21453
4		0.74070	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60409	7.17318
5		0.72669	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03214	5.89343
6		0.71756	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743	5.20763
7		0.71114	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948	4.78529
8		0.70639	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539	4.50079
9		0.70272	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984	4.29681
10		0.69981	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927	4.14370
11		0.69745	1.36343	1.79588	2.20099	2.71808	3.10581	4.02470
12		0.69548	1.35622	1.78229	2.17881	2.68100	3.05454	3.92963
13		0.69383	1.35017	1.77093	2.16037	2.65031	3.01228	3.85198
14		0.69242	1.34503	1.76131	2.14479	2.62449	2.97684	3.78739
15		0.69120	1.34061	1.75305	2.13145	2.60248	2.94671	3.73283
16		0.69013	1.33676	1.74588	2.11991	2.58349	2.92078	3.68615
17		0.68920	1.33338	1.73961	2.10982	2.56693	2.89823	3.64577
18		0.68836	1.33039	1.73406	2.10092	2.55238	2.87844	3.61048
19		0.68762	1.32773	1.72913	2.09302	2.53948	2.86093	3.57940
20		0.68695	1.32534	1.72472	2.08596	2.52798	2.84534	3.55181
21		0.68635	1.32319	1.72074	2.07961	2.51765	2.83136	3.52715
22		0.68581	1.32124	1.71714	2.07387	2.50832	2.81876	3.50499
23		0.68531	1.31946	1.71387	2.06866	2.49987	2.80734	3.48496
24		0.68485	1.31784	1.71088	2.06390	2.49216	2.79694	3.46678
25		0.68443	1.31636	1.70814	2.05954	2.48511	2.78744	3.45019
26		0.68404	1.31497	1.70562	2.05553	2.47863	2.77871	3.43500
27		0.68368	1.31370	1.70329	2.05183	2.47266	2.77068	3.42103
28		0.68335	1.31253	1.70113	2.04841	2.46714	2.76326	3.40816
29		0.68304	1.31143	1.69913	2.04523	2.46202	2.75639	3.39624
30		0.68276	1.31042	1.69726	2.04227	2.45726	2.75000	3.38518
31		0.68249	1.30946	1.69552	2.03951	2.45282	2.74404	3.37490
32		0.68223	1.30857	1.69389	2.03693	2.44868	2.73848	3.36531
33		0.68200	1.30774	1.69236	2.03452	2.44479	2.73328	3.35634
34		0.68177	1.30696	1.69092	2.03224	2.44115	2.72839	3.34793
35		0.68156	1.30621	1.68957	2.03011	2.43772	2.72381	3.34005
36		0.68137	1.30551	1.68830	2.02809	2.43449	2.71948	3.33262
37		0.68118	1.30485	1.68709	2.02619	2.43145	2.71541	3.32563
38		0.68100	1.30423	1.68595	2.02439	2.42857	2.71156	3.31903
39		0.68083	1.30364	1.68488	2.02269	2.42584	2.70791	3.31279
40		0.68067	1.30308	1.68385	2.02108	2.42326	2.70446	3.30688

Titik Persentase Distribusi t (df = 41 – 80)

df \ Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
	0.50	0.20	0.10	0.050	0.02	0.010	0.002
41	0.58052	1.30254	1.68288	2.01954	2.42080	2.70118	3.30127
42	0.58038	1.30204	1.68195	2.01808	2.41847	2.69807	3.29595
43	0.58024	1.30155	1.68107	2.01669	2.41625	2.69510	3.29089
44	0.58011	1.30109	1.68023	2.01537	2.41413	2.69228	3.28607
45	0.57998	1.30065	1.67943	2.01410	2.41212	2.68959	3.28148
46	0.57986	1.30023	1.67866	2.01290	2.41019	2.68701	3.27710
47	0.57975	1.29982	1.67793	2.01174	2.40835	2.68456	3.27291
48	0.57964	1.29944	1.67722	2.01053	2.40658	2.68220	3.26891
49	0.57953	1.29907	1.67655	2.00958	2.40489	2.67995	3.26508
50	0.57943	1.29871	1.67591	2.00856	2.40327	2.67779	3.26141
51	0.57933	1.29837	1.67528	2.00758	2.40172	2.67572	3.25789
52	0.57924	1.29805	1.67469	2.00665	2.40022	2.67373	3.25451
53	0.57915	1.29773	1.67412	2.00575	2.39879	2.67182	3.25127
54	0.57906	1.29743	1.67356	2.00488	2.39741	2.66998	3.24815
55	0.57898	1.29713	1.67303	2.00404	2.39608	2.66822	3.24515
56	0.57890	1.29685	1.67252	2.00324	2.39480	2.66651	3.24226
57	0.57882	1.29658	1.67203	2.00247	2.39357	2.66487	3.23948
58	0.57874	1.29632	1.67155	2.00172	2.39238	2.66329	3.23680
59	0.57867	1.29607	1.67109	2.00100	2.39123	2.66176	3.23421
60	0.57860	1.29582	1.67065	2.00030	2.39012	2.66028	3.23171
61	0.57853	1.29558	1.67022	1.99962	2.38905	2.65886	3.22930
62	0.57847	1.29536	1.66980	1.99897	2.38801	2.65748	3.22696
63	0.57840	1.29513	1.66940	1.99834	2.38701	2.65615	3.22471
64	0.57834	1.29492	1.66901	1.99773	2.38604	2.65485	3.22253
65	0.57828	1.29471	1.66864	1.99714	2.38510	2.65360	3.22041
66	0.57823	1.29451	1.66827	1.99656	2.38419	2.65239	3.21837
67	0.57817	1.29432	1.66792	1.99601	2.38330	2.65122	3.21639
68	0.57811	1.29413	1.66757	1.99547	2.38245	2.65008	3.21446
69	0.57806	1.29394	1.66724	1.99495	2.38161	2.64898	3.21260
70	0.57801	1.29376	1.66691	1.99444	2.38081	2.64790	3.21079
71	0.57796	1.29359	1.66660	1.99394	2.38002	2.64686	3.20903
72	0.57791	1.29342	1.66629	1.99346	2.37926	2.64585	3.20733
73	0.57787	1.29326	1.66600	1.99300	2.37852	2.64487	3.20567
74	0.57782	1.29310	1.66571	1.99254	2.37780	2.64391	3.20406
75	0.57778	1.29294	1.66543	1.99210	2.37710	2.64298	3.20249
76	0.57773	1.29279	1.66515	1.99167	2.37642	2.64208	3.20096
77	0.57769	1.29264	1.66488	1.99125	2.37576	2.64120	3.19948
78	0.57765	1.29250	1.66462	1.99085	2.37511	2.64034	3.19804
79	0.57761	1.29236	1.66437	1.99045	2.37448	2.63950	3.19663
80	0.57757	1.29222	1.66412	1.99005	2.37387	2.63869	3.19526

Lampiran 3. Tabel F

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
46	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42	2.30	2.22	2.15	2.09	2.04	2.00	1.97	1.94	1.91	1.89
47	4.05	3.20	2.80	2.57	2.41	2.30	2.21	2.14	2.09	2.04	2.00	1.96	1.93	1.91	1.88
48	4.04	3.19	2.80	2.57	2.41	2.29	2.21	2.14	2.08	2.03	1.99	1.96	1.93	1.90	1.88
49	4.04	3.19	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.08	2.03	1.99	1.96	1.93	1.90	1.88
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.99	1.95	1.92	1.89	1.87
51	4.03	3.18	2.79	2.55	2.40	2.28	2.20	2.13	2.07	2.02	1.98	1.95	1.92	1.89	1.87
52	4.03	3.18	2.78	2.55	2.39	2.28	2.19	2.12	2.07	2.02	1.98	1.94	1.91	1.89	1.86
53	4.02	3.17	2.78	2.55	2.39	2.28	2.19	2.12	2.06	2.01	1.97	1.94	1.91	1.88	1.86
54	4.02	3.17	2.78	2.54	2.39	2.27	2.18	2.12	2.06	2.01	1.97	1.94	1.91	1.88	1.86
55	4.02	3.16	2.77	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.85