



TUGAS AKHIR - KM184801

**IDENTIFIKASI PARAMETER YANG BERPENGARUH
TERHADAP PERAMALAN HARGA EMAS
MENGUNAKAN METODE ARIMA
(Autoregressive Integrated Moving Average)**

**NURAFISA PRIMADINA PRATIWI
NRP. 0611144000099**

**Dosen Pembimbing
Dra. Farida Agustini Widjajati, MS
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes**

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**



TUGAS AKHIR - KM184801

**IDENTIFIKASI PARAMETER YANG
BERPENGARUH TERHADAP PERAMALAN HARGA
EMAS MENGGUNAKAN METODE ARIMA
(Autoregressive Integrated Moving Average)**

**NURAFISA PRIMADINA PRATIWI
NRP 0611144000099**

**Dosen Pembimbing
Dra. Farida Agustini Widjajati, MS
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes**

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**



FINAL PROJECT - KM184801

**IDENTIFICATION OF PARAMETERS THAT
INFLUENCE THE FORECASTING OF GOLD
PRICES USING ARIMA (Autoregressive
Integrated Moving Average) METHODS**

**NURAFISA PRIMADINA PRATIWI
NRP 0611144000099**

Supervisors

**Dra. Farida Agustini Widjajati, MS
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
Faculty Of Mathematics, Computation, and Data Science
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI PARAMETER YANG BERPENGARUH
TERHADAP PERAMALAN HARGA EMAS
MENGUNAKAN METODE ARIMA
(Autoregressive Integrated Moving Average)
IDENTIFICATION OF PARAMETERS THAT INFLUENCE
THE FORECASTING OF GOLD PRICES USING ARIMA
(Autoregressive Integrated Moving Average) METHODS
TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains, pada
Bidang Studi Matematika Terapan
Program Studi S-1 Departemen Matematika
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

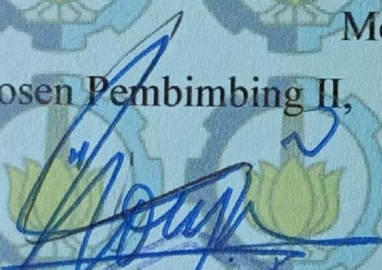
Oleh :


NURAFISA PRIMADINA PRATIWI
NRP. 06111440000099

Menyetujui,


Dosen Pembimbing II,

Dosen Pembimbing I,


Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes
NIP. 19650220 198903 2 002


Dra. Farida Agustini W., MS
NIP. 19540817 198103 2 003

Mengetahui,
Kepala Departemen Matematika
FMKSD ITS


Dr. Imam Mukhlash, S.Si, MT
NIP. 19700831 199403 1 003

Surabaya, 28 Juni 2019

**IDENTIFIKASI PARAMETER YANG BERPENGARUH
TERHADAP PERAMALAN HARGA EMAS
MENGUNAKAN METODE ARIMA
(Autoregressive Integrated Moving Average)**

Nama : Nurafisa Primadina Pratiwi
NRP : 0611144000099
Departemen : Matematika
Dosen Pembimbing : 1. Dra. Farida Agustini Widjajati, MS
2. Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

ABSTRAK

Investasi merupakan penanaman modal yang diharapkan dapat menghasilkan tambahan dana pada masa mendatang. Salah satu investasi yang sering digunakan adalah emas. Tugas Akhir ini menghasilkan ramalan harga emas menggunakan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dengan data yang diperoleh dari World Gold Council. Selain memperoleh peramalan harga emas, hasil dari Tugas Akhir ini adalah untuk memodelan harga emas terhadap lima parameter yang mempengaruhi yaitu : permintaan emas, suku bunga sertifikat bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, serta kurs dollar dengan menggunakan metode regresi linier berganda. Transformasi Cochrane Orcutt dilakukan untuk mengatasi residu yang tidak independen sehingga diperoleh model regresi linier berganda, dari model didapatkan bahwa harga emas dipengaruhi oleh Permintaan emas, Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Inflasi, Harga minyak dunia, dan Kurs Dollar.

Kata kunci : ARIMA, Transformasi Cochrane Orcutt, Harga Emas, Regresi Linier Berganda, Inflasi

***IDENTIFICATION OF PARAMETERS THAT INFLUENCE
THE FORECASTING OF GOLD PRICES USING ARIMA
(Autoregressive Integrated Moving Average) Methods***

Name of Student : Nurafisa Primadina Pratiwi
NRP : 0611144000099
Department : Mathematics
Supervisors : 1. Dra. Farida Agustini Widjajati, MS
2. Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

ABSTRACT

Investment is an capital investment that is expected to generate additional funds in the future. One investment that is often used is gold. This Final Project produces a forecast of gold prices using ARIMA with data obtained from the World Gold Council. In addition to obtaining gold price forecasting, the results of this Final Project are to model gold prices on five influencing parameters, namely: gold demand, bank Indonesia certificate interest rates, inflation, world oil prices, and dollar exchange rates using multiple linear regression methods. The Orcutt Cochrane transformation was carried out to overcome residuals that were not independent so that multiple linear regression models were obtained, from the obtained models showing that gold prices were influenced by Gold demand, Certificate of Bank Indonesia Rates, Inflation, World Oil Prices, and Dollar Exchange Rates.

Keywords: *ARIMA, Cochrane – Orcutt Transformation, Gold Prices, Multiple Linear Regression, Inflation*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik Tugas Akhir ini yang berjudul :

“IDENTIFIKASI PARAMETER YANG BERPENGARUH TERHADAP PERAMALAN HARGA EMAS MENGGUNAKAN METODE ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)”
Sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Departemen Matematika FMKSD ITS Surabaya.

Tugas Akhir ini terselesaikan dengan baik berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Dr. Imam Mukhlash, MT selaku Ketua Departemen Matematika FMKSD ITS.
2. Ibu Dra. Farida Agustini Widjajati, MS dan Ibu Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan serta motivasinya kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini sehingga terselesaikan dengan baik.
3. Ibu Endah Rokhmati Merdika Putri, Ph.D dan Bapak Drs. Iis Herisman, M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan arahan akademik selama penulis menempuh pendidikan di Departemen Matematika FMKSD ITS.
4. Bapak Drs. Soetrisno, MI.Kom, Bapak Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si, dan Bapak Drs. Iis Herisman, M.Si selaku dosen penguji.
5. Bapak dan Ibu dosen serta para staff Departemen Matematika FMKSD ITS yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.
6. Bapak Moch. Ali Widagdo dan Ibu Sri Indarti selaku orangtua tercinta serta Adik saya, Dimas Ardhian Bagaskara yang selalu memberikan semangat dan juga keluarga besar yang selalu mendoakan, menguatkan, serta mendukung penulis sehingga bisa sampai saat ini.
7. Kiki, Hani, Itsna, Tasia, Adzra, Riska, Hana, Agil, Via, Maya, Maulida, Mida, Danti, Dwita, teman – teman wisuda 119, ENDEV

dan seluruh teman-teman AKSIOM14 yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan kepada penulis.

8. Rery Alfia P dan Briyan Fadi Nugraha yang telah memberikan semangat, dukungan, doa, serta bantuan selama pengerjaan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu. Terima kasih atas doa dan dukungan kepada penulis sampai dengan selesainya program ini.

Penulis juga menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat membawa manfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
DAFTAR SIMBOL	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Metode ARIMA	7
2.3 Perumusan Model ARIMA	9
2.3.1 Identifikasi Model ARIMA.....	10
2.3.2 <i>Maximum Likelihood Estimation</i> (MLE)	12
2.3.3 Uji Signifikansi Parameter	13
2.3.4 Uji Diagnostik.....	14
2.3.5 Overfitting	15
2.3.6 Pemilihan Model Terbaik.....	16

2.4	Regresi Linier	16
2.5	Regresi Linier Sederhana	16
2.6	Regresi Linier Berganda.....	17
	2.6.1 Multikolinieritas	17
	2.6.2 Koefisien Korelasi	18
	2.6.3 Estimasi Parameter Model Regresi Linier Berganda	18
	2.6.4 Pengujian Parameter Model Regresi Linier Berganda	19
	2.6.5 Pengujian Asumsi Residual.....	20
2.7	Regresi Stepwise	22
2.8	Transformasi Cochrane Orcutt	23
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian	26
3.2	Sumber Data	29
3.3	Variabel Penelitian	29
3.4	Langkah Analisis	29
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
4.1	Variabel dan Data Penelitian.....	31
4.2	Perumusan Model ARIMA	32
	4.2.1 Identifikasi Model ARIMA	32
	4.2.2 Tahap Estimasi dan Pengujian Parameter	36
	4.2.3 Uji Diagnostik	40
	4.2.4 Hasil Peramalan Harga Emas di Indonesia dengan Model ARIMA.....	41
4.3	Model Regresi Linier Berganda	42
	4.3.1 Identifikasi Model Regresi Linier Berganda	42
	4.3.2 Model Regresi <i>Stepwise</i>	47
	4.3.3 Uji Serentak dan Parsial Parameter	49
	4.3.4 Uji Asumsi Residual.....	51
	4.3.5 Transformasi Cochrane Orcutt	54

4.3.6 Hasil Regresi Harga Emas dengan SBI, HMD dan Kurs Dollar dengan Konstanta dan Uji Asumsi Transformasi I.....	54
4.3.7 Hasil Regresi Harga Emas dengan SBI, HMD dan Kurs Dollar Tanpa Konstanta dan Uji Asumsi Transformasi I.....	58
4.3.8 Transformasi Cochrane Orcutt.....	63
4.3.9 Hasil Regresi Harga Emas dengan SBI, HMD dan Kurs Dollar Tanpa Konstanta dan Uji Asumsi Transformasi II.....	64

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	75
BIODATA PENULIS	117

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1	Transformasi <i>Box-Cox</i> 10
Tabel 2.2	Model Pola ACF dan PACF 12
Tabel 2.3	Tabel ANOVA 19
Tabel 4.1	Deskripsi Data HE, PE, SBI, Inflasi, HMD KD..... 32
Tabel 4.2	Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMA Sementara..... 36
Tabel 4.3	Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model Overfitting ARIMA terhadap Harga Emas di Indonesia 39
Tabel 4.4	Uji Normalitas Residual dan White Noise Harga Emas di Indonesia 40
Tabel 4.5	Nilai MAPE Harga Emas di Indonesia 41
Tabel 4.6	Hasil Prediksi Harga Emas di Indonesia 41
Tabel 4.7	Nilai VIF 42
Tabel 4.8	Korelasi Antar Variabel..... 43
Tabel 4.9	Estimasi Parameter 43
Tabel 4.10	Estimasi Parameter 48
Tabel 4.11	Nilai VIF 55
Tabel 4.12	Estimasi Parameter 55
Tabel 4.13	Estimasi Parameter 59
Tabel 4.14	Estimasi Parameter 64

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 3.1 Diagram Alir langkah Analisis Secara Umum	26
Gambar 3.2 Alur Metode ARIMA	27
Gambar 3.3 Alur Metode Regresi Linier Berganda	28
Gambar 4.1 <i>Box-Cox</i> Harga Emas	33
Gambar 4.2 <i>Box-Cox</i> Data Transformasi 1 Harga Emas ..	33
Gambar 4.3 <i>Box-Cox</i> Data Transformasi 2 Harga Emas ..	34
Gambar 4.4 Plot ACF Data Transformasi Harga Emas	34
Gambar 4.5 Plot ACF <i>differencing</i> lag 1	35
Gambar 4.6 Plot PACF <i>differencing</i> lag 1	35
Gambar 4.7 <i>Output Regresi stepwise</i>	48
Gambar 4.8 Plot Normalitas Residual.....	52
Gambar 4.9 <i>Scatter Plot</i> Residual Identik	53
Gambar 4.10 Normalitas Residual	62
Gambar 4.11 <i>Scatter Plot</i> Residual Identik.....	62
Gambar 4.12 Normalitas Residual	67
Gambar 4.13 <i>Scatter Plot</i> Residual Identik.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran A	Data Harga Emas, Permintaan Emas, Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Inflasi Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar..... 73
Lampiran B	Listing Program SAS 16 untuk Estimasi Parameter dan Uji White Noise pada Model Harga Emas..... 77
Lampiran C	<i>Output Program</i> SAS 16 untuk Estimasi Parameter dan Uji White Noise pada Model Harga Emas..... 81
Lampiran D	<i>Output Program</i> SAS 16 Hasil Prediksi Transformasi Harga Emas 83
Lampiran E	Hasil Prediksi Harga Emas Menggunakan Excel 85
Lampiran F	Tabel Uji ANOVA Regresi Linier Berganda Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Inflasi, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar dengan Konstanta 87
Lampiran G	Tabel Uji Parsial Regresi Linier Berganda Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Inflasi, Harga Minyak Dunia dan Kurs Dollar dengan Konstanta..... 89
Lampiran H	Tabel Uji ANOVA Regresi Stepwise Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Inflasi, Harga Minyak Dunia dan Kurs Dollar dengan Konstanta..... 91

Lampiran I	Tabel Uji Parsial Regresi Stepwise Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Inflasi, Harga Minyak Dunia dan Kurs Dollar dengan Konstanta	93
Lampiran J	Hasil Transformasi Cochrane Orcutt I	95
Lampiran K	Tabel Uji ANOVA Regresi Linier Berganda Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Inflasi, Harga Minyak Dunia dan Kurs Dollar dengan Konstanta Transformasi 1	99
Lampiran L	Tabel Uji Parsial Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Inflasi, Harga Minyak Dunia dan Kurs Dollar dengan Konstanta Transformasi 1 ..	101
Lampiran M	Tabel Uji ANOVA Regresi Linier Berganda Harga Emas, Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Harga Minyak Dunia dan Kurs Dollar tanpa Konstanta Transformasi I	103
Lampiran N	Tabel Uji Parsial Harga Emas Terhadap Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Harga Minyak Dunia dan Kurs Dollar tanpa Konstanta Transformasi I	105
Lampiran O	Hasil Transformasi Cochrane Orcutt II	107
Lampiran P	Tabel Uji ANOVA Regresi Linier Berganda Harga Emas, Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Harga Minyak Dunia dan Kurs Dollar tanpa Konstanta Transformasi II	111
Lampiran Q	Tabel Uji Parsial Harga Emas Terhadap Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia, Harga	

Minyak Dunia dan Kurs Dollar tanpa Konstanta Transformasi II.....	113
--	-----

DAFTAR SIMBOL

Y_t	: data ke t
ϕ_p	: parameter <i>autoregressive</i> ke p
a_t	: nilai kesalahan pada waktu ke t
θ_q	: parameter <i>moving average</i> ke q
B	: operator <i>back shift</i>
$\hat{\rho}_k$: autokorelasi pada <i>lag</i> ke k
\bar{Y}	: nilai rata-rata Y_t
n	: jumlah data
d	: orde pembeda
$\bar{\phi}_k$: autokorelasi parsial pada <i>lag</i> ke k
H_0	: $\phi_p = 0$ (parameter ϕ_p tidak signifikan dalam model)
H_1	: $\phi_p \neq 0$ (parameter ϕ_p signifikan dalam model)
K	: lag maksimum
k	: lag ke- k
\hat{Y}_t	: data ramalan pada waktu ke t .
Y	: variabel respon
X_1, X_2	: variabel prediktor
β_0	: konstanta
β_1, β_2	: koefisien regresi
ε	: residual
r_{xy}	: koefisien korelasi
x_t	: variabel x amatan ke t
\bar{x}	: nilai rata rata variabel x
y_t	: variabel y amatan ke t
\bar{y}	: nilai rata rata variabel y
MSR	: <i>Mean of Square Regresi</i>
MSE	: <i>Mean of Square Residual</i>
β_k	: parameter ke k
$SE(\beta_k)$: <i>standart</i> residual parameter ke k
d	: nilai Durbin Watson

- ε_t : residual ke - t
 $F_0(x)$: fungsi peluang berdistribusi normal
 $S(x)$: fungsi distribusi kumulatif dari data sampel
 ρ : parameter regresi
 Y_t^* : data transformasi Cochrane – orcutt pada waktu - t

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang yang mendasari penulisan Tugas Akhir ini. Di dalamnya mencakup identifikasi permasalahan pada Tugas Akhir kemudian dirumuskan menjadi permasalahan yang diberikan batasan-batasan dalam pembahasan pada Tugas Akhir ini.

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara terbesar di Asia Tenggara, Indonesia merupakan negara kepulauan yang mencakup lebih dari 300 suku yang telah memperlihatkan pertumbuhan ekonomi yang sangat baik sejak krisis finansial Asia di akhir tahun 1990an [1]. Saat ini Indonesia adalah negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat di dunia, dengan ekonomi terbesar berdasarkan paritas daya beli. Produk Domestik Bruto (PDB) atau pertumbuhan ekonomi di Indonesia selama tahun 2017 mencapai 5,07 persen, data tersebut merupakan angka pertumbuhan ekonomi tertinggi sejak tahun 2014 [2].

Peningkatan perekonomian di Indonesia menyebabkan kesadaran masyarakat dalam minat berinvestasi menjadi meningkat. Investasi didefinisikan sebagai penanaman modal yang diharapkan dapat menghasilkan tambahan dana pada masa mendatang [3]. Salah satu instrumen investasi adalah emas. Emas adalah salah satu instrumen investasi terbaik karena harga emas meningkat setiap tahunnya melebihi inflasi [4].

Terjadi kenaikan harga emas pada tahun 2010 – 2011 mencapai 25 persen, di periode yang sama terjadi inflasi sebesar 5,38 persen. Selisih menunjukkan hampir 20 persen. Maka, emas dapat dijadikan salah satu instrumen investasi yang beresiko sedang atau paling aman karena kenaikannya yang melebihi inflasi walau tingkat pengembaliannya belum tentu lebih tinggi dari instrumen investasi lainnya [4].

Harga emas selalu mengalami fluktuasi, dalam jangka panjang fluktuasi ini mengarah pada peningkatan harga emas [4]. Para investor harus memperhatikan faktor penentu fluktuasi harga emas agar tidak mengalami kerugian. Terdapat lima parameter utama yang dianggap paling signifikan dalam mempengaruhi harga emas. Kelima parameter tersebut adalah permintaan emas, suku bunga sertifikat bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, dan kurs dollar [4].

Parameter yang mempengaruhi harga emas tersebut digunakan untuk memodelkan harga emas menggunakan metode Regresi Linier Berganda, selain memodelkan parameter yang mempengaruhi harga emas menggunakan Regresi Linier Berganda, tujuan dari Tugas Akhir ini untuk meramalkan harga emas di Indonesia menggunakan metode ARIMA, karena metode ARIMA dinilai lebih mudah diimplimentasikan karena proses pencarian model ARIMA yang sederhana.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan permasalahan dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil peramalan harga emas dengan menggunakan metode ARIMA periode Triwulan I tahun 2019 sampai Triwulan IV tahun 2019?
2. Bagaimana pemodelan harga emas di Indonesia menggunakan Regresi Linier Berganda berdasarkan permintaan emas, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, dan kurs dollar?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam Tugas Akhir ini tidak menyimpang dari apa yang telah dirumuskan serta untuk menyederhanakan masalah yang dihadapi, diperlukan batasan masalah.

Batasan-batasan dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Data yang digunakan untuk meramalkan harga emas adalah data sekunder yang diperoleh dari Gold Price dengan periode Triwulan I tahun 2000 sampai Triwulan IV tahun 2018 dan data yang digunakan untuk memodelkan harga emas adalah data sekunder berupa data triwulan harga emas dari Gold Price, permintaan emas dari World Gold Council, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia dan Kurs Dollar dari Bank Indonesia, harga minyak dunia dari Thomson Reuters, dan Inflasi dari BPS dengan periode Triwulan I tahun 2000 sampai Triwulan II tahun 2018.
2. Variabel prediktor yang digunakan dalam memodelkan harga emas adalah permintaan harga emas, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, dan kurs dollar.
3. Software yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah aplikasi Minitab 18, SAS 16, dan Excel 2019 sebagai alat bantu untuk menghitung hasil peramalan dan pemodelan harga emas.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya, tujuan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mendapatkan hasil ramalan harga emas periode Triwulan I tahun 2019 sampai Triwulan IV tahun 2019 dengan menggunakan metode ARIMA.
2. Mendapatkan model matematika harga emas di Indonesia menggunakan Regresi Linier Berganda terhadap permintaan harga emas, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, dan kurs dollar.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil dari Tugas Akhir ini diharapkan mampu menjadi referensi bacaan serta bahan masukan yang bermanfaat untuk melakukan penelitian selanjutnya.
2. Sebagai bahan referensi bagi pihak ruang baca matematika (RBM) sebagai bahan bacaan yang dapat menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca dalam hal ini yang dimaksud adalah mahasiswa yang lainnya.
3. Memberikan pelajaran secara nyata dalam menyelesaikan permasalahan dalam bidang matematika.
4. Menguji kemampuan pribadi yang diperoleh selama perkuliahan mampu digunakan dalam berhubungan dengan masyarakat di dunia kerja.

Manfaat lainnya yaitu sebagai salah satu alternatif untuk mendapatkan gambaran tentang harga emas untuk periode selanjutnya, yang nanti digunakan sebagai solusi untuk berinvestasi.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Penulisan Tugas Akhir ini disusun dalam lima bab, yaitu :

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab I dijelaskan gambaran umum dari penulisan Tugas Akhir yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II diuraikan tentang teori-teori utama maupun materi penunjang yang terkait dengan permasalahan dalam Tugas Akhir, antara lain yaitu penelitian terdahulu, Metode Arima, dan Metode Regresi Linier Berganda. Teori-teori tersebut digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab III dijelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Tahapan tersebut adalah Pengumpulan Data, Studi Literatur, Pembentukan Model peramalan ARIMA, Pembentukan Model Regresi Linier Berganda, Penarikan Kesimpulan, Penulisan Tugas Akhir.

4. BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV dibahas secara detail mengenai proses peramalan harga emas di Indonesia berdasarkan harga emas di Indonesia dengan menggunakan metode ARIMA, serta mengetahui model hubungan antara harga emas, permintaan emas, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, serta kurs dollar.

5. BAB V PENUTUP

Pada bab V berisi kesimpulan akhir yang diperoleh dari analisis dan pembahasan Tugas Akhir serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai penelitian terdahulu serta dasar teori dan metode yang digunakan dalam Tugas Akhir.

2.1 Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka yang digunakan dalam Tugas Akhir adalah beberapa penelitian yang relevan dengan tema yang diambil. Penulisan Tugas Akhir merujuk pada beberapa penelitian-penelitian sebelumnya yang sesuai dengan topik yang diambil yaitu terdapat pada jurnal *Gold Price Forecasting ARIMA model* oleh Banhi Guha, dkk pada tahun 2016 yang menerapkan model *time series ARIMA* untuk melakukan peramalan pada data harga emas di India [5]. Penelitian selanjutnya oleh Briyan Fadi dengan judul *Peramalan Inflasi Indonesia Berdasarkan IHK Terhadap Ekspor, Impor, dan BI rates* pada tahun 2018. Meramalkan indeks harga konsumen menggunakan ARIMA dengan data yang diperoleh dari BPS. Setelah diperoleh model peramalan IHK dicari hubungan linier IHK terhadap ekspor, impor dan *BI rates* dengan regresi linier berganda [6].

2.2 Model ARIMA

Model *Autoregressive Intergrated Moving Average* (ARIMA) telah dipelajari secara mendalam oleh Goerge Box dan Gwilym Jenkins pada tahun 1967 [7]. Model ARIMA sering juga disebut model runtun waktu Box -Jenkins. Model ARIMA adalah model yang menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. Model ARIMA cocok untuk observasi dari *time series* yang secara statistic berhubungan satu sama lain (*dependent*).

Model Box - Jenkins (ARIMA) dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu : model *autoregressive* (AR), *moving average* (MA), dan

model campuran ARIMA (*autoregressive moving average*) yang mempunyai karakteristik dari dua model pertama.

Model *autoregressive* (AR) adalah model yang mendeskripsikan bahwa variable terikat dipengaruhi oleh variable terikat itu sendiri pada periode sebelumnya. Bentuk umum model *autoregressive* dengan ordo ke - p atau model ARIMA ($p,0,0$) dinyatakan sebagai berikut [8]:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t; a_t \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

dengan :

Y_t : data ke t

ϕ_p : parameter *autoregressive* ke p

a_t : nilai kesalahan pada waktu ke t

Model *moving average* (MA) adalah model yang mendeskripsikan secara eksplisit hubungan ketergantungan antara nilai - nilai kesalahan berurutan. Bentuk umum model *moving average* dengan ordo ke - q atau ARIMA ($0,0,q$) dinyatakan sebagai berikut [8]:

$$Y_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}; a_t \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

dengan :

Y_t : data ke t

θ_q : parameter *moving average* ke q

a_t : nilai kesalahan pada waktu ke t

Model *autoregressive moving average* (ARMA) adalah gabungan dari model AR dan MA. Bentuk umum model ARIMA (p,q) atau ARIMA ($p, 0, q$) dinyatakan sebagai berikut [8] :

$$\phi_p(B)Y_t = \theta_q(B)a_t; a_t \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

dengan :

$$\phi_p(B) : (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta_q(B) : (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$$

Y_t : data ke t

B : operator *back shift*

ϕ_p : parameter autoregressive ke p

θ_q : parameter *moving average* ke q

a_t : nilai kesalahan pada waktu ke t

Model ARIMA adalah gabungan dari model AR dan MA dengan penambahan nonstasioneritas pada model. Dengan orde p menyatakan operator AR, orde d menyatakan orde *differencing*, dan orde q menyatakan operator MA. Bentuk umum model ARIMA (p,d,q) adalah sebagai berikut [8]:

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Y_t = \theta_q(B)a_t; a_t \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2) \quad (2.1)$$

dengan :

$$\phi_p(B) : (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta_q(B) : (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$$

Y_t : data ke t

B : operator *back shift*

ϕ_p : parameter autoregressive ke p

θ_q : parameter *moving average* ke q

a_t : nilai kesalahan pada waktu ke t

2.3 Perumusan Model ARIMA

Terdapat empat tahapan dalam merumuskan model ARIMA yaitu tahap identifikasi model, penaksiran dan pengujian parameter, diagnostik cek, dan peramalan

2.3.1 Identifikasi Model ARIMA

Data *time series* adalah data yang dikumpulkan dari serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan menurut urutan waktu kejadiannya dengan interval waktu yang tetap. Setiap pengamatan dinyatakan sebagai variabel random Z_t yang diperoleh berdasarkan indeks waktu tertentu (t_i) dengan $i = 1, 2, \dots, n$ sehingga data *time series* dapat ditulis sebagai berikut $Z_{t_1}, Z_{t_2}, Z_{t_3}, \dots, Z_{t_n}$.

Data yang digunakan untuk *time series* adalah data yang stasioner dalam *mean* dan varian.

Data *time series* dikatakan stasioner dalam varian jika varian dari data bernilai konstan. Dilihat dari plot *Box -Cox*, jika λ (*rounded value*) mendekati 1 maka data dikatakan stasioner dalam varian. Untuk mengatasi ketidakstasioneran dalam varian perlu dilakukan transformasi *Box -Cox*. Secara umum, dapat digunakan transformasi *Box -Cox* dengan persamaan sebagai berikut

$$T(Y_t) = \begin{cases} \frac{(Y_t^\lambda) - 1}{\lambda} , \lambda \neq 0 \\ \ln(Y_t) , \lambda = 0 \end{cases}$$

Transformasi *Box - Cox* adalah transformasi pangkat oleh λ pada variabel tak bebas Y sehingga transformasinya menjadi Y^λ , dimana Transformasi *Box - Cox* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Transformasi *Box-Cox*

Estimasi λ	Transformasi
-1.0	$1/Y_t$
-0.5	$1/\sqrt{Y_t}$
0	$\ln(Y_t)$
0.5	$\sqrt{Y_t}$
1	Y_t (tidak ada transformasi)

Fungsi autokorelasi atau *autocorrelation function* (ACF) merupakan suatu hubungan linier antara pengamatan Y_t dengan pengamatan Y_{t+k} [8].

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}, k = 0, 1, 2, \dots$$

dengan :

$\hat{\rho}_k$: autokorelasi pada *lag* ke k

Y_t : data ke t

\bar{Y} : nilai rata-rata Y_t

n : jumlah data

Data *time series* dikatakan stasioner dalam *mean* apabila nilai - nilai autokorelasinya turun secara cepat menuju nol. Sedangkan jika nilai - nilai autokorelasinya turun secara lambat menuju nol maka data tersebut tidak stasioner terhadap *mean*. Untuk mengatasi ketidakstasioneran dalam *mean* perlu dilakukan pembedaan (*differencing*). Secara umum proses pembedaan orde k - d adalah :

$$B^d(Y_t) = Y_{t-d}$$

dengan :

B : operator shift mundur (*backward shift*)

d : orde pembeda

Fungsi autokorelasi parsial atau *partial autocorrelation function* (PACF) digunakan untuk menunjukkan besarnya hubungan antar nilai variabel yang sama dengan menganggap pengaruh dari semua kelambatan waktu yang lain adalah konstan [8].

$$\bar{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{(\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \bar{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_{k+1-j})}{1 - \sum_{j=1}^k \bar{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_j}$$

dengan :

$\hat{\rho}_k$: autokorelasi pada *lag* ke k

$\hat{\phi}_k$: autokorelasi parsial pada *lag* ke k

Pada tahap identifikasi model, data diuji kestasionerannya baik dalam varian maupun dalam *mean*. Setelah data stasioner dalam varian dan *mean* maka dilakukan pemilihan model yang sesuai dengan cara mengidentifikasi orde AR(p) dan MA(q) pada pola ACF dan PACF dengan acuan seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Model Pola ACF dan PACF

Model	Pola ACF	Pola PACF
AR (p)	Menurun secara eksponensial	Terpotong setelah <i>lag</i> ke $-p$
MA (q)	Terpotong setelah <i>lag</i> ke $-q$	Menurun secara eksponensial
ARMA (p,q)	Menurun secara eksponensial setelah lag ke $-(q - p)$	Menurun secara eksponensial setelah lag ke $-(p - q)$

Tabel 2.2 menunjukkan cara menentukan model AR, MA, dan ARMA. Untuk menentukan orde tertinggi q dapat dilihat dari banyaknya *lag* yang keluar pada plot ACF. Untuk menentukan orde tertinggi p dapat dilihat dari banyaknya *lag* yang keluar pada plot PACF.

2.3.2 Maximum Likelihood Estimation (MLE)

Metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) adalah metode yang digunakan untuk menduga parameter dengan memaksimumkan fungsi *likelihood*. Adapun fungsi (*likelihood*) $L(\theta)$ sebagai berikut :

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i|\theta)$$

Misalkan diketahui Populasi $X \sim f(x, \theta)$, maka langkah – langkah metode MLE sebagai berikut :

1. Ambil n sampel random x_1, x_2, \dots, x_n yang berdistribusi sama dengan X
2. Buat fungsi Likelihood yaitu fungsi distribusi peluang bersama dari x_1, x_2, \dots, x_n

$$L(x_1, x_2, \dots, x_n | \theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i | \theta)$$

3. Maksimumkan fungsi Likelihood terhadap θ

$$\frac{\partial L(\theta)}{\partial \theta} = 0 \rightarrow \text{didapat } \hat{\theta}$$

$$\left. \frac{\partial^2 L(\theta)}{\partial \theta^2} \right|_{\theta = \hat{\theta}} < 0 \rightarrow \hat{\theta} \text{ penaksir } \theta$$

Atau dengan $\ln L(\theta)$

$$\frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta} = 0 \rightarrow \text{didapat } \hat{\theta}$$

$$\left. \frac{\partial^2 \ln L(\theta)}{\partial \theta^2} \right|_{\theta = \hat{\theta}} < 0 \rightarrow \hat{\theta} \text{ penaksir } \theta$$

Umumnya untuk mempermudah perhitungan secara matematis digunakan fungsi log-likelihood :

$$\ln L(\theta) = \sum_{i=1}^n \ln f(x_i | \theta)$$

2.3.3 Uji Signifikansi Parameter

Setelah melakukan perhitungan estimasi parameter dilakukan uji signifikansi parameter. Uji ini digunakan untuk mengetahui parameter $AR(p)$ dan $MA(q)$ signifikan atau tidak. Jika parameter tersebut signifikan maka model layak digunakan.

Pengujian Signifikansi parameter ϕ meliputi [9]:

Hipotesa:

$H_0 : \phi_p = 0$ (parameter ϕ_p tidak signifikan dalam model)

$H_1 : \phi_p \neq 0$ (parameter ϕ_p signifikan dalam model)

Statistika Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}_p}{SE(\hat{\phi}_p)} \quad (2.2)$$

Kriteria Pengujian :

Jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2},(n-1)}$ sehingga H_0 ditolak, artinya parameter model signifikan.

2.3.4 Uji Diagnostik

Dalam menentukan model ARIMA yang terbaik, harus dipilih model yang seluruh parameternya signifikan, kemudian memenuhi dua asumsi residual yaitu berdistribusi normal dan *white noise*.

1. Distribusi Normal

Pengujian kenormalan dapat dihitung dengan menggunakan Kolmogorov-Smirnov yang meliputi:

Hipotesa :

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ Residual berdistribusi normal.

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ Residual tidak berdistribusi normal.

Statistika Uji :

$$D_{hitung} = \sup_x |S(x) - F_0(x)|, \quad (2.3)$$

dengan :

$F_0(x)$: Fungsi peluang berdistribusi normal

$S(x)$: Fungsi distribusi kumulatif dari data sampel

Kriteria Pengujian :

Jika $D_{hitung} > D_{1-\alpha,n}$ sehingga H_0 ditolak, artinya residual memenuhi syarat normalitas.

1. *White Noise*

Pada model ARIMA residual yang diperoleh harus memenuhi asumsi yaitu *white noise*. Pengujian asumsi *white noise* dilakukan dengan menggunakan uji *Ljung-Box* yang meliputi [8]:

Hipotesa :

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$$

H_1 : minimal ada satu ρ_i yang tidak sama dengan nol, $i = 1, 2, \dots, k$.

Statistika Uji :

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{(\hat{\rho}_k)^2}{n-k}, \quad n > k \quad (2.4)$$

dengan :

K : lag maksimum

n : jumlah data

k : lag ke- k

$\hat{\rho}_k$: autokorelasi residual untuk lag ke- k

Kriteria Pengujian:

Jika $Q > \chi^2(\alpha; K - p - q)$ sehingga H_0 ditolak, artinya residual memenuhi syarat *white noise*, dengan α adalah taraf signifikan, K adalah lag maksimum, p adalah orde dari AR, dan q adalah orde dari MA

2.3.5 Overfitting

Salah satu prosedur pemeriksaan diagnosis yang dikemukakan Box Jenkins adalah *overfitting*, yakni dengan menambah satu atau lebih parameter dalam model yang dihasilkan pada tahap identifikasi. Model yang dihasilkan dari proses *overfitting* dijadikan sebagai model alternatif yang kemudian dicari model yang terbaik diantara model-model yang signifikan.

2.3.6 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik membutuhkan kriteria untuk dapat menentukan model terbaik dan akurat. Pemilihan model yang terbaik dapat menggunakan mean absolute percentage error (MAPE), jika nilai MAPE semakin kecil maka model tersebut akan semakin baik untuk digunakan. Berikut ini merupakan rumus memperoleh MAPE:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.5)$$

dengan :

n : banyaknya data

Y_t : data pada waktu ke t

\hat{Y}_t : data ramalan pada waktu ke t .

Semakin kecil nilai MAPE, maka semakin baik dan model tersebut layak untuk digunakan

2.4 Regresi Linier

Regresi linier merupakan suatu persamaan yang menggambarkan hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor, dimana model ini dapat digunakan untuk memprediksi nilai variabel terikat apabila diberikan nilai dari variabel bebas [9].

2.5 Regresi Linier Sederhana

Regresi linier sederhana adalah regresi linier yang hanya melibatkan dua variabel prediktor X dan variabel respon Y . Model regresi linier sederhana X dan Y ditulis dalam bentuk sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon; \varepsilon \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

dengan :

Y : variabel respon

β_0 : konstanta

β_1 : koefisien regresi
 X_1 : variabel prediktor ke 1
 ε : error

2.6 Regresi Linier Berganda

Regresi linier berganda adalah regresi yang variabel respon Y dihubungkan dengan lebih dari satu variabel prediktor X . Bentuk umum model regresi linier berganda adalah :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon ; \varepsilon \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma_e^2) \quad (2.6)$$

dengan :

Y : variabel respon
 X_1, X_2 : variabel prediktor
 β_0 : konstanta
 β_1, β_2 : koefisien regresi
 ε : error
 k : banyaknya variabel prediktor

2.6.1 Multikolinieritas

Multikolinieritas merupakan suatu kondisi dimana terdapat hubungan linier antara variabel – variabel prediktor dari model regresi. Dalam model regresi linier diasumsikan bahwa tidak ada multikolinieritas maka parameter regresi tidak dapat diperkirakan dengan akurasi yang tinggi, sehingga perlu dilakukan uji multikolinieritas terhadap variabel – variabel prediktornya [9].

$$VIF = \frac{1}{1 - R_t^2}$$

dimana R_t^2 adalah koefisien determinasi variabel prediktor X_t dengan variabel prediktor lainnya. Apabila koefisien determinasi mendekati 0, maka nilai VIF mendekati 1, sehingga menunjukkan bahwa tidak terjadi multikolinieritas pada variabel X_t . Sedangkan

dalam aturan VIF, nilai yang melebihi 10 mengindikasikan sejumlah masalah multikolinieritas [9].

2.6.2 Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi adalah pengukuran numerik untuk menentukan kekuatan hubungan kedua variabel [12]. Secara umum koefisien korelasi dirumuskan dengan rumus sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})(y_t - \bar{y})}{\sqrt{(\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2)(\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2)}}; t = 1, 2, 3, \dots, n$$

dengan :

r_{xy} : koefisien korelasi

x_t : variabel x amatan ke - t

\bar{x} : nilai rata rata variabel x

y_t : variabel y amatan ke - t

\bar{y} : nilai rata rata variabel y

n : banyaknya data

2.6.3 Estimasi Parameter Model Regresi Linier Berganda

Estimasi parameter ini bertujuan untuk mendapatkan model regresi linier berganda yang digunakan dalam analisis. Pada materi pelatihan ini, metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter model regresi linier berganda adalah metode kuadrat terkecil atau sering juga disebut dengan metode ordinary least square (OLS). Metode OLS ini bertujuan meminimumkan jumlah kuadrat error. Berdasarkan persamaan dapat diperoleh penaksir (estimator) OLS untuk β adalah sebagai berikut [9].

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \quad (2.7)$$

2.6.4 Pengujian Parameter Model Regresi Linier Berganda

Pengujian parameter ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon, baik secara serentak maupun parsial. Pengujian parameter ini menggunakan ANOVA (*analysis of variance*). Tabel ANOVA dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Tabel ANOVA

Sumber Variasi	Df	SS	MS
Regresi	k	$SSR = \mathbf{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{Y} - \left(\frac{1}{n}\right) \mathbf{Y}'\mathbf{IY}$	$MSR = \frac{SSR}{k}$
Residual	$n - k - 1$	$SSE = \mathbf{Y}'\mathbf{Y} - \mathbf{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{Y}$	$MSE = \frac{SSE}{n - k - 1}$
Total	$n - 1$	$SST = \mathbf{Y}'\mathbf{Y} - \left(\frac{1}{n}\right) \mathbf{Y}'\mathbf{IY}$	

Keterangan

MSR : *Mean of Square Regresi*

MSE : *Mean of Square Residual*

Pengujian parameter secara serentak (simultan) adalah sebagai berikut [10].

Hipotesis :

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_k = 0$; (dengan k adalah banyaknya parameter)

$H_1 : \text{ada } \beta_k \neq 0$; (dengan k adalah parameter ke-0 sampai ke- k)

Uji Statistik :

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE} \quad (2.8)$$

Nilai MSR dan MSE dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Kriteria pengujian :

H_0 ditolak apabila nilai statistik uji $F_{hitung} > F_{\alpha, k, (n-k-1)}$, sehingga semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon, dengan α adalah taraf signifikan, n adalah jumlah data, dan k adalah banyaknya variabel prediktor.

Prosedur pengujian parameter secara parsial adalah sebagai berikut.

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0$$

Uji Statistik :

$$t_{hitung} = \frac{\beta_k}{SE(\beta_k)} \quad (2.9)$$

dengan :

β_k : parameter ke – k

$SE(\beta_k)$: standart residual parameter ke – k

Kriteria pengujian :

H_0 ditolak apabila nilai statistik uji $|t_{hitung}| > T_{\alpha/2, (n-k-1)}$, sehingga variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon, dengan α adalah taraf signifikan, n adalah jumlah data, dan k adalah banyaknya parameter variabel prediktor.

2.6.5 Pengujian Asumsi Residual

Residual adalah simpangan antara nilai data dengan nilai taksirannya yang dianggap nilai kesalahan. Dalam regresi terdapat

3 asumsi residual yang harus dipenuhi yaitu residual harus identik, independen, dan berdistribusi normal [10].

1. Identik

Dalam regresi, model harus memenuhi residual yang bersifat identik yaitu residual mempunyai varians yang homogen. Untuk menguji apakah residual telah identik dapat dilihat pada *scatter plot* dari residual. Jika *scatter plot* residual berdistribusi tidak memiliki pola berbentuk corong maka dapat dikatakan residual telah identik.

2. Independen

Pengujian asumsi residual independen bertujuan untuk menguji apakah terdapat atau tidaknya autokorelasi pada model regresi. Terjadinya autokorelasi diakibatkan oleh adanya hubungan antar variabel prediktor. Untuk menguji ada atau tidaknya autokorelasi dapat dilakukan dengan melakukan uji Durbin – Watson.

Hipotesa :

H_0 : residual variabel respon independen

H_1 : residual variabel respon dependen

Statistik Uji :

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-2})^2}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2} \quad (2.10)$$

dengan :

d : nilai Durbin Watson

n : banyaknya data

ε_t : residual ke – t

Kriteria uji :

H_1 ditolak apabila nilai statistik uji $dU < d < 4 - dU$, sehingga residual memenuhi asumsi independen dengan dU adalah nilai dari Durbin- Watson *upper*

3. Normalitas

Pengujian asumsi residual berdistribusi normal bertujuan untuk menguji layak atau tidaknya model regresi. Uji asumsi normalitas residual dapat dilakukan dengan uji *Kolmogorov–Smirnov* [10].

Hipotesa :

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ Residual berdistribusi normal

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ Residual tidak berdistribusi normal

Statistik uji :

$$D_{hitung} = \sup_x |S(x) - F_0(x)|, \quad (2.11)$$

dengan :

$F_0(x)$: Fungsi peluang berdistribusi normal

$S(x)$: Fungsi distribusi kumulatif dari data sampel

n : banyaknya residual

Kriteria Pengujian :

Karena $D_{hitung} > D_{1-\alpha, n}$ sehingga H_0 ditolak, artinya residual memenuhi uji normalitas.

2.7 Regresi Stepwise

Prosedur regresi stepwise merupakan salah satu prosedur pemilihan himpunan variabel prediktor terbaik [11]. Dalam melakukan regresi stepwise perlu dilakukan langkah langkah sebagai berikut :

1. Penentuan korelasi antara variabel prediktor dengan variabel respon.
2. Variabel prediktor yang masuk kepersamaan regresi adalah variabel yang mempunyai korelasi yang tinggi terhadap variabel respon dan signifikan terhadap uji asumsi.
3. Jika terdapat variabel prediktor yang tidak signifikan terhadap variabel respon maka dilakukan regresi tanpa variabel prediktor tersebut.

2.8 Transformasi Cochrane Orcutt

Pada model regresi yang tidak memenuhi uji asumsi residual independen dapat dilakukan transformasi Cochrane Orcutt guna mendapatkan persamaan regresi yang memenuhi uji residual independen dengan mentransformasikan Y_t dengan Cochrane Orcutt menjadi Y_t^* dengan

$$Y_t^* = Y_t - \rho Y_{t-1} \quad (2.12)$$

dengan mencari nilai ρ seperti pada persamaan sebagai berikut [9].

$$\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} \quad (2.13)$$

dengan :

ε : residual ke - t

ρ : parameter regresi

Y_t : data pada waktu ke - t

Y_t^* : data transformasi Cochrane - orcutt pada waktu - t

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu cara yang digunakan dalam rangka kegiatan penelitian, sehingga pelaksanaan penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Dengan metode penelitian, data yang diperoleh semakin lengkap untuk memecahkan masalah yang dihadapi. Metode penelitian yang digunakan penulis diantaranya :

1. Studi Literatur

Pada tahap studi literatur dilakukan pembelajaran yang bersumber baik dari jurnal, thesis, maupun buku mengenai peramalan dengan menggunakan metode ARIMA dan pemodelan harga emas menggunakan Regresi Linier Berganda untuk menunjang dan menyelesaikan permasalahan dalam tugas akhir ini.

2. Pengumpulan dan Pengamatan Data

Setelah dilakukan studi literatur terkait metode yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengumpulan data inflasi, harga emas, permintaan emas, kurs dollar, suku bunga, harga minyak dunia. Setelah semua data telah terkumpul dilakukan pengamatan data.

3. Perhitungan Peramalan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan *forecasting* dengan menggunakan metode ARIMA dan dibantu alat hitung menggunakan Minitab, SAS, dan Excel 2016 dengan harga emas sebagai variabel peramalan.

4. Pencarian Model Matematika

Pada tahap pencarian model matematika dilakukan proses perhitungan pencarian model matematika antar variabel yang diduga mempengaruhi harga emas yaitu, permintaan

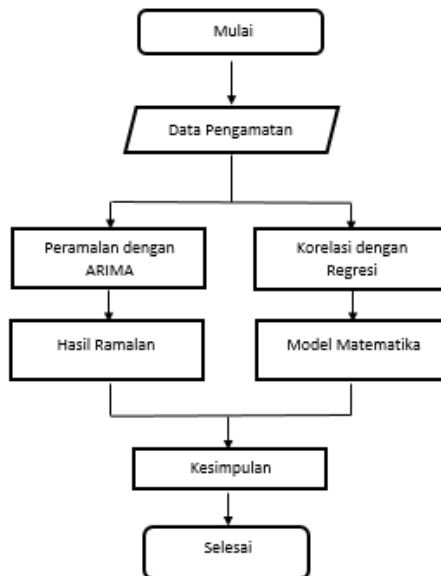
emas, inflasi, kurs dollar, suku bunga, serta harga minyak dunia dengan menggunakan metode Regresi Linier Berganda

5. Penarikan Kesimpulan dan Penyusunan Tugas Akhir.

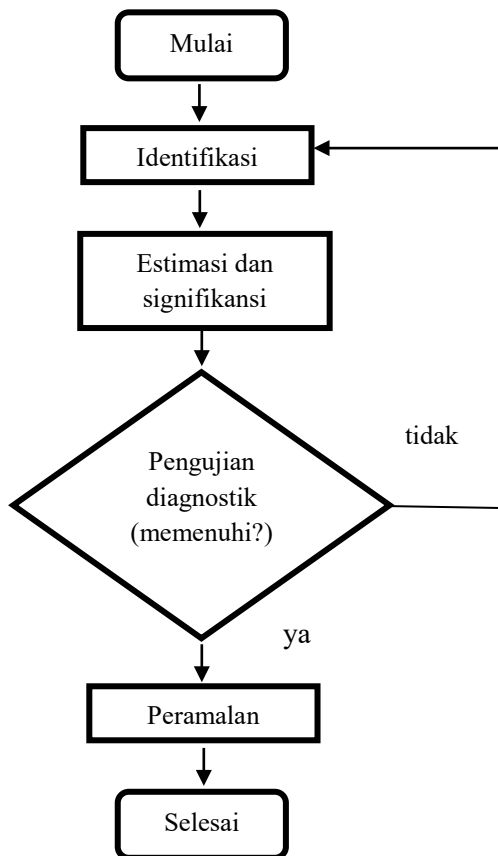
Pada tahap terakhir merupakan proses untuk menarik kesimpulan dan penulisan tugas akhir atas apa yang dilakukan selama pengerjaan tugas akhir.

3.1 Diagram Alir Penelitian

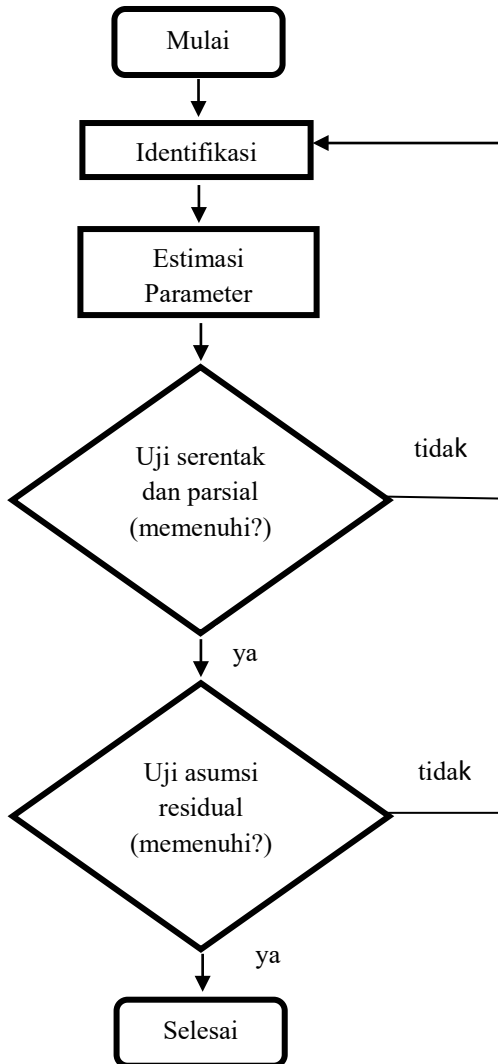
Diagram alir pengerjaan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.1, Alur Metode ARIMA dapat dilihat pada Gambar 3.2, Alur Metode Regresi dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3. 1 Diagram Alir langkah Analisis Secara Umum



Gambar 3. 2 Alur Metode ARIMA



Gambar 3. 3 Alur Metode Regresi

3.2 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga emas dan permintaan emas yang diambil dari World Gold Council, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia dan Kurs Dollar dari Bank Indonesia, Inflasi dari BPS, Harga Minyak Dunia dari Thomsons Reuters dengan periode Triwulan I Tahun 2000 sampai Triwulan II Tahun 2018.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri dari 6 data diantaranya adalah variabel respon berupa Harga emas yang dinotasikan dengan Y_t . Variabel prediktor berupa permintaan emas dinotasikan dengan X_1 , suku bunga Sertifikat Bank Indonesia dinotasikan dengan X_2 , inflasi dinotasikan dengan X_3 , harga minyak dunia dinotasikan dengan X_4 , kurs dollar dinotasikan dengan X_5 .

3.4 Langkah Analisis

Dalam memperoleh hasil dari tugas akhir ini dilakukan langkah – langkah analisis sebagai berikut :

1. Melakukan plot data harga emas.
2. Analisis ARIMA

Peramalan harga emas dengan menggunakan ARIMA sebagai berikut :

- a. Menguji kestasioneritasan data harga emas terhadap varians dan mean, jika belum stasioner terhadap varians maka perlu dilakukan transformasi Box –Cox. Jika belum stasioner terhadap mean maka perlu dilakukan proses *differencing*.
- b. Mengidentifikasi model ARIMA sementara berdasarkan ACF dan PACF.
- c. Melakukan estimasi parameter dan pengujian signifikan parameter.
- d. Melakukan uji diagnostik dari model yang sudah memiliki parameter yang signifikan. Beberapa asumsi residual yang harus dipenuhi adalah asumsi white noise dan asumsi

distribusi normal. Jika terdapat asumsi yang belum terpenuhi maka kembali ke langkah penentuan model sederhana

- e. Mencari model terbaik dalam melakukan peramalan berdasarkan MAPE
- f. Penarikan kesimpulan.

3. Regresi Linier Berganda

Pada tahap ini dilakukan regresi guna mendapatkan model matematika antara variabel predator dan respon.

- a. Identifikasi data dengan menentukan variabel respon dan variabel prediktor, serta deteksi multikolinieritas data.
 - b. Estimasi parameter
 - c. Uji serentak dan parsial dengan melakukan perhitungan tabel ANOVA dan uji t
 - d. Uji asumsi residual yang memenuhi identik dengan melihat dari *scatter plot* residual, independen dengan melakukan uji Durbin-Watson, dan normalitas residual dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.
- ### 4. Penarikan Kesimpulan.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan analisis dan pembahasan tentang proses peramalan harga emas di Indonesia menggunakan metode ARIMA, setelah mendapatkan model peramalan harga emas di Indonesia dilakukan pencarian model matematika antara harga emas dengan permintaan emas, suku bunga sertifikat bank Indonesia, Inflasi, harga minyak dunia, serta kurs dollar dengan menggunakan metode regresi linier berganda sehingga didapatkan kesimpulan mengenai pengaruh permintaan emas, suku bunga sertifikat bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, serta kurs dollar dalam menentukan harga emas di Indonesia.

4.1 Variabel dan Data Penelitian

Dalam Tugas Akhir ini menggunakan data harga emas, permintaan emas, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, kurs dollar pada periode triwulan ke I tahun 2000 sampai triwulan ke II tahun 2018.

Data harga emas pada periode triwulan ke I tahun 2000 sampai triwulan ke IV tahun 2017 digunakan sebagai data *in – sample* untuk merumuskan model ARIMA sedangkan data pada periode triwulan ke I tahun 2018 sampai triwulan ke IV tahun 2018 digunakan sebagai data *out-sample* untuk pemilihan model terbaik.

Regresi linier berganda untuk memodelkan harga emas dengan menggunakan data harga emas pada periode triwulan I tahun 2000 sampai triwulan II tahun 2018 sebagai variabel respon dan data permintaan emas, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, kurs dollar pada periode triwulan ke I tahun 2000 sampai triwulan ke II tahun 2018 sebagai variabel prediktor. Data harga emas, permintaan emas, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, kurs dollar dapat dilihat pada Lampiran A. Deskripsi dari data harga emas, permintaan emas, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia, inflasi, harga minyak dunia, kurs dollar pada periode triwulan I tahun 2000

sampai triwulan II tahun 2018 secara umum dapat ditampilkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Deskripsi Data HE, PE, SBI, Inflasi, HMD, KD

Variabel	N	Min	Max	Mean	St. Deviasi
HE	74	75670	584255	326412,5	182379,5903
PE	74	700	1286	952,4459459	143,0588673
SBI	74	0,0519	0,176	0,086772973	0,032743027
Inflasi	74	-0,05	2,46	0,131412162	0,339197874
HMD	74	1288	7657	4427,972973	2006,530612
KD	74	7507	14657	10290,14865	1815,060395

Keterangan

HE : Harga Emas

PE : Permintaan Emas

SBI : Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia

HMD : Harga Minyak Dunia

KD : Kurs Dollar

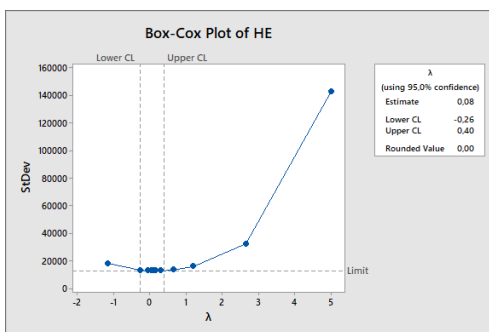
4.2 Perumusan Model ARIMA

Langkah – langkah perumusan model ARIMA pada data harga emas periode triwulan I tahun 2000 sampai triwulan IV tahun 2018 dijelaskan sebagai berikut.

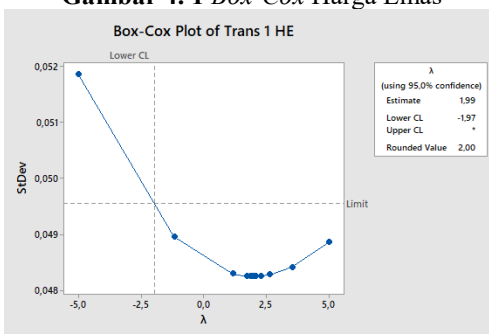
4.2.1 Identifikasi Model ARIMA

Langkah awal dalam merumuskan model ARIMA adalah dengan identifikasi stasioneritas baik dalam varian maupun mean terhadap data harga emas periode triwulan I tahun 2000 sampai triwulan IV 2018. Untuk kestasioneran dalam varian dapat dilihat pada plot Box - Cox dimana dikatakan stasioner jika *rounded value* (λ) bernilai 1. Namun pada Gambar 4.1 didapatkan nilai *rounded value* dari data harga emas 0.00 sehingga data harga emas belum stasioner terhadap varian sehingga dilakukan Transformasi Box-Cox plot pada data harga emas, dimana rumusnya adalah $Y_t =$

$(Y_t)^\lambda$ dengan Y_t nilai data harga emas yang aktual, λ adalah nilai *rounded value* dan Y_t adalah nilai hasil transformasi Box-Cox. Gambar 4.1 menampilkan *Box-Cox Plot* data harga emas di Indonesia dan Gambar 4.2 berikut menampilkan *Box-Cox Plot* dari data transformasi harga emas di Indonesia.

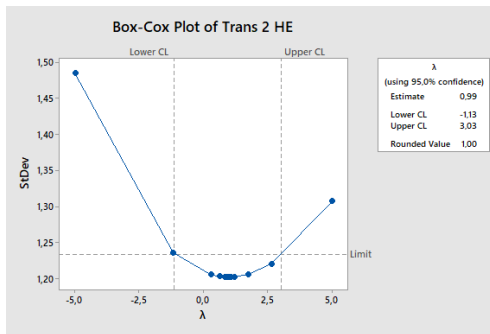


Gambar 4. 1 *Box-Cox* Harga Emas



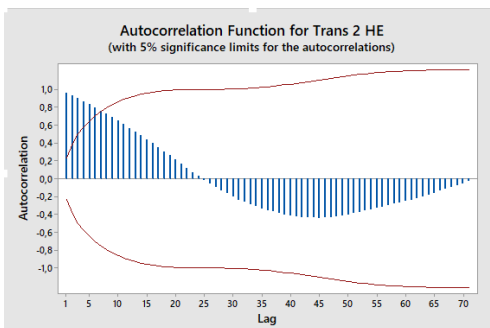
Gambar 4. 2 *Box-Cox* Data Transformasi 1 Harga Emas

Gambar 4.2 terlihat bahwa nilai *rounded value* untuk data harga emas yang telah ditransformasikan Box Cox adalah 2, sehingga data harga emas belum stasioner terhadap varian perlu dilakukan kembali Transformasi Box-Cox plot pada data harga emas.



Gambar 4. 3 Box-Cox Data Transformasi 2 Harga Emas

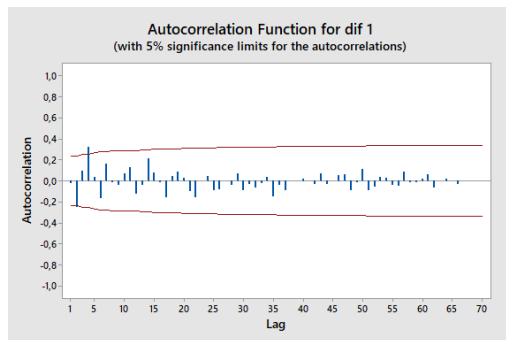
Pada Gambar 4.3 terlihat bahwa nilai *rounded value* untuk data harga emas yang telah ditransformasikan Box Cox adalah 1, hal itu berarti data yang telah ditransformasikan tersebut sudah bersifat stasioner terhadap varian. Setelah data dinyatakan stasioner pada varian, selanjutnya pengecekan stasioneritas pada mean dengan melihat plot ACF dari hasil transformasi Box-Cox Plot terhadap harga emas di Indonesia.



Gambar 4. 4 Plot ACF Data Transformasi 2 Harga Emas

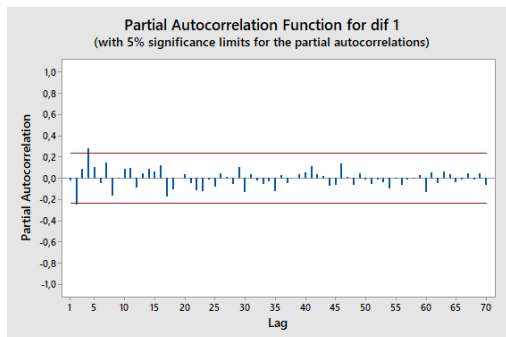
Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa plot ACF memiliki pola *dies down* atau bisa dikatakan mengikuti pola gelombang sinus. Namun

diketahui juga bahwa masih banyak lag yang keluar dari *significant limit* yang menunjukkan bahwa lag tersebut signifikan dan masih diduga bahwa data tersebut belum stasioner pada mean dan juga masih sulit menentukan modelnya, sehingga perlu dilakukan proses *differencing* sebanyak satu kali dalam data tersebut.



Gambar 4. 5 Plot ACF *differencing* lag 1

Hasil *differencing* pada data transformasi harga emas yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 dimana sudah tidak banyak lag yang keluar dan dapat dilihat bahwa terdapat *cut off* pada lag ke 2 dan 4.



Gambar 4. 6 Plot PACF *differencing* lag 1

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa lag yang keluar dari *significant limit* adalah lag ke 2 dan 4 sehingga dapat dibuat model

sementara untuk Harga Emas di Indonesia yaitu ARIMA $([2,4],1,[2,4])$ yang sesuai dengan ACF dan PACF .

4.2.2 Tahap Estimasi dan Pengujian Parameter

Estimasi parameter menggunakan metode *maximum likelihood estimation* (MLE) dengan menggunakan software SAS. Hasil estimasi ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMA Sementara

Model ARIMA Sementara	Parameter	Estimasi	S.E	T hitung	Keputusan
$([2,4],1,[2,4])$	ϕ_2	-0,94500	0,27025	-4,16	Signifikan
	ϕ_4	-0,40329	0,26235	-3,58	Signifikan
	θ_2	-0,92166	0,22166	-3,50	Signifikan
	θ_4	-0,69459	0,19387	-1,54	Tidak Signifikan

Pengujian signifikansi parameter model dengan $\alpha = 5\%$ dan menggunakan uji-t dan model peramalan yang diperoleh dari ARIMA $([2,4],1,[2,4])$. Kemudian, diuji signifikansi parameter sebagai berikut :

a. Uji Signifikansi Parameter ϕ_2

Hipotesa:

H_0 : estimasi parameter $\phi_2 = 0$

H_1 : estimasi parameter $\phi_2 \neq 0$

Statistika Uji:

Berdasarkan persamaan 2.2 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 t_{hitung} &= \frac{\phi_2}{SE(\phi_2)} \\
 &= \frac{-0,94500}{0,27025} \\
 &= -4,16
 \end{aligned}$$

$$t_{tabel} = t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$$

$$\begin{aligned}
 &= t_{0,025;67} \\
 &= 1,960
 \end{aligned}$$

Kriteria Pengujian :

Karena $|t_{hitung}| > t_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak yang artinya estimasi parameter ϕ_2 signifikan.

b. Uji Signifikansi Parameter ϕ_4

Hipotesa:

H_0 : estimasi parameter $\phi_4 = 0$

H_1 : estimasi parameter $\phi_4 \neq 0$

Statistika Uji:

Berdasarkan persamaan 2.2 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 t_{hitung} &= \frac{\phi_4}{SE(\phi_4)} \\
 &= \frac{-0,40329}{0,26235} \\
 &= -3,58
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{tabel} &= t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \\
 &= t_{0,025;67} \\
 &= 1,960
 \end{aligned}$$

Kriteria Pengujian :

Karena $|t_{hitung}| > t_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak yang artinya estimasi parameter ϕ_4 signifikan.

c. Uji Signifikansi Parameter θ_2

Hipotesa:

H_0 : estimasi parameter $\theta_2 = 0$

H_1 : estimasi parameter $\theta_2 \neq 0$

Statistika Uji:

Berdasarkan persamaan 2.2 maka diperoleh :

$$\begin{aligned}
 t_{hitung} &= \frac{\theta_2}{SE(\theta_2)} \\
 &= \frac{-0,92166}{0,22166} \\
 &= -3,50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{tabel} &= t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \\
 &= t_{0,025; 67} \\
 &= 1,960
 \end{aligned}$$

Kriteria Pengujian :

Karena $|t_{hitung}| > t_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak yang artinya estimasi parameter θ_2 signifikan.

d. Uji Signifikansi Parameter θ_4

Hipotesa:

H_0 : estimasi parameter $\theta_4 = 0$

H_1 : estimasi parameter $\theta_4 \neq 0$

Statistika Uji:

Berdasarkan persamaan 2.2 maka diperoleh :

$$\begin{aligned}
 t_{hitung} &= \frac{\theta_4}{SE(\theta_4)} \\
 &= \frac{-0,69459}{0,19387} \\
 &= -1,54
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{tabel} &= t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \\
 &= t_{0,025; 67} \\
 &= 1,960
 \end{aligned}$$

Kriteria Pengujian :

Karena $|t_{hitung}| < t_{tabel}$, sehingga H_0 diterima yang artinya estimasi parameter θ_4 tidak signifikan.

Tabel 4.3 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model Overfitting ARIMA terhadap Harga Emas di Indonesia

Kemungkinan Model ARIMA	Parameter	Estimasi	S.E	T hitung	Keputusan
(0,1,[4])	θ_4	-0,37012	0,11384	-3,25	Signifikan
([4],1,0)	ϕ_4	0,40759	0,10856	3,75	Signifikan
([4],1,[4])	ϕ_4	0,34130	0,28647	1,19	Tidak Signifikan
	θ_4	0,07951	0,30678	-0,26	Tidak signifikan
([4],1,[2])	ϕ_4	0,40899	0,10923	3,74	Signifikan
	θ_2	0,05010	0,11925	0,42	Tidak Signifikan
([2],1,[2])	ϕ_2	-0,70148	0,44286	-1,26	Tidak Signifikan
	θ_2	-0,55667	0,44286	-1,84	Tidak Signifikan
([2],1,[4])	ϕ_2	-0,03519	0,11902	-0,03	Tidak Signifikan
	θ_4	-0,36839	0,11469	-3,21	Signifikan
([2],1,0)	ϕ_2	-0,05503	0,11941	-0,46	Tidak Signifikan
(0,1,[2])	θ_2	0,03012	0,11956	0,25	Tidak Signifikan
([2,4],1,[2])	ϕ_2	0,12439	0,26341	0,47	Tidak Signifikan
	ϕ_4	0,41083	0,10969	3,75	Signifikan
	θ_2	0,18412	0,29250	0,63	Tidak Signifikan
([2,4],1,[4])	ϕ_2	-0,03066	0,11175	-0,27	Tidak Signifikan
	ϕ_4	0,33618	0,28954	1,16	Tidak Signifikan
	θ_4	-0,08316	0,30958	-0,27	Tidak Signifikan
([2,4],1,0)	ϕ_2	-0,02758	0,10739	-0,26	Tidak Signifikan
	ϕ_4	0,40575	0,10946	3,71	Signifikan

Tabel 4.3 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model Overfitting ARIMA terhadap Harga Emas di Indonesia

(2,1,[2,4])	ϕ_2	-0,41718	0,26246	-1,59	Tidak Signifikan
	θ_2	-0,40448	0,25268	-1,60	Tidak Signifikan
	θ_4	-0,38412	0,12080	-3,18	Signifikan
([4],1,[2,4])	ϕ_4	0,37635	0,28549	1,32	Tidak Signifikan
	θ_2	0,04434	0,12017	0,37	Tidak Signifikan
	θ_4	-0,03848	0,31044	-0,12	Tidak Signifikan
(0,1,[2,4])	θ_2	0,01724	0,11215	0,215	Tidak Signifikan
	θ_4	-0,36856	0,11464	-3,22	Signifikan

4.2.3 Uji Diagnostik

Pada penentuan model ARIMA yang terbaik, harus dipilih model yang seluruh parameter - parameternya signifikan, kemudian memenuhi asumsi residual yaitu berdistribusi normal dan residunya saling tidak berkorelasi atau residual independen yang disebut *white noise*.

Tabel 4. 4 Uji Normalitas Residual dan White Noise Harga Emas di Indonesia

Kemungkinan Model ARIMA	Keputusan
(0,1,[4])	Normal & White Noise
([4],1,0)	Normal & White Noise

Dari Tabel 4.4 model yang memenuhi kedua uji yaitu uji normalitas residual dan uji *white noise* adalah ARIMA (0,1,[4]), dan ARIMA ([4],1,0). Maka dari itu akan dilakukan pencarian model ARIMA terbaik dengan menggunakan nilai MAPE terkecil berdasarkan persamaan 2.5 diperoleh nilai MAPE seperti pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Nilai MAPE Harga Emas di Indonesia

Kemungkinan Model ARIMA	Nilai MAPE
(0,1,[4])	0,500%
([4],1,0)	0,384%

Dari Tabel 4.5 nilai MAPE terkecil adalah pada Model ARIMA ([4],1,0) yaitu sebesar 0,384 % maka model ARIMA terbaik pada data Harga Emas di Indonesia adalah ARIMA ([4],1,0).

Dari persamaan 2.1 model yang terbentuk untuk harga emas di Indonesia adalah :

$$\begin{aligned} \phi_4(B)(B)^1 X_t &= (\theta_0 B^0) \alpha_t \\ (1 - \phi_4 B^4)(1 - B^1) X_t &= (1 - \theta_0 B^0) \alpha_t \\ (1 - \phi_4 B^4)(X_t - X_{t-1}) &= \alpha_t \\ X_t - X_{t-1} - \phi_4 B^4 X_t + \phi_4 B^4 X_{t-1} &= \alpha_t \\ X_t &= X_{t-1} + \phi_4 B^4 X_t - \phi_4 B^4 X_{t-1} + \alpha_t \end{aligned}$$

4.2.4 Hasil Prediksi Harga Emas di Indonesia dengan Model ARIMA

Dari persamaan model ARIMA harga emas ([4],1,0) maka diperoleh data ramalan untuk 4 periode kedepan yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Pemilihan model terbaik melalui MAPE (*Mean Absolute Percentage Residual*) yang memiliki nilai MAPE terkecil. Dari perhitungan MAPE pada Tabel 4.5 maka diketahui terdapat kesalahan pada model sebesar 0,384%.

Tabel 4. 6 Hasil Prediksi Harga Emas per gram di Indonesia

HASIL RAMALAN	
RAMALAN TRIWULAN KE	RAMALAN
I Tahun 2019	Rp. 606.131,7248
II Tahun 2019	Rp. 606.680,5063
III Tahun 2019	Rp. 601.120,6957
IV Tahun 2019	Rp. 610.463,8324

4.3 Model Regresi Linier Berganda.

Pada tahap ini akan dilakukan pencarian model regresi guna mengetahui apakah harga emas yang didefinisikan sebagai variabel respon bergantung terhadap permintaan emas, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia, Inflasi, Harga minyak dunia, dan Kurs Dollar yang didefinisikan sebagai variabel prediktor dengan menggunakan regresi linier berganda.

4.3.1 Identifikasi Model Regresi Linier Berganda

Sebelum melakukan proses perhitungan keterikatan dengan menggunakan metode regresi linier berganda terlebih dahulu akan dilihat deteksi multikolinieritas untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antar variabel prediktor. Berikut adalah hasil deteksi multikolinieritas pada Harga Emas Indonesia.

1. Nilai VIF

Berikut adalah hasil perhitungan VIF antara Y_t dengan X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , dan X_5 yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Nilai VIF

Variabel	VIF
X_1	1,69
X_2	2,52
X_3	1,37
X_4	3,27
X_5	1,96

Tabel tersebut menunjukkan nilai VIF < 10 , maka tidak terdapat multikolinieritas.

2. Korelasi Antar Variabel

Tabel 4. 8 Korelasi Antar Variabel

Variabel	Y_t	X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	0,680				
	0,000				
X_2	-0,774	-0,584			
	0,000	0,000			
X_3	0,333	0,263	-0,215		
	0,004	0,023	0,066		
X_4	0,920	0,589	-0,743	0,336	
	0,000	0,000	0,000	0,003	
X_5	0,624	0,398	-0,345	0,516	0,598
	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000

3. Estimasi dan Pengujian parameter

Setelah melakukan perhitungan tersebut maka langkah selanjutnya adalah dilakukan perhitungan koefisien variabel dengan menggunakan regresi linier berganda

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \varepsilon \quad (4.1)$$

Hasil estimasi parameter model regresi dengan metode OLS dapat dilihat pada Tabel 4.9. sehingga didapatkan taksiran model.

Tabel 4. 9 Estimasi Parameter

Parameter	Koefisien	SE	t- stat	t-tabel	Keputusan
β_0	-180994	85847	-2,11	1,960	Signifikan
β_1	209,7	65,1	3,22	1,960	Signifikan
β_2	-1002376	347693	-2,88	1,960	Signifikan
β_3	-15946	24734	-0,64	1,960	Tidak signifikan
β_4	55,63	6,46	8,61	1,960	Signifikan
β_5	14,61	5,53	2,64	1,960	Signifikan

$$Y_t = -180994 + 209,7 X_1 - 1002376 X_2 - 15946 X_3 \\ + 55,63 X_4 + 14,61 X_5$$

Selanjutnya dilakukan pengujian parameter model pada persamaan (4.1) dengan melakukan uji serentak dan parsial sebagai berikut :

1. Uji serentak

Pengujian serentak digunakan untuk menguji pengaruh variabel prediktor secara bersama sama terhadap variabel respon. Hasil Tabel uji serentak dapat dilihat pada Lampiran F.

Hipotesa :

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$ (X_1, X_2, X_3, X_4 dan X_5 tidak berpengaruh signifikan terhadap Y_t)

$H_1 : \beta_i \neq 0$ (minimal ada satu variabel diantara X_1, X_2, X_3, X_4 dan X_5 yang berpengaruh signifikan terhadap Y_t)

Statistik uji :

Sesuai dengan persamaan (2.10) diperoleh

$$F_{hitung} = \frac{4,34616 \times 10^{11}}{0,03751037426 \times 10^{11}} = 115,87$$

$$F_{0,05,5,68} = 2,35$$

Karena $F_{hitung} > F_{0,05,5,68}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

2. Uji parsial

Pengujian parsial digunakan untuk mengetahui variabel mana sajakah yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hasil tabel uji parsial dapat dilihat pada Lampiran G.

Uji Parameter β_0

Hipotesa :

$H_0: \beta_0 = 0$ (β_0 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_0 \neq 0$ (β_0 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{-180994}{85847} = -2,11$$

$$t_{0,025,68} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,68}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_0 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_1

$H_0: \beta_1 = 0$ (β_1 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_1 \neq 0$ (β_1 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{209,7}{65,1} = 3,22$$

$$t_{0,025,68} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,68}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_1 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_2

$H_0: \beta_2 = 0$ (β_2 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_2 \neq 0$ (β_2 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{-1002376}{347693} = -2,88$$

$$t_{0.025,68} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0.025,68}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_2 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_3

$H_0: \beta_3 = 0$ (β_3 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_3 \neq 0$ (β_3 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{-15946}{24734} = -0,64$$

$$t_{0.025,68} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| < t_{0.025,68}$ sehingga H_0 diterima, dapat disimpulkan parameter β_3 tidak signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_4

$H_0: \beta_4 = 0$ (β_4 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_4 \neq 0$ (β_4 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{55,63}{6,46} = 8,61$$

$$t_{0.025,68} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0.025,68}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_4 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_5

$H_0: \beta_5 = 0$ (β_5 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_5 \neq 0$ (β_5 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{14,61}{5,53} = 2,64$$

$$t_{0.025,68} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0.025,68}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_5 signifikan terhadap variabel prediktor.

Karena menurut uji parsial terdapat parameter yang tidak signifikan yaitu β_3 maka dilakukan pencarian model regresi tanpa variabel X_3

4.3.2 Model Regresi *Stepwise*

Sebelum melakukan regresi stepwise terlebih dahulu dilakukan perhitungan koefisien korelasi. Hasil dari uji korelasi dengan menggunakan uji korelasi pearson antara variabel respon dan variabel prediktor yang dapat dilihat pada Tabel 4.10. Karena pada regresi stepwise hanya dipilih variabel prediktor yang memiliki nilai korelasi terbesar dengan parameter yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon maka dipilih X_1 , X_2 , X_4 , dan X_5 sebagai variabel prediktornya. Sehingga dihasilkan model

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \varepsilon \quad (4.2)$$

Hasil estimasi parameter dapat dilihat pada Tabel 4.10 sehingga didapatkan taksiran model.

Tabel 4. 10 Estimasi Parameter

Parameter	Koefisien	SE	t-stat	t-tabel	keputusan
β_0	-166021	82295	-2,02	1,960	Signifikan
β_1	207,3	64,7	3,21	1,960	Signifikan
β_2	-1000617	346207	-2,89	1,960	Signifikan
β_4	55,64	6,43	8,65	1,960	Signifikan
β_5	13,16	5,03	2,61	1,960	Signifikan

$$Y_t = -166021 + 207,3 X_1 - 1000617 X_2 + 55,64 X_4 + 13,16 X_5$$

Stepwise Selection of Terms

Candidate terms: PE; SBI; HMD; KD

	----Step 1----		----Step 2-----		----Step 3-----		----Step 4-----	
	Coef	P	Coef	P	Coef	P	Coef	P
Constant	-43692		-251246		-105848		-166021	
HMD	83,58	0,000	72,22	0,000	64,18	0,000	55,64	0,000
PE			270,7	0,000	229,1	0,001	207,3	0,002
SBI					-807977	0,025	-1000617	0,005
KD							13,16	0,011
S		72153,6		65356,7		63477,5		60985,8
R-sq		84,56%		87,51%		88,38%		89,43%
R-sq(adj)		84,35%		87,16%		87,89%		88,82%
R-sq(pred)		83,75%		86,20%		86,61%		87,37%
Mallows' Cp		30,78		13,54		9,84		5,00

α to enter = 0,15; α to remove = 0,15

Gambar 4. 7 Output Regresi Stepwise

Output Regresi Stepwise dapat dilihat pada Gambar 4.7. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai koefisien dari Harga Minyak Dunia, Permintaan Emas, Suku Bunga Bank Indonesia, Kurs Dollar secara berturut – turut seperti berikut : 55,64; 207,3; -1000617; 13,16.

4.3.3 Uji Serentak dan Parsial Parameter

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada model regresi (4.10) secara parsial dan serentak sebagai berikut :

1. Uji serentak

Pengujian serentak digunakan untuk menguji pengaruh variabel prediktor secara bersama sama terhadap variabel respon. Hasil Tabel uji serentak dapat dilihat pada Lampiran H.

Hipotesa :

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_4 = \beta_5 = 0$ (X_1, X_2, X_4 dan X_5 tidak berpengaruh signifikan terhadap Y_t)

$H_1 : \beta_i \neq 0$ (minimal ada satu variabel diantara X_1, X_2, X_4 dan X_5 yang berpengaruh signifikan terhadap Y_t)

Statistik uji :

Sesuai dengan persamaan (2.10) diperoleh

$$F_{hitung} = \frac{5,42880 \times 10^{11}}{0,03719271182 \times 10^{11}} = 145,96$$

$$F_{0,05,4,69} = 2,50$$

Karena $F_{hitung} > F_{0,05,4,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

2. Uji parsial

Pengujian parsial digunakan untuk mengetahui variabel mana sajakah yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hasil tabel uji parsial dapat dilihat pada Lampiran I.

Uji Parameter β_0

Hipotesa :

$H_0 : \beta_0 = 0$ (β_0 berpengaruh signifikan)

$H_1 : \beta_0 \neq 0$ (β_0 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{-166021}{82295} = -2,02$$

$$t_{0,025,69} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_0 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_1

$H_0: \beta_1 = 0$ (β_1 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_1 \neq 0$ (β_1 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{207,3}{64,7} = 3,21$$

$$t_{0,025,69} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_1 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_2

$H_0: \beta_2 = 0$ (β_2 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_2 \neq 0$ (β_2 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{-1000617}{346207} = -2,89$$

$$t_{0,025,69} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_2 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_4

$H_0: \beta_4 = 0$ (β_4 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_4 \neq 0$ (β_4 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{55,64}{6,43} = 8,65$$

$$t_{0,025,69} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_4 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_5

$H_0: \beta_5 = 0$ (β_5 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_5 \neq 0$ (β_5 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{13,16}{5,03} = 2,61$$

$$t_{0,025,69} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_5 signifikan terhadap variabel prediktor

4.3.4 Uji Asumsi Residual

Asumsi IIDN adalah residual data harus berdistribusi normal, identik, dan idnpenden. Pengujian normalitas residual dilakukan dengan uji *Kolmogorov – Smirnov*, lalu untuk menguji residual berdistribusi identik dengan melakukan analisa dari

scatter plot, dan untuk menguji residual independen menggunakan uji *Durbin – Watson*.

1. Pengujian Residual

Hiotesa :

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ (residual tidak berdistribusi normal)

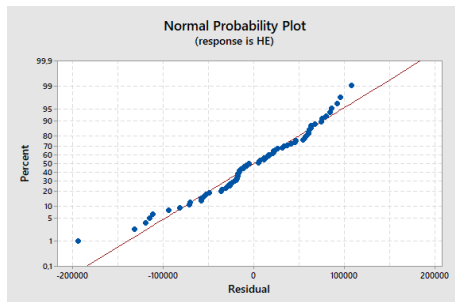
Statistik uji :

Uji normalitas dengan menggunakan Kolmogorov – Smirnov dapat dilihat pada persamaan (2.13) sehingga diperoleh

$$D_{hitung} = 0,068322893$$

$$D_{tabel} = 0,1580967887$$

Karena $D_{hitung} < D_{tabel}$ maka H_0 diterima sehingga disimpulkan residual berdistribusi normal, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.

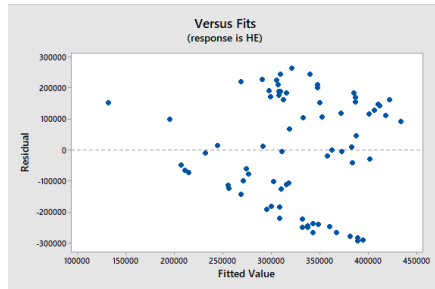


Gambar 4. 8 Plot Normalitas Residual

2. Pengujian residual identik

Pengujian asumsi residual identik dapat dilakukan secara analisa dengan scatter plot. Dari scatter plot yang disediakan oleh Gambar 4.9 terlihat bahwa titik –titik tersebar pada Y diatas dan

dibawah 0 dan tidak memiliki pola corong sehingga dapat disimpulkan residual identik



Gambar 4. 9 Scatter Plot Residual Identik

3. Pengujian asumsi residual independen

Pengujian residual independen dilakukan untuk mengetahui apakah data residual bersifat independen. Pengujian dilakukan dengan Durbin – Watson.

Hipotesa :

H_0 : residual independen

H_1 : residual dependen

Statistik uji :

Sesuai pada persamaan (2.12) diperoleh

$$d = 0,636151$$

$$dU = 1,7343$$

$$4 - dU = 2,2657$$

Karena nilai d tidak memenuhi $dU < d < 4 - dU$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan residual tidak memenuhi asumsi independen maka perlu dilakukan transformasi Ochrane Orcutt sehingga didapatkan model regresi yang memenuhi semua uji asumsi yang diperlukan.

4.3.5 Transformasi Cochrane Orcutt

Dilakukan transformasi data transformasi *Cochrane Orcutt* guna mendapatkan model regresi yang memenuhi uji asumsi residual independen.

Dari residual yang diperoleh telah terbukti jika residual memiliki sifat dependen sehingga untuk memperoleh model regresi yang baik dilakukan transformasi Cochrane Orcutt.

Untuk memulai transformasi *Cochrane Orcutt* langkah pertama adalah mencari nilai ρ yang dapat diperoleh dengan meregresikan residual (u_t) dari persamaan berikut.

$$\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1}$$

Sehingga diperoleh persamaan :

$$\varepsilon_t = 0,6821 \varepsilon_{t-1}$$

Selanjutnya adalah mentransformasikan masing – masing variabel dengan persamaan $Y_t^* = Y_t - \rho Y_{t-1}$ sehingga diperoleh persamaan regresi yang baru yang memenuhi semua uji asumsi yang berlaku.

4.3.6 Hasil Regresi Harga Emas dengan Permintaan emas, SBI, HMD, dan Kurs Dollar dengan Konstanta dan Uji Asumsi Transformasi 1

Sebelum melakukan pencarian model regresi antara Harga Emas dengan permintaan emas, SBI, HMD dan Kurs Dollar perlu dilakukan deteksi multikolinieritas dengan menggunakan VIF.

Dengan perhitungan VIF antara Y_t^* dengan X_1^* , X_2^* , X_4^* , dan X_5^* dapat dilihat pada Tabel 4.11 sebagai berikut :

Tabel 4. 11 Nilai VIF

Variabel	VIF
X_1^*	1,49
X_2^*	1,23
X_4^*	2,49
X_5^*	2,85

Tabel tersebut menunjukkan nilai VIF < 10. Hal tersebut menunjukkan tidak terdapat multikolinieritas.

Dengan regresi stepwise diperoleh model regresi

$$Y_t^* = \beta_0 + X_1^*\beta_1 + X_2^*\beta_2 + X_4^*\beta_4 + X_5^*\beta_5 + \varepsilon \quad (4.3)$$

Dengan estimasi parameter seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.12, sehingga diperoleh taksiran model.

Tabel 4. 12 Estimasi Parameter

Parameter	Koefisien	SE	t-stat	T-tabel	Keputusan
β_0	8841	14807	0,60	1,960	Tidak signifikan
β_1	43,1	37,5	1,15	1,960	Tidak signifikan
β_2	-1659906	380638	-4,36	1,960	Signifikan
β_4	35,98	6,43	5,60	1,960	Signifikan
β_5	23,55	4,94	4,77	1,960	Signifikan

$$Y_t^* = 8841 + 43,1X_1^* - 1659906 X_2^* + 35,98X_4^* + 23,55X_5^*$$

1. Uji serentak

Pengujian serentak digunakan untuk menguji pengaruh variabel prediktor secara bersama sama terhadap variabel respon. Hasil Tabel uji serentak dapat dilihat pada Lampiran K.

Hipotesa :

H_0 : $\beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_4 = \beta_5 = 0$ (X_1^* , X_2^* , X_4^* dan X_5^* tidak berpengaruh signifikan terhadap Y_t)

H_1 : $\beta_i \neq \beta_1 = \beta_2 = \beta_4 = \beta_5 = 0$ (X_1^*, X_2^*, X_3^* dan X_5^* tidak berpengaruh signifikan terhadap Y_t)

Statistik uji :

Sesuai dengan persamaan (2.10) diperoleh

$$F_{hitung} = \frac{100360000000}{1364872605} = 73,53$$

$$F_{0,05,4,69} = 2,50$$

Karena $F_{hitung} > F_{0,05,4,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

2. Uji parsial

Pengujian parsial digunakan untuk mengetahui variabel mana sajakah yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hasil tabel uji parsial dapat dilihat pada Lampiran L.

Uji Parameter β_0

Hipotesa :

H_0 : $\beta_0 = 0$ (β_0 berpengaruh signifikan)

H_1 : $\beta_0 \neq 0$ (β_0 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{8841}{14807} = 0,60$$

$$t_{0,025,69} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| < t_{0,025,69}$ sehingga H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan parameter β_0 tidak signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_1 $H_0: \beta_1 = 0$ (β_1 berpengaruh signifikan) $H_1: \beta_1 \neq 0$ (β_1 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{43,1}{37,5} = 1,15$$

$$t_{0,025,69} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| < t_{0,025,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_1 tidak signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_2 $H_0: \beta_2 = 0$ (β_2 berpengaruh signifikan) $H_1: \beta_2 \neq 0$ (β_2 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{-1659906}{380638} = -4,36$$

$$t_{0,025,69} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_2 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_4 $H_0: \beta_4 = 0$ (β_4 berpengaruh signifikan) $H_1: \beta_4 \neq 0$ (β_4 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{35,98}{6,43} = 5,60$$

$$t_{0,025,69} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_4 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_5

$H_0: \beta_5 = 0$ (β_5 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_5 \neq 0$ (β_5 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{23,55}{4,94} = 4,77$$

$$t_{0,025,69} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,69}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_5 signifikan terhadap variabel prediktor
 Karena tidak signifikan pada variabel X_1^* maka dilakukan regresi tanpa variabel X_1^* .

4.3.7 Hasil Regresi Harga Emas dengan SBI, HMD, dan Kurs Dollar Tanpa Konstanta dan Uji Asumsi Transformasi I

Setelah melakukan perhitungan regresi diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Y_t^* = X_2^* + X_4^* + X_5^* \quad (4.4)$$

Dengan hasil estimasi parameter ditunjukkan pada tabel 4.13, sehingga diperoleh taksian model.

Tabel 4.13 Estimasi Parameter

Parameter	Koefisien	SE	t-stat	t-tabel	Keputusan
β_2	-1435589	304202	-4,72	1,960	Signifikan
β_4	37,49	6,39	5,87	1,960	Signifikan
β_5	27,16	4,43	6,14	1,960	Signifikan

$$Y_t^* = -1435589 X_2^* + 37,49X_4^* + 27,16X_5^*$$

Selanjutnya dilakukan pengujian parameter model pada persamaan (4.4) dengan melakukan uji serentak dan sebagai berikut :

1. Uji serentak

Pengujian serentak digunakan untuk menguji pengaruh variabel prediktor secara bersama sama terhadap variabel respon. Hasil Tabel uji serentak dapat dilihat pada Lampiran M.

Hipotesa :

$H_0: \beta_2 = \beta_4 = \beta_5 = 0$ (X_2^* , X_4^* dan X_5^* tidak berpengaruh signifikan terhadap Y_t)

$H_1: \beta_2 = \beta_4 = \beta_5 = 0$ (minimal ada satu variabel diantara X_2^* , X_4^* dan X_5^* tidak berpengaruh signifikan terhadap Y_t)

Statistik uji :

Sesuai dengan persamaan (2.10) diperoleh

$$F_{hitung} = \frac{4,01782 \times 10^{11}}{0,1377651140 \times 10^{11}} = 291,64$$

$$F_{0,05,3,70} = 2,736$$

Karena $F_{hitung} > F_{0,05,3,70}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

2. Uji parsial

Pengujian parsial digunakan untuk mengetahui variabel mana sajakah yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hasil tabel uji parsial dapat dilihat pada Lampiran N.

Uji Parameter β_2

$H_0: \beta_2 = 0$ (β_2 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_2 \neq 0$ (β_2 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{-1435589}{304202} = -4,72$$

$$t_{0.025,70} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0.025,70}$ maka H_0 ditolak sehingga parameter β_2 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_4

$H_0: \beta_4 = 0$ (β_4 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_4 \neq 0$ (β_4 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{37,49}{6,39} = 5,87$$

$$t_{0.025,70} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0.025,70}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_4 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_5

$H_0: \beta_5 = 0$ (β_5 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_5 \neq 0$ (β_5 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{27,16}{4,43} = 6,14$$

$$t_{0,025,70} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,70}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_5 signifikan terhadap variabel prediktor

3. Pengujian asumsi residual IIDN

Asumsi IIDN adalah residual data harus berdistribusi normal, identic dan independen. Pengujian normalitas residual dilakukan dengan uji *Kolmogorov – Smirnov*, lalu untuk menguji residual berdistribusi identic dengan melakukan analisa dari scatter plot, dan untuk menguji residual independen menggunakan uji *Durbin-Watson*.

3.1 Pengujian Residual

Hipotesa :

H_0 : residual harga emas tidak berdistribusi normal

H_1 : residual harga emas berdistribusi normal

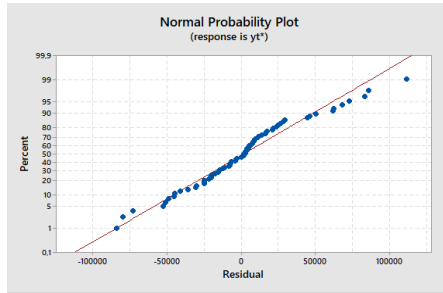
Statistik uji :

Uji normalitas dengan menggunakan Kolmogorov – Smirnov dapat dilihat pada persamaan (2.13) sehingga diperoleh

$$D_{hitung} = 0,109802554$$

$$D_{tabel} = 0,1580967813$$

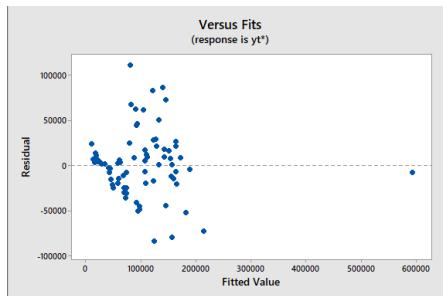
Karena $D_{hitung} < D_{tabel}$ maka H_0 diterima sehingga disimpulkan residual berdistribusi normal, seperti yang dapat dilihat pada Gambar (4.10)



Gambar 4. 10 Normalitas Residual

3.2 Pengujian residual identik

Pengujian asumsi residual identik dapat dilakukan secara analisa dengan scatter plot. Dari scatter plot yang disediakan oleh Gambar 4.11 terlihat bahwa titik –titik tersebar pada Y diatas dan dibawah 0 dan tidak memiliki pola corong sehingga dapat disimpulkan residual identik



Gambar 4. 11 Scatter Plot Residual Identik

3.3 Pengujian asumsi residual independen

Hipotesa :

H_0 : residual independen

H_1 : residual dependen

Statistik Uji :

Sesuai dengan persamaan (2.12) diperoleh

$$d = 1,41621$$

$$dU = 1,7079$$

$$4 - dU = 2,2921$$

Karena nilai d tidak memenuhi $dU < d < 4 - dU$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan residual tidak memenuhi asumsi independen maka perlu dilakukan transformasi Ochrane Orcutt sehingga didapatkan model regresi yang memenuhi semua uji asumsi yang diperlukan.

4.3.8 Transformasi Cochrane Orcutt

Dilakukan transformasi data transformasi Cochrane Orcutt guna mendapatkan model regresi yang memenuhi uji asumsi residual independen.

Dari residual yang diperoleh telah terbukti jika residual memiliki sifat dependen sehingga untuk memperoleh model regresi yang baik dilakukan transformasi Cochrane orcutt.

Untuk memulai tranformasi Cochrane orcutt langkah pertama adalah mencari nilai ρ yang dapat diperoleh dengan meregresikan residual (u_t) dari persamaan berikut.

$$\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1}$$

Sehingga diperoleh persamaan :

$$\varepsilon_t = 0,291 \varepsilon_{t-1}$$

Selanjutnya adalah mentransformasikan masing – masing variabel dengan persamaan $Y_t^* = Y_t - \rho Y_{t-1}$ sehingga diperoleh persamaan regresi yang baru yang memenuhi semua uji asumsi yang berlaku.

4.3.9 Hasil Regresi Harga Emas dengan SBI, HMD, dan Kurs Dollar Tanpa Konstanta dan Uji Asumsi Transformasi II

Setelah melakukan perhitungan regresi diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Y_t^{**} = X_2^{**} + X_4^{**} + X_5^{**} \quad (4.5)$$

Dengan hasil estimasi parameter ditunjukkan pada tabel 4.14, sehingga diperoleh taksiran model.

Tabel 4. 14 Estimasi Parameter

Parameter	Koefisien	SE	t-stat	t-tabel	Keputusan
β_2	-1225716	346624	-3,54	1,960	Signifikan
β_4	30,47	6,65	4,58	1,960	Signifikan
β_5	28,12	4,55	6,18	1,960	Signifikan

$$Y_t^{**} = -1225716 X_2^{**} + 30,47 X_4^{**} + 28,12 X_5^{**}$$

Selanjutnya dilakukan pengujian parameter model pada persamaan (4.5) dengan melakukan uji serentak dan sebagai berikut :

1. Uji serentak

Pengujian serentak digunakan untuk menguji pengaruh variabel prediktor secara bersama sama terhadap variabel respon. Hasil Tabel uji serentak dapat dilihat pada Lampiran M.

Hipotesa :

$H_0: \beta_2 = \beta_4 = \beta_5 = 0$ (X_2^{**}, X_4^{**} dan X_5^{**} tidak berpengaruh signifikan terhadap Y_t)

$H_1 : \beta_2 = \beta_4 = \beta_5 = 0$ (minimal ada satu variabel diantara X_2^{**} , X_4^{**} dan X_5^{**} tidak berpengaruh signifikan terhadap Y_t)

Statistik uji :

Sesuai dengan persamaan (2.10) diperoleh

$$F_{hitung} = \frac{2,43151 \times 10^{11}}{0,1220773677 \times 10^{11}} = 199,18$$

$$F_{0.05,3,70} = 2,736$$

Karena $F_{hitung} > F_{0.05,3,70}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

2. Uji parsial

Pengujian parsial digunakan untuk mengetahui variabel mana sajakah yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hasil tabel uji parsial dapat dilihat pada Lampiran N.

Uji Parameter β_2

$H_0: \beta_2 = 0$ (β_2 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_2 \neq 0$ (β_2 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{-1225716}{346624} = -3,54$$

$$t_{0.025,70} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0.025,70}$ maka H_0 ditolak sehingga parameter β_2 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_4

$H_0: \beta_4 = 0$ (β_4 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_4 \neq 0$ (β_4 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{30,47}{6,65} = 4,58$$

$$t_{0,025,70} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,70}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_4 signifikan terhadap variabel prediktor

Uji Parameter β_5

$H_0: \beta_5 = 0$ (β_5 berpengaruh signifikan)

$H_1: \beta_5 \neq 0$ (β_5 tidak berpengaruh signifikan)

Statistik Uji

Sesuai dengan persamaan (2.11) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{28,12}{4,55} = 6,18$$

$$t_{0,025,70} = 1,960$$

Karena $|T_{hitung}| > t_{0,025,70}$ sehingga H_0 ditolak, dapat disimpulkan parameter β_5 signifikan terhadap variabel predictor

3. Pengujian asumsi residual IIDN

Asumsi IIDN adalah residual data harus berdistribusi normal, identic dan independen. Pengujian normalitas residual dilakukan dengan uji *Kolmogorov – Smirnov*, lalu untuk menguji residual berdistribusi identic dengan melakukan analisa dari scatter plot, dan untuk menguji residual independen menggunakan uji *Durbin-Watson*.

a. Pengujian Residual

Hipotesa :

H_0 : residual harga emas tidak berdistribusi normal

H_1 : residual harga emas berdistribusi normal

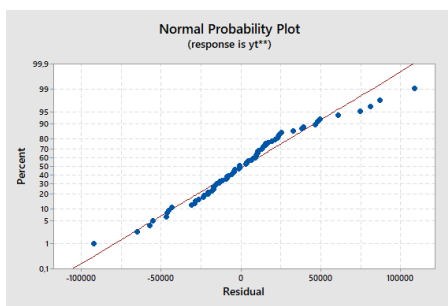
Statistik uji :

Uji normalitas dengan menggunakan Kolmogorov – Smirnov dapat dilihat pada persamaan (2.13) sehingga diperoleh

$$D_{hitung} = 0,1030999$$

$$D_{tabel} = 0,1580967813$$

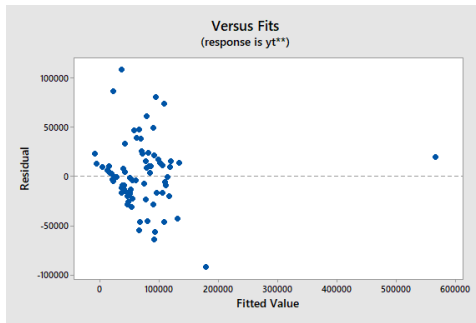
Karena $D_{hitung} < D_{tabel}$ maka H_0 diterima sehingga disimpulkan residual berdistribusi normal, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Normalitas Residual

b. Pengujian residual identik

Pengujian asumsi residual identik dapat dilakukan secara analisa dengan scatter plot. Dari scatter plot yang disediakan oleh Gambar 4.13 terlihat bahwa titik –titik tersebar pada Y diatas dan dibawah 0 dan tidak memiliki pola corong sehingga dapat disimpulkan residual identik



Gambar 4. 13 Scatter Plot Residual Identik

c. Pengujian asumsi residual independen

Hipotesa :

H_0 : residual independen

H_1 : residual dependen

Statistik Uji :

Sesuai dengan persamaan (2.12) diperoleh

$$d = 1,86143$$

$$dU = 1,7079$$

$$4 - dU = 2,2921$$

Karena $dU[1,7079] < d < 4 - dU[2,2921]$ maka H_0 diterima sehingga disimpulkan residual independen

Jadi didapatkan model harga emas menggunakan Regresi Linier Berganda sebagai berikut :

$$Y_t^{**} = -1225716 x_2^{**} + 30,47x_4^{**} + 28,12x_5^{**} \quad (4.6)$$

Langkah selanjutnya dari persamaan (4.6) dilakukan transformasi kembali dalam bentuk Y_t

$$Y_t^* = Y_t - \rho Y_{t-1}$$

$$Y_t = Y_t^* + \rho Y_{t-1} \quad (4.7)$$

$$Y_t^{**} = Y_t^* - \beta Y_{t-1}^*$$

$$Y_t^* = Y_t^{**} + \beta Y_{t-1}^* \quad (4.8)$$

Substitusi persamaan 4.8 ke persamaan 4.7

$$Y_t = Y_t^* + \rho Y_{t-1}$$

$$= Y_t^{**} + \beta Y_{t-1}^* + \rho Y_{t-1} \quad (4.9)$$

Substitusi persamaan 4.6 ke persamaan 4.9 diperoleh

$$Y_t = Y_t^{**} + \beta Y_{t-1}^* + \rho Y_{t-1}$$

$$Y_t = -1225716 x_2^{**} + 30,47x_4^{**} + 28,12x_5^{**} + \beta Y_{t-1}^* + \rho Y_{t-1} \quad (4.10)$$

Koefisien $X_2^{**}, X_4^{**}, X_5^{**}$ dapat ditulis menurut persamaan transformasi sebagai berikut :

$$X_2^{**} = X_2^* - \rho X_{2-1}^* \quad (4.11)$$

$$X_4^{**} = X_4^* - \rho X_{4-1}^* \quad (4.12)$$

$$X_5^{**} = X_5^* - \rho X_{5-1}^* \quad (4.13)$$

Koefisien X_2^*, X_4^*, X_5^* dapat ditulis menurut persamaan transformasi sebagai berikut :

$$X_2^* = X_2 - \rho X_{2-1} \quad (4.14)$$

$$X_4^* = X_4 - \rho X_{4-1} \quad (4.15)$$

$$X_5^* = X_5 - \rho X_{5-1} \quad (4.16)$$

Dari persamaan (4.14) di substitusi ke persamaan (4.11)

$$X_2^{**} = X_2^* - \rho X_{2-1}^*$$

$$= X_2 - \rho X_{2-1} - \rho X_{2-1}^*$$

$$= X_2 - \rho X_1 - \rho X_1^*$$

$$= X_2 - \rho X_1 - \rho(X_1 - \rho X_{1-1})$$

$$= X_2 - \rho X_1 - \rho(X_1 - 0)$$

$$= X_2 - \rho X_1 - \rho X_1$$

$$= X_2 - 2\rho X_1 \quad (4.17)$$

Didapatkan X_4^{**} dan X_5^{**} seperti cara pada persamaan (4.17)

$$X_4^{**} = X_4 - 2\rho X_3 + 2\rho X_2 \quad (4.18)$$

$$X_5^{**} = X_5 - 2\rho X_4 + 2\rho X_3 \quad (4.19)$$

Substitusi persamaan 4.17, 4.18, dan 4.19 ke persamaan 4.10

$$Y_t = -1225716 x_2^{**} + 30,47x_4^{**} + 28,12x_5^{**} + \beta Y_{t-1} + \rho Y_{t-1}$$

$$Y_t = -1225716 (X_2 - 2\rho X_1) + 30,47(X_4 - 2\rho X_3 + 2\rho X_2) + 28,12 (X_5 - 2\rho X_4 + 2\rho X_3) + \beta Y_{t-1} + \rho Y_{t-1}$$

$$Y_t = -1225716 (X_2 - 2\rho X_1) + 30,47(X_4 - 2\rho X_3 + 2\rho X_2) + 28,12 (X_5 - 2\rho X_4 + 2\rho X_3) + \beta(Y_{t-1} - \rho Y_{t-2}) + \rho Y_{t-1} \quad (4.20)$$

Untuk ρ bernilai 0,6821

β bernilai 0,291

Substitusi nilai ρ dan β dalam persamaan (4.20)

$$\begin{aligned} Y_t &= -1225716(X_2 - 2 \times 0,6821X_1) + \\ &\quad 30,47(X_4 - 2 \times 0,6821 X_3 + 2 \times 0,6821 X_2) + \\ &\quad 28,12 (X_5 - 2 \times 0,6821X_4 + 2 \times 0,6821 X_3) + \\ &\quad 0,291 Y_{t-1} - 0,6821Y_{t-2} + 0,6821 Y_{t-1} \\ &= 1672122 X_1 - 1225674 X_2 - 4 X_3 - 7,53 X_4 + \\ &\quad 28,12 X_5 + 0,9731 Y_{t-1} + 0,6821 Y_{t-2} \end{aligned} \quad (4.21)$$

Dari persamaan 4.21 dapat disimpulkan bahwa model harga emas dipengaruhi oleh 1.672.122 satuan permintaan emas, -1.225.674 suku bunga sertifikat Bank Indonesia, -4 satuan inflasi, -7,53 harga minyak dunia, 28,12 satuan kurs dollar, 0,9731 satuan harga emas 3 bulan yang lalu, dan 0,6821 satuan harga emas 6 bulan yang lalu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini diberikan kesimpulan yang diperoleh dari Tugas Akhir serta saran untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil ramalan harga emas di Indonesia pada periode triwulan ke I tahun 2019 sampai triwulan ke IV tahun 2019 adalah Rp. 606.131, Rp 606.680, Rp. 601.120, Rp. 610.463. Harga emas tertinggi terjadi pada triwulan ke IV tahun 2019 yaitu sebesar Rp. 610.463. Harga emas terendah terjadi pada periode triwulan ke III tahun 2019 yaitu sebesar Rp. 601.120.
2. Didapatkan model regresi linier berganda yang mempengaruhi harga emas dengan menggunakan transformasi Cochrane- Orcutt adalah sebagai berikut :

$$Y_t = 1672122 X_1 - 1225674 X_2 - 4 X_3 - 7,53 X_4 + 28,12 X_5 + 0,9731 Y_{t-1} + 0,6821 Y_{t-2}$$

Dapat dilihat dari model tersebut bahwa harga emas dipengaruhi oleh 1.672.122 satuan permintaan emas, - 1.225.674 suku bunga sertifikat Bank Indonesia, -4 satuan inflasi, -7,53 harga minyak dunia, 28,12 satuan kurs dollar, 0,9731 satuan harga emas 3 bulan yang lalu, dan 0,6821 satuan harga emas 6 bulan yang lalu.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan metode peramalan selain metode ARIMA sebagai pembangding nilai MAPE terkecil dan untuk

mendapatkan model matematika, disarankan untuk menambah variabel prediktor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] The World Bank. (2017). **Bank Dunia di Indonesia**. Diakses dari <http://www.worldbank.org>. pada tanggal 2 September 2018.
- [2] Badan Pusat Statistik. (2017). **Ekonomi Indonesia 5,07 Persen, Tertinggi Sejak Tahun 2014**. Diakses dari <http://www.bps.go.id> pada tanggal 18 September 2018.
- [3] Tendelilin, Eduardus. (2010). **Portofolio dan investasi Edisi Pertama**. Kanisius : Yogyakarta.
- [4] Cristy, Laura. (2014). **Analisis Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Harga Emas di Indonesia**. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- [5] Guha, Banhi. Dan Gautam.(2016). **Gold Price Forecasting Using ARIMA Model**. Journal of Advanced Management Science Vol. 4, No. 2.
- [6] Fadi, Briyan. (2018). **Peramalan Inflasi Indonesia Berdasarkan Ihk Terhadap Ekspor, Impor, dan Bi rates**. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Makridakis, McGee, dan Wheelright,W.(1999). **Metode dan Aplikasi Peramalan**. Edisi Kedua.Terj.Andriyanto,U.S.Bina Rupa Aksara : Jakarta
- [8] Wei, W.W.S., (1990). **Time Series Analysis**. Addison-Wesley PublishingCo., USA.
- [9] Gujarati, N.D. (1990). **Basic Econometrics**. 4th ed. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- [10] Kutner, M.H., C.j. Nachtsheim., dan J. Neter. (2004). **Applied Linear Regression 12 Models**. 4th ed. New York : McGraw-Hill Companies, Inc.
- [11] Draper, N.R, dsn Smith, H. (1992). **Analisis Regresi Terapan**. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama Jakarta.

- [12] Bhattacharyya, G.K., dan Johnson, R.A. (1977). **Statistical Concepts and Methods**. Canada : John Wiley & Sons, Inc.

LAMPIRAN A

Data Harga emas, Permintaan emas, SBI, Inflasi, Harga Minyak
Dunia, Kurs Dollar

Periode	HE	PE	SBI	INFLASI	HMD	KD
Q1 00	75670	790	0.1103	0.0094	1316	7507
Q2 00	81791	789	0.1143	0.019	1473	8433
Q3 00	85268	807	0.1357	0.0173	1702	8691
Q4 00	87562	894	0.1414	0.0442	1845	9507
Q1 01	90957	841	0.1504	0.0209	1681	9774
Q2 01	106299	765	0.1636	0.0326	1947	11220
Q3 01	93971	752	0.1747	0.0255	1588	9716
Q4 01	101233	877	0.176	0.0401	1288	10302
Q1 02	104168	802	0.1685	0.0347	1370	10181
Q2 02	100428	748	0.1574	0.0092	1468	9097
Q3 02	99190	782	0.1417	0.0164	1555	8949
Q4 02	102768	1084	0.1303	0.0359	1563	9045
Q1 03	110550	700	0.1211	0.0077	1838	8907
Q2 03	103670	787	0.1034	0.0045	1473	8491
Q3 03	108027	773	0.0889	0.0123	1556	8434
Q4 03	116905	930	0.0843	0.025	1615	8475
Q1 04	122014	826	0.0759	0.0091	1788	8463
Q2 04	125101	908	0.0733	0.0233	2085	8985
Q3 04	129600	884	0.0737	0.005	2454	9152
Q4 04	139353	886	0.0742	0.0249	2651	9117
Q1 05	139842	1024	0.0743	0.0317	2839	9266
Q2 05	144089	990	0.0797	0.0105	3142	9545
Q3 05	155246	891	0.0933	0.0202	3923	10006
Q4 05	170727	850	0.12	0.0997	3675	9997

LAMPIRAN A : Lanjutan

Periode	HE	PE	SBI	INFLASI	HMD	KD
Q1 06	181498	800	0.1275	0.0197	3655	9297
Q2 06	201743	782	0.1258	0.0087	4003	9095
Q3 06	200063	793	0.1175	0.0116	4017	9121
Q4 06	197647	987	0.1025	0.0241	3438	9136
Q1 07	208721	826	0.0925	0.019	3318	9109
Q2 07	210977	915	0.0875	0.0017	3769	8973
Q3 07	221850	964	0.0825	0.0227	4375	9248
Q4 07	255932	843	0.0817	0.0207	5208	9235
Q1 08	301799	708	0.08	0.0337	5662	9239
Q2 08	292511	756	0.085	0.0444	7136	9249
Q3 08	283321	1159	0.0925	0.0285	6738	9218
Q4 08	304466	1037	0.0917	0.0053	3919	11028
Q1 09	371881	1024	0.0783	0.0036	3176	11562
Q2 09	341532	783	0.07	-0.002	3942	10563
Q3 09	337530	828	0.065	0.0206	4236	9876
Q4 09	366866	858	0.065	0.0049	4483	9460
Q1 10	361917	889	0.065	0.01	4509	9256
Q2 10	384721	1225	0.065	0.0141	4488	9131
Q3 10	389354	997	0.065	0.0277	4311	8968
Q4 10	432063	1039	0.065	0.0158	4831	8954
Q1 11	434957	1146	0.0675	0.007	5537	8870
Q2 11	456338	1066	0.0675	0.0036	5934	8593
Q3 11	516077	1219	0.0667	0.0187	5535	8667
Q4 11	534043	1152	0.06	0.0079	5797	9062

LAMPIRAN A : Lanjutan

Periode	HE	PE	SBI	INFLASI	HMD	KD
Q1 13	557277	1051	0.0575	0.0241	6315	9709
Q2 13	487994	971	0.0583	0.009	6060	9798
Q3 13	497334	876	0.0683	0.0406	7487	11016
Q4 13	523646	858	0.0742	0.0076	6307	9709
Q1 14	487934	1103	0.0713	0.08	6752	11404
Q2 14	482581	1049	0.0714	0.43	6543	11969
Q3 14	472771	1069	0.0688	0.27	6102	12212
Q4 14	470805	1102	0.069	2.46	6127	12440
Q1 15	496562	1097	0.0665	0.17	6234	13084
Q2 15	500540	932	0.0666	0.54	6134	13332
Q3 15	516904	1125	0.071	-0.05	6543	14657
Q4 15	488448	1146	0.071	0.96	6548	13795
Q1 16	528800	1286	0.066	0.19	6123	13276
Q2 16	567166	1055	0.064	0.66	6234	13180
Q3 16	554600	1014	0.0615	0.22	6120	12998
Q4 16	495822	1042	0.059	0.42	6231	13436
Q1 17	515834	1080	0.0595	-0.02	6509	13321
Q2 17	546326	1009	0.0598	0.69	6587	13319
Q3 17	556673	958	0.052	0.13	6786	13492
Q4 17	552898	1104	0.0521	0.71	6875	13480
Q1 18	582954	997	0.0519	0.2	7200	13687
Q2 18	584255	964	0.0584	0.59	7657	14332
Q3 18	571128	-	-	-	-	-
Q4 18	593284	-	-	-	-	-

LAMPIRAN B

Listing Program SAS untuk Estimasi Parameter dan Uji White
Noise pada Model Harga Emas

```
data TA;  
input y;  
cards;  
126.2058355  
127.9595905  
128.9032002  
129.5067305  
130.3739701  
133.9577343  
131.119481  
132.8297756  
133.4893761  
132.6458113  
132.36025  
133.1768923  
134.8669528  
133.3786632  
134.3312635  
136.1682896  
137.1683925  
137.7542744  
138.5848827  
140.2984712  
140.3814663  
141.0913132  
142.8686207  
145.1499925  
146.6278789  
149.2001149  
148.9958981  
148.6994377
```

LAMPIRAN B : Lanjutan

150.0319675
150.2954482
151.5301114
155.068917
159.2017229
158.4138792
157.6113476
159.4238229
164.5147205
162.3380923
162.0378707
164.1666122
163.8187574
165.386639
165.6946716
168.3850544
168.5583527
169.8066754
173.0280122
173.9294538
174.2517749
173.5592039
174.8590449
176.2866052
175.0545371
171.5591336
172.0561379
173.4112665
171.5559125
171.2670579
170.7299311
170.6210499

LAMPIRAN B : Lanjutan

```
172.0153862  
172.2247508  
173.0701389  
171.5834944  
173.669319  
175.5202962  
174.9271398  
171.9762687  
173.0156221  
174.5297586  
175.0258425  
174.8458464
```

```
;
```

```
proc arima data= TA;  
identify var=y(1);  
run;  
estimate p=(4) q=(0) method=mle nonconstant;  
run;  
forecast out=hargaemas lead=4;  
run;  
proc univariate data=hargaemas lead=4;  
run;  
  
proc univariate data=hargaemas normal;  
var residual;  
run;
```


LAMPIRAN C

Output program SAS 16 untuk Estimasi Parameter dan Uji White Noise pada Model Harga Emas

Maximum Likelihood Estimation

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag
AR1,1	0.40759	0.10856	3.75	0.0002	4

Variance Estimate 2.44105
 Std Error Estimate 1.562386
 AIC 266.5713
 SBC 268.834
 Number of Residuals 71

Autocorrelation Check of Residuals

To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	2.78	5	0.7336	-0.008	-0.056	0.118	0.027	0.118	-0.066
12	8.19	11	0.6953	0.165	-0.027	0.028	0.127	0.121	-0.071
18	17.92	17	0.3940	0.103	0.264	0.061	0.088	-0.074	0.095
24	23.38	23	0.4386	0.134	0.081	0.055	-0.100	0.028	0.117

LAMPIRAN D

Output Program SAS Hasil Prediksi Harga Emas

The ARIMA Procedure

Forecasts for variable y

Obs	Forecast	Std Error	95% Confidence Limits		Actual
72	173.8265	1.5333	170.8213	176.8317	174.8458
73	175.2683	1.5333	172.2630	178.2735	176.2486
74	176.8639	1.5333	173.8587	179.8692	176.3077
75	176.5094	1.5333	173.5041	179.5146	175.7048
76	175.6316	1.5333	172.6264	178.6369	176.7152
77	177.2853	1.5333	174.2801	180.2906	.
78	177.3094	2.1684	173.0534	181.5534	.
79	177.0643	2.6558	171.8591	182.2696	.
80	177.4750	3.0666	171.4646	183.4855	.

LAMPIRAN E
Hasil Prediksi Harga Emas menggunakan Excel

HASIL PREDIKSI		
DATA KE	HASIL PREDIKSI TRANSFORMASI	HASIL PREDIKSI
77	177,2853	Rp. 606.131,7248
78	177,3094	Rp. 606.680,5063
79	177,0643	Rp. 601.120,6957
80	177,475	Rp. 610.463,8324

LAMPIRAN F

Tabel Uji ANOVA Regresi Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, SBI, Inflasi, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar dengan Konstanta

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	5	2,17308E+12	4,34616E+11	115,87	0,000
Error	68	2,55071E+11	3751037426		
Total	73	2,42815E+12			

LAMPIRAN G

Tabel Uji Parsial Regresi Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, SBI, Inflasi, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar dengan Konstanta

Regression Equation

$$HE = -180994 + 209,7 PE - 1002376 SBI - 15946 INFLASI + 55,63 HMD + 14,61 KD$$

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-180994	85847	-2,11	0,039	
PE	209,7	65,1	3,22	0,002	1,69
SBI	-1002376	347693	-2,88	0,005	2,52
INFLASI	-15946	24734	-0,64	0,521	1,37
HMD	55,63	6,46	8,61	0,000	3,27
KD	14,61	5,53	2,64	0,010	1,96

LAMPIRAN H

Tabel Uji ANOVA Regresi Stepwise Harga Emas Terhadap
Permintaan Emas, SBI, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar
dengan Konstanta

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	4	2,17152E+12	5,42880E+11	145,96	0,000
Error	69	2,56630E+11	3719271182		
Total	73	2,42815E+12			

LAMPIRAN I

Tabel Uji Parsial Regresi stepwise Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, SBI, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar dengan Konstanta

Regression Equation

$$HE = -166021 + 207,3 PE - 1000617 SBI + 55,64 HMD + 13,16 KD$$

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-166021	82295	-2,02	0,048	
PE	207,3	64,7	3,21	0,002	1,68
SBI	-1000617	346207	-2,89	0,005	2,52
HMD	55,64	6,43	8,65	0,000	3,27
KD	13,16	5,03	2,61	0,011	1,64

LAMPIRAN J
Hasil Transformasi Cochrane Orcutt I

Yt*	X1*	X2*	X4*	X5*
19880,3589	251,8231	0,032336	311,2667	1754,8507
23629,6972	238,5453	0,021739	312,0658	2504,8689
25541,9598	197,2026	0,039251	443,5255	2206,2753
25520,2303	320,3539	0,038812	698,3899	2840,1546
18450,4521	319,1935	0,038808	352,9513	2120,838
42201,3809	252,0608	0,044437	863,8252	4592,7164
24919,9707	153,7983	0,05465	709,4552	2689,0058
30180,0072	329,9558	0,061066	353,523	3357,5399
35666,0612	291,7892	0,061137	368,6772	3975,9363
32770,501	214,5978	0,060746	407,3345	2992,8871
29091,9472	42,6036	0,052822	488,8777	2779,4055
27361,845	606,53	0,047698	309,3002	2969,5353
39836,693	163,1873	0,050571	833,2667	3115,2889
29984,7833	259,7367	0,042761	411,6524	2738,1686
28286,0995	138,647	0,031399	454,4085	2653,2025
33679,2506	366,5854	0,032529	395,4052	2702,3877
36682,6079	206,6532	0,025902	365,8215	2334,3315
36700,84	305,0236	0,023029	411,1266	2742,4208
34547,3187	279,6594	0,023088	645,7529	2933,2943
43966,7718	187,5296	0,02352	714,5181	2796,6614
41558,8931	348,721	0,019937	695,8418	2755,3555
38195,7034	382,2489	0,01606	466,1217	2719,9074
38793,1133	311,215	0,011448	1416,2825	3187,0463
46927,2142	304,32	0,033032	1181,9245	3655,5163
43889,0997	266,5978	0,041692	924,5537	3093,3005
65280,0277	241,0947	0,045653	1263,0043	2873,5659
65247,9813	119,7673	0,047585	1671,9402	2889,3344

LAMPIRAN J

Lanjutan Hasil Transformasi Cochrane Orcutt I

Yt*	X1*	X2*	X4*	X5*
55278,4059	423,5854	0,03940575	1174,7922	2922,7511
64813,5883	201,8785	0,03281625	747,1651	2988,5167
59653,115	257,4556	0,03122675	784,8125	2664,9392
47278,7828	388,9897	0,02677243	822,6232	2948,8065
50074,9021	360,0732	0,027132	1345,9498	2933,0781
102277,2469	192,3324	0,0220215	794,5344	2930,2571
99257,7459	-34,5539	0,02190575	2540,0102	2961,4022
75644,7414	451,6623	0,02995143	4064,8501	1695,8012
50805,9699	338,5296	0,03829157	1752,6504	3141,5598
138922,0228	489,9157	0,030553	487,1618	4356,9777
111302,787	218,2212	0,0256635	1052,6244	3826,5804
87290,7014	242,7582	0,0206635	1178,1457	3423,334
120002,4143	251,6131	0,0206635	1407,4111	3146,4824
99498,8059	53,4275	0,0206635	1447,7352	3027,7449
119142,6366	544,9463	0,0206635	1547,4669	3013,9272
94643,8277	288,2981	0,0206635	1015,7749	2860,4766
135378,8303	257,3134	0,01895825	1054,2123	2903,773
123688,8502	418,8814	0,02145825	1489,4186	3008,7147
104321,8783	234,5201	0,02200393	2158,5765	2681,2393
151806,2697	433,2208	0,025774	1580,8663	2485,8098
165295,6474	387,3659	0,02077925	1482,7175	2865,1215
181415,5505	450,4957	0,01827925	2261,0482	2682,8094
149275,0146	226,5511	0,01827925	1837,4339	2893,0901
154970,841	287,7516	0,01827925	1934,758	2926,5035
203671,3583	487,1129	0,01827925	1712,5385	3042,4911

LAMPIRAN J
Lanjutan Hasil Transformasi Cochrane Orcutt I

Yt*	X1*	X2*	X4*	X5*
148762,4786	373,4804	0,01171257	953,1173	2283,9864
140155,0634	290,7582	0,01768818	3184,9953	4393,4911
190826,2186	105,6437	0,02556627	1701,4608	1930,3316
158765,4999	387,4771	0,02259806	2289,0197	3239,9451
160103,9009	319,8351	0,02447152	2380,8258	3639,1948
151634,9095	317,3258	0,0217351	1922,7733	3726,676
132100,0598	353,7363	0,02364035	1874,7886	3515,4036
155143,666	461,2828	0,02107214	2049,9986	3990,2428
147959,7816	164,6375	0,0181709	1671,0197	3334,4603
183733,6192	343,3134	0,0225709	2076,6092	5247,4305
127753,52	268,8194	0,0259814	2371,5017	4739,4404
141936,0714	566,3845	0,0223456	1870,7886	4285,922
188873,34	363,3506	0,02205085	2059,548	4314,0642
216399,8138	303,2518	0,0212561	1869,8349	3833,3044
143971,6286	305,332	0,01841505	1791,2111	4349,7459
143185,0354	391,7611	0,01871042	2016,0073	4236,1101
166619,3467	355,5482	0,0243308	1958,2694	4116,1068
179541,2742	204,9616	0,01646259	2096,5625	4297,292
155265,0766	423,9463	0,01669901	1963,88	4144,0973
184433,6645	339,4556	0,01206536	1977,1603	3911,1428
584255	964	0,0584	7657	14332
148762,4786	373,4804	0,01171257	953,1173	2283,9864

LAMPIRAN K

Tabel Uji ANOVA Regresi Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, SBI, Inflasi, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar dengan Konstanta Transformasi I

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	4	4,01441E+11	1,00360E+11	73,53	0,000
Error	69	94176209719	1364872605		
Total	73	4,95618E+11			

LAMPIRAN L

Tabel Uji Parsial Harga Emas Terhadap Permintaan Emas, SBI, Inflasi, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar dengan Konstanta Transformasi I

Regression Equation

$$yt^* = 8841 + 43,1 X1^* - 1659906 x2^* + 35,98 x4^* + 23,55 X5^*$$

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	8841	14807	0,60	0,552	
X1*	43,1	37,5	1,15	0,255	1,49
x2*	-1659906	380638	-4,36	0,000	1,23
x4*	35,98	6,43	5,60	0,000	2,49
X5*	23,55	4,94	4,77	0,000	2,85

LAMPIRAN M

Tabel Uji ANOVA Regresi Harga Emas SBI, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar tanpa Konstanta Transformasi I

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	1,20535E+12	4,01782E+11	291,64	0,000
Error	71	97813230935	1377651140		
Total	74	1,30316E+12			

LAMPIRAN N

Tabel Uji Parsial Harga Emas Terhadap SBI, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar tanpa Konstanta Transformasi I

Regression Equation

$$yt^* = -1435589 x2^* + 37,49 x4^* + 27,16 X5^*$$

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
x2*	-1435589	304202	-4,72	0,000	4,84
x4*	37,49	6,39	5,87	0,000	6,86
X5*	27,16	4,43	6,14	0,000	14,02

LAMPIRAN O
 Hasil Transformasi Cochrane Orcutt II

Yt**	X2**	X4**	X5**
13004,11701	0,026009912	220,4555522	1025,93385
16196,9869	0,010316972	182,9998795	1862,842788
18115,57278	0,027956721	240,2940391	1379,790311
20151,14874	0,027518904	595,6810717	2222,990742
6169,850258	0,025877235	101,5781668	784,3575276
34949,66943	0,028533864	657,3737368	3810,215712
16137,5886	0,03688015	606,580007	1711,961689
19801,18339	0,043275149	246,2379348	2200,542437
26129,84541	0,043460249	250,1428605	3105,006154
24304,74436	0,04537512	265,0710893	2184,0801
21129,65031	0,038942342	398,8713418	1915,270728
15769,36734	0,03298157	66,8195903	2062,98623
31111,12106	0,038127319	713,4758516	2318,481837
21753,52835	0,03362421	279,4195265	1966,086673
18485,43758	0,021933144	339,3455868	1866,807679
23004,6117	0,024991108	288,9511435	2023,097234
26002,66346	0,019200564	246,1836594	1536,287047
26647,57026	0,01631057	223,2125061	1888,832159
21752,98811	0,016243869	437,8281329	2119,465833
31873,13391	0,017718411	512,0281362	1994,85295
30443,94341	0,01526315	560,2003853	1963,862447
26906,90743	0,012728702	53,9834925	1792,476927
25137,29397	0,001835615	1072,342471	2123,291057
34155,48619	0,02089993	912,8793733	2755,365855
24892,61164	0,028406724	557,0194487	2257,092823
46292,86514	0,031806088	776,4697018	2032,76959
49161,96518	0,036117677	1330,07567	2038,81383

Lanjutan Hasil Transformasi Cochrane Orcutt II

Yt**	X2**	X4**	X5**
36417,6517	0,029856221	957,3671559	2053,09274
47454,53184	0,023729266	518,7846625	2213,019393
45894,98921	0,023435973	545,4291488	1806,836509
32706,98629	0,018877018	430,9518082	2095,280773
20312,22325	0,020723744	1114,74029	2080,373284
73393,24284	0,015646927	55,3914318	2068,48906
77245,12615	0,013189884	1357,138821	2467,924051
60860,20416	0,018808583	3554,828834	781,6072982
10379,66127	0,029400647	1610,886316	1873,679289
106532,9118	0,023084922	180,8480996	3243,442804
85901,19289	0,019650422	709,7840013	2830,390206
52369,99884	0,014650422	768,5890699	2507,707622
91048,26178	0,014650422	986,1201568	2265,408634
64828,29865	0,014650422	997,4223321	2150,692085
91601,28274	0,014650422	1251,876404	2181,528509
55248,58808	0,015146649	708,9991207	2015,478657
99385,37489	0,012713899	620,7914874	2028,237022
93331,18361	0,015055106	861,2728385	2228,474064
60146,25382	0,014503696	1698,544407	1957,868648
103705,2363	0,019727238	1149,395508	1652,059444
112503,7222	0,015459988	824,7524738	2084,423965
137976,5213	0,012959988	1726,354935	1840,920181
104178,4999	0,012959988	1274,419322	2041,477582
95702,47573	0,012959988	1436,409297	2041,13859
138366,2172	0,013118781	1077,729566	2161,987898
181126,4113	0,014325212	1904,116866	2361,144158
107977,3552	0,00656531	26,2836677	1005,48049

Lanjutan Hasil Transformasi Cochrane Orcutt II

Y_t^{**}	X_2^{**}	X_4^{**}	X_5^{**}
84624,63379	0,010248395	2689,870207	3831,764604
144625,4581	0,018990235	1035,356067	987,5075759
112175,2647	0,015476848	1596,199392	2180,939413
115978,1422	0,018146606	1821,29877	2554,732084
113193,7921	0,014855758	1377,209817	2703,693552
86953,25299	0,017508357	1278,239007	2354,242945
112087,3696	0,015784408	1563,731867	3019,914853
94493,29841	0,011602768	1066,726423	1807,458025
146557,3449	0,015010313	1386,502205	3868,253344
86450,12322	0,01947883	1827,102217	3492,237098
86973,92946	0,015928803	1271,460132	3030,529318
125900,9942	0,015865325	1515,426044	3198,57262
174504,0699	0,01589732	1348,59247	2567,528343
102304,7833	0,012970318	1204,552976	3117,037861
94698,80551	0,011630157	1446,150905	3038,323021
114372,8359	0,019540186	1348,169713	2865,594828
134359,1369	0,011603178	1525,07342	3091,359686
101594,8802	0,01318799	1388,526353	3005,954745
14415,4595	-0,00492904	-251,0267	-259,4692
584255	0,0584	7657	14332

LAMPIRAN P

Tabel Uji ANOVA Regresi Harga Emas SBI, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar tanpa Konstanta Transformasi II

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	7,29454E+11	2,43151E+11	199,18	0,000
Error	71	86674931066	1220773677		
Total	74	8,16129E+11			

LAMPIRAN Q

Tabel Uji Parsial Harga Emas Terhadap SBI, Harga Minyak Dunia, dan Kurs Dollar tanpa Konstanta Transformasi II

Regression Equation

$$y_{t^{**}} = -1225716 x_{2^{**}} + 30,47 x_{4^{**}} + 28,12 X_{5^{**}}$$

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
x2**	-1225716	346624	-3,54	0,001	3,82
x4**	30,47	6,65	4,58	0,000	5,48
X5**	28,12	4,55	6,18	0,000	10,15

BIODATA PENULIS



Nurafisa Primadina Pratiwi lahir di Jombang, 05 Desember 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal yang ditempuh dimulai dari TK Pertiwi Jombang (2000-2001), TK Al-Azhar Trenggalek (2001-2002), SD Negeri 1 Surodakan Trenggalek (2002-2008), SMP Negeri 1 Trenggalek (2008-2011), dan SMA Negeri 2 Trenggalek (2011-2014). Kemudian pada tahun 2014, penulis melanjutkan studi ke jenjang S1 di Departemen Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan NRP 06111440000099. Di Departemen Matematika ITS ini, mengambil Bidang Minat Matematika Terapan yang terdiri dari bidang minat Riset Operasi dan Pengolahan Data. Selama menempuh pendidikan di ITS, penulis juga aktif berorganisasi pada Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA) ITS sebagai staff (2015-2016) dan sebagai Sekretaris Departemen (2016-2017) dari *Entrepreneur Development*. Penulis juga aktif diberbagai kepanitian seperti Olimpiade Matematika ITS (OMITS) 2016 dan OMITS 2017 sebagai *Secretarial Crew* di Regional Manado dan Tulungagung. Adapun informasi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini dapat ditujukan ke penulis melalui email noerafisa@gmail.com

Semoga bermanfaat.

