



## **ANALISIS HUBUNGAN INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN DENGAN FAKTOR MAKROEKONOMI MENGGUNAKAN *VECTOR ERROR CORRECTION MODEL***

**ANASTASIA CLORENZA TOBING**



**DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2021**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Analisis Hubungan Indeks Harga Saham Gabungan dengan Faktor Makroekonomi Menggunakan *Vector Error Correction Model* adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2021

*Anastasia Clorenza Tobing*  
NIM G54160027

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## **ABSTRAK**

**ANASTASIA CLORENZA TOBING.** Analisis Hubungan Indeks Harga Saham Gabungan dengan Faktor Makroekonomi Menggunakan *Vector Error Correction Model.* Dibimbing oleh **DONNY CITRA LESMANA** dan **RETNO BUDIARTI.**

**@Hak cipta milik IPB University**

Kata kunci: *Vector Error Correction Model, Impulse Response Function, Forecast Error Variance Decomposition, IHSG*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak menghilangkan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**ANASTASIA CLORENZA TOBING.** Analysis of Relationship between The Jakarta Composite Index and Macroeconomic Factors Using Vector Error Correction Model. Supervised by **DONNY CITRA LESMANA** and **RETNO BUDIARTI**.

Vector Error Correction Model (VECM) is a restricted form of autoregressive vector. Restrictions are given because the data is not stationary but cointegrated. The VECM specification restricts the long-term relationship of the dependent variables to converge into the cointegration relationship, but still allows short-term dynamics. This research aims to analyze the relationship between the Jakarta Composite Index (JCI) and macroeconomic factors, namely the exchange rate Rupiah against the US Dollar, interest rate of Bank Indonesia, the inflation rate of Indonesia, Indonesia's exports and imports using VECM. The research data used are monthly data for the period January 2015 to January 2020. The model obtained is VECM with 3 cointegration ranks. Furthermore, the model is implemented in the Impulse Response Function (IRF) and Forecast Error Variance Decomposition (FEVD) to see the long-term relationship of all macroeconomic factors on JCI. In addition, macroeconomic factors have a Granger causality or reciprocal relationship with the JCI.

**Keywords:** Vector Error Correction Model, Impulse Response Function, Forecast Error Variance Decomposition, JCI

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## **ANALISIS HUBUNGAN INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN DENGAN FAKTOR MAKROEKONOMI MENGGUNAKAN VECTOR ERROR CORRECTION MODEL**

**ANASTASIA CLORENZA TOBING**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains  
pada  
Departemen Matematika

**DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2021**

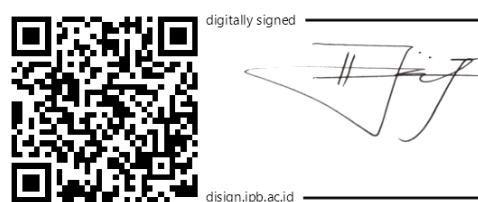
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi: Analisis Hubungan Indeks Harga Saham Gabungan dengan Faktor Makroekonomi Menggunakan *Vector Error Correction Model*

Nama : Anastasia Clorenza Tobing  
NIM : G54160027

Disetujui oleh



Dr Donny Citra Lesmana, SSi, MFinMath  
Pembimbing I



Dr Ir Retno Budiarti, MS  
Pembimbing II

Diketahui oleh



Dr Ir Endar Hasafah Nugrahani, MS  
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## **PRAKATA**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan kasih-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Matematika Keuangan, dengan judul Analisis Hubungan IHSG dengan Faktor Makroekonomi menggunakan *Vector Error Correction Model*.

Penyusunan karya ilmiah ini juga tidak lepas dari bantuan dan dukungan bagi pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ramly Parsaoran Lumbantobing dan Ibu Roslyn Hutabarat selaku orangtua tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang,
2. Bapak Dr Donny Citra Lesmana, SSi, MFinMath dan Ibu Dr Ir Retno Budiarti, MS selaku dosen pembimbing atas segala ilmu, motivasi, dan bimbingannya selama penulisan karya ilmiah ini,
3. Seluruh dosen Departemen Matematika atas segala ilmu yang diberikan,
4. Seluruh staf kependidikan Departemen Matematika atas segala bantuan dan saran yang telah diberikan selama penulisan karya ilmiah ini,
5. Erni Puspitasari, Dian Fitriyani, dan Muhammad Irfan Apritadin yang selalu menemani dalam penulisan karya ilmiah ini, atas segala doa, motivasi dan saran yang telah diberikan,
6. Sesilia Lioni Kristanti, Stevanus Leonardo Oley, Yohana Maria Monalisa Nai Bate, dan Gideon Saputra Nainggolan yang telah berperan dalam memberikan semangat dan segala bentuk dukungan,
7. Seluruh mahasiswa Matematika IPB angkatan 52, 53, dan 54 atas dukungan dan semangat yang diberikan kepada penulis selama perkuliahan
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan karya ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, tetapi penulis sangat berharap semoga karya ilmiah ini bermanfaat untuk dapat dikembangkan melalui penelitian-penelitian selanjutnya.

Bogor, Desember 2021

*Anastasia Clorenza Tobing*



DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	2
Ekonomi Makro	2
Suku Bunga Bank Indonesia	2
Inflasi	3
Nilai Tukar	3
Ekspor	3
Impor	3
Indeks Harga Saham Gabungan	3
Uji Stasioneritas	3
<i>Vector Autoregressive</i>	5
Penentuan <i>Lag</i> Optimum	5
Uji Kointegrasi	6
<i>Vector Error Correction Model</i>	7
Uji Kausalitas Granger	7
Fungsi Respon Impuls	8
Dekomposisi Ragam	9
Uji Diagnostik Model	9
METODE PENELITIAN	11
Data	11
Prosedur Analisis Data	11
HASIL DAN PEMBAHASAN	13
Eksplorasi Data	13
Uji Stasioneritas Data	14
Penentuan <i>Lag</i> Optimal	16
Penyusunan Model VAR	17
Uji Kointegrasi	18
Uji Kausalitas Granger	18
Pemodelan VECM	19
Uji Diagnostik Model	20
Analisis Fungsi Respon Impuls	22
Analisis Dekomposisi Ragam	24
Evaluasi Model	25
Evaluasi Peramalan	26
SIMPULAN	27
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	29
RIWAYAT HIDUP	36

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Kestasioneran data pada data aktual dan setelah pembedaan ke-1	15
Pemilihan ordo $p$ atau $lag$ optimal	16
Koefisien model VAR	17
Hasil uji kointegrasi	18
Ringkasan hasil analisis jangka panjang	19
Ringkasan hasil analisis jangka pendek	20
Hasil Uji Diagnostik Model	21
Hasil peramalan IHSG	26

## DAFTAR GAMBAR

Diagram tahapan penelitian	12
Plot IHSG	13
Plot kurs rupiah terhadap USD	13
Plot suku bunga BI	14
Plot inflasi Indonesia	14
Plot ekspor Indonesia	14
Plot impor Indonesia	14
Plot IHSG setelah <i>differencing</i> pertama	15
Plot EXC setelah <i>differencing</i> pertama	15
Plot IR setelah <i>differencing</i> pertama	16
Plot INF setelah <i>differencing</i> pertama	16
Plot EKSPOR setelah <i>differencing</i> pertama	16
Plot IMPOR setelah <i>differencing</i> pertama	16
Hubungan sebab akibat antar peubah	19
QQ plot sisaaan	21
Hasil IRF respon IHSG terhadap guncangan suku bunga BI	22
Hasil IRF respon IHSG terhadap guncangan inflasi Indonesia	23
Hasil IRF respon IHSG terhadap guncangan ekspor Indonesia	23
Hasil IRF respon IHSG terhadap guncangan impor Indonesia	24
Hasil analisis dekomposisi ragam terhadap IHSG	24
Plot perbandingan data asli dan data estimasi model VAR	25
Plot perbandingan data asli dan data estimasi model VECM	25

## DAFTAR LAMPIRAN

Hasil uji stasioneritas tahap level pada data peubah	29
Hasil uji stasioneritas tahap <i>differencing</i> pertama pada data peubah	30
Hasil uji kointegrasi	32
Hasil uji kausalitas Granger	32
Hasil estimasi VECM	34
Hasil fungsi respon impuls	35
Hasil dekomposisi ragam	35



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pasar modal memiliki peran besar dalam perekonomian suatu negara, di mana pasar modal dapat menjadi alternatif sumber pembiayaan kegiatan perusahaan. Sumber pembiayaan tersebut dapat melalui penjualan saham maupun penerbitan obligasi oleh perusahaan yang membutuhkan dana.

Pasar modal di Indonesia menjalankan dua fungsi sekaligus, yaitu fungsi ekonomi dan fungsi keuangan. Dalam menjalankan fungsi ekonomi dengan cara mengalokasikan dana secara efisien dari pihak yang memiliki kelebihan dana sebagai pemilik modal (investor) kepada perusahaan yang terdaftar di pasar modal (emiten). Sedangkan fungsi keuangan dari pasar modal ditunjukkan oleh kemungkinan dan kesempatan mendapatkan imbalan (*return*) bagi pemilik dana atau investor sesuai dengan karakter investasi yang dipilih.

Semenjak krisis ekonomi melanda Indonesia pada pertengahan tahun 1997, kinerja keuangan badan usaha menurun tajam bahkan banyak di antaranya menderita kerugian. Kondisi ini tentu akan mempengaruhi investor untuk melakukan investasi di pasar modal khususnya saham, dan akan berdampak terhadap harga pasar saham di bursa. Selain itu krisis ekonomi juga menyebabkan variabel-variabel makro ekonomi seperti suku bunga, inflasi dan nilai tukar mengalami perubahan yang cukup tajam.

Perubahan makroekonomi tentu akan mempengaruhi perekonomian nasional serta seluruh industri. Contohnya inflasi yang tinggi dan melemahnya rupiah akan membuat banyak industri mengalami guncangan, produksi yang menurun akibat harga-harga bahan baku yang terus naik yang mengakibatkan menurunnya tingkat laba. Dengan menurunnya tingkat laba tentu akan memberikan dampak pada turunnya harga saham di industri tersebut karena dividen yang akan diterima oleh para pemengang saham akan menurun sehingga banyak investor yang akan menarik investasi mereka. Naiknya suku bunga akan membuat para investor lebih tertarik untuk berinvestasi dalam bentuk tabungan di bank daripada investasi di pasar modal. Menurunnya harga saham pada industri akan berdampak juga pada turunnya nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) pada Bursa Efek Indonesia (BEI).

Makroekonomi tidak mempengaruhi kinerja perusahaan secara seketika melainkan secara perlahan dan dalam jangka waktu yang panjang. Sebaliknya harga saham akan terpengaruh dengan seketika oleh perubahan faktor makroekonomi tersebut karena para investor lebih cepat bereaksi. Ketika perubahan makroekonomi itu terjadi, para investor akan memperhitungkan dampaknya baik yang positif maupun yang negatif terhadap kinerja perusahaan beberapa tahun ke depan, kemudian mengambil keputusan membeli, menjual atau menahan saham yang bersangkutan (Samsul 2006). Oleh karena itu indeks harga saham lebih cepat menyesuaikan diri terhadap perubahan variabel makroekonomi daripada kinerja perusahaan yang bersangkutan.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis hubungan antara IHSG dengan faktor makroekonomi, yaitu tingkat suku bunga, tingkat inflasi, nilai tukar rupiah, ekspor, dan impor guna mengetahui hubungan ekuilibrium jangka



panjangnya serta hubungan dinamis jangka pendek dari waktu ke waktu. Tingkat suku bunga, tingkat inflasi, serta nilai tukar rupiah, ekspor, impor, dan IHSG merupakan peubah-peubah deret waktu yang tidak saling bebas (terdapat kointegrasi). Menurut Pratiwi (2013), keberadaan kointegrasi di antara peubah menunjukkan bahwa peubah-peubah dalam model memiliki hubungan keseimbangan dan kesamaan pergerakan dalam jangka panjang. Adanya keseimbangan dalam jangka panjang memungkinkan terjadinya keseimbangan dalam jangka pendek. Sehingga model peramalan deret waktu peubah ganda yang digunakan adalah VECM (*Vector Error Correction Model*).

## Tujuan Penelitian

- Penelitian ini bertujuan:
1. Menganalisis hubungan jangka pendek dan jangka panjang antara peubah indeks harga saham gabungan dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia, tingkat inflasi Indonesia, nilai tukar rupiah terhadap USD, ekspor, dan impor.
  2. Meramalkan nilai IHSG menggunakan *Vector Error Correction Model* (VECM)

## TINJAUAN PUSTAKA

### Definisi 1 Ekonomi Makro

Ekonomi makro atau makroekonomi adalah bagian dari ilmu ekonomi yang mempelajari masalah ekonomi secara keseluruhan (agregatif). Menurut Dornbusch *et al.* (1994) makroekonomi membahas tingkah laku perekonomian dan kebijakan yang mempengaruhi investasi dan konsumsi, mata uang dan neraca perdagangan, determinan perubahan upah dan harga, kebijakan fiskal dan moneter, anggaran nasional, suku bunga, jumlah uang yang beredar, dan utang nasional. Faktor-faktor makroekonomi yang secara langsung dapat mempengaruhi kinerja saham maupun kinerja perusahaan antara lain tingkat suku bunga domestik, kurs valuta asing, kondisi perekonomian nasional, siklus ekonomi suatu negara, tingkat inflasi, peraturan perpajakan; jumlah uang yang beredar.

### Definisi 2 Suku Bunga Bank Indonesia

Suku bunga merupakan harga yang harus dibayar untuk meminjam uang selama periode waktu tertentu dan dinyatakan dalam persentase uang yang dipinjam. Suku bunga terdiri dari suku bunga nominal dan suku bunga riil. Suku bunga nominal merupakan jumlah yang harus dibayarkan atas pinjaman yang diukur dalam satuan mata uang, sedangkan suku bunga riil merupakan konsep yang mengukur pengembalian riil atas pinjaman dalam kaitan dengan daya beli (Lipsey *et al* 1995). Menurut Bank Indonesia (2017), Suku bunga Bank Indonesia (*Policy Rate*) adalah suku bunga kebijakan yang menemukan sikap atau *stance* kebijakan moneter yang ditetapkan oleh bank Indonesia dan diumumkan kepada publik.



### Definisi 3 Inflasi

Inflasi didefinisikan sebagai suatu keadaan di mana terdapat kenaikan harga umum secara terus menerus (Suparmoko 1998). Hal ini dapat mencerminkan semakin melemahnya daya beli yang diikuti dengan semakin merosotnya nilai riil (intrinsik) mata uang suatu negara. Terjadinya inflasi merupakan akibat dari kenaikan tingkat harga di atas rata-rata yang berlaku umum yang dapat diukur dengan indeks harga barang-barang konsumsi dari tahun ke tahun.

### Definisi 4 Nilai Tukar

Nilai tukar mata uang atau yang sering disebut dengan kurs adalah harga satu unit mata uang asing dalam mata uang domestik atau harga mata uang domestik terhadap mata uang asing (Suseno 2004).

### Definisi 5 Ekspor

Ekspor adalah kegiatan menjual barang/jasa dari daerah pabean sesuai peraturan dan perundang-undangan yang berlaku. Daerah pabean adalah seluruh wilayah nasional dari suatu negara yang dipungut bea masuk dan bea keluar untuk semua barang saat melewati batas-batas wilayah itu (Tambun *et al.* 2014).

### Definisi 6 Impor

Impor adalah tindakan memasukkan barang atau komoditas dari suatu negara ke negara lain secara legal sesuai hukum perdagangan internasional. Kegiatan impor merupakan bagian penting dari perdagangan internasional, dalam rangka memenuhi kebutuhan rakyat (Benny 2013).

### Definisi 7 Indeks Harga Saham Gabungan

Menurut Sunariyah (2006) indeks harga saham gabungan seluruh saham menggambarkan suatu rangkaian informasi historis mengenai pergerakan harga saham gabungan seluruh saham, sampai pada tanggal tertentu. Biasanya pergerakan harga saham tersebut disajikan setiap hari, berdasarkan harga penutupan di bursa pada hari tersebut. Indeks tersebut disajikan untuk periode tertentu. Pertambahan jumlah saham beredar berasal dari emisi baru, yaitu masuknya emiten baru yang tercatat di Bursa Efek, atau terjadi tindakan *corporate action* berupa split, right, waran, deviden saham, saham bonus, dan saham konversi.

## Uji Stasioneritas

Data deret waktu dikatakan stasioner jika memenuhi tiga kriteria, yaitu nilai tengah (rata-rata) dan ragamnya konstan dari waktu ke waktu, serta kovarian antara dua data deret waktu hanya bergantung pada *lag* antara dua periode tersebut (Enders 2004). Jika data tidak stasioner, maka akan timbul masalah regresi palsu (*spurious regression*) yang mengakibatkan kriteria hubungan antar peubah tidak sah. Oleh karena itu tidak mungkin mengeneralisasikan ke periode waktu yang lain untuk meramalkan (Gujarati 2004). Pemeriksaan kestasioneran



data deret waktu bisa dilakukan dengan tiga cara, yaitu melihat tren data dalam grafik, menggunakan autokorelasi dan koreogram, serta uji akar-akar unit (*unit roots test*).

Pemeriksaan kestasioneran suatu data bisa dilakukan dengan cara melihat pola data secara visual. Untuk mengatasi data yang tidak stasioner baik pada nilai tengah maupun ragamnya, dapat dilakukan proses pembedaan atau differensiasi terhadap deret data asli serta transformasi data asli ke bentuk logaritma natural atau akar kuadrat. Meskipun kestasioneran data dapat diidentifikasi secara visual, uji formal tetap diperlukan agar lebih meyakinkan.

Uji formal untuk memeriksa kestasioneran data yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji akar-akar unit (*unit roots test*). Misalkan persamaan  $Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t$  dengan sisaan  $e_t$  adalah *white noise error* dengan mean nol dan ragam  $\sigma^2$ . Persamaan tersebut merupakan bentuk ketidakstasioneran data jika nilai  $\rho = 1$ . Misalkan untuk  $t=3$ , maka akan diperoleh persamaan berikut:

$$\begin{aligned} Y_1 &= Y_0 + e_1 \\ Y_2 &= Y_1 + e_2 = Y_0 + e_1 + e_2 \\ Y_3 &= Y_2 + e_3 = Y_0 + e_1 + e_2 + e_3 \end{aligned} \quad (1)$$

Dari persamaan-persamaan tersebut diperoleh  $\text{Var}(Y_t) = t\sigma^2$ , dengan kata lain  $Y_t$  akan semakin meningkat seiring berjalananya waktu sehingga data tidak stasioner. Untuk mengatasi hal itu, bisa dilakukan reparameterisasi dengan mengurangkan kedua ruas dengan  $Y_{t-1}$  sehingga persamaannya menjadi  $\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t$  di mana  $\delta$  adalah  $(\rho - 1)$ . Persamaan-persamaan inilah yang digunakan dalam pengujian Dickey Fuller.

Uji akar unit Dickey Fuller mengasumsikan bahwa sisaan  $e_t$  adalah sisaan yang bersifat independen dengan rata-rata nol, varian konstan, dan tidak saling berhubungan (Dickey dan Fuller 1979). Metode Dickey Fuller dikembangkan lebih jauh menjadi uji Augmented Dickey Fuller (ADF tes) yang dinyatakan dalam bentuk proses *autoregressive* sebagai berikut: (Gujarati 2004)

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_1 \Delta Y_{t-1} + \alpha_2 \Delta Y_{t-2} + \cdots + e_t \quad (2)$$

Adapun hipotesis yang digunakan dalam ADF test adalah sebagai berikut:

$$H_0: \delta = 0 \quad (Y_t \text{ tidak stasioner})$$

$$H_1: \delta < 0 \quad (Y_t \text{ stasioner})$$

Statistik uji:

$$\tau_{statistic} = \frac{\hat{\delta}}{\sigma(\hat{\delta})} \quad (3)$$

dengan  $\hat{\delta}$  merupakan nilai dugaan  $\delta$  dan  $\sigma(\hat{\delta})$  adalah simpangan baku dari  $\hat{\delta}$ . Kriteria penolakan  $H_0$  adalah jika nilai dari  $\tau_{statistic} <$  nilai kritis dalam tabel Dickey Fuller atau ketika  $p-value <$  taraf nyata 5% yang artinya data stasioner. Jika data tidak stasioner pada ordo ke-0 (level) maka lakukan differencing ordo ke-1. Apabila data sudah stasioner setelah dilakukan differencing ordo ke-1, artinya data tersebut terintegrasi dengan ordo 1 atau ditulis sebagai I(1).

## Vector Autoregressive (VAR)

*Vector Autoregressive* atau yang lebih dikenal dengan VAR adalah suatu sistem persamaan dinamis yang menunjukkan pendugaan suatu peubah pada periode tertentu bergantung pada pergerakan peubah tersebut dan peubah-peubah lain yang terlibat dalam sistem pada periode-periode sebelumnya (Enders 1995). Dalam penggunaan VAR hanya memerlukan sedikit asumsi tentang struktur pembentukan model dan lebih memfokuskan pada interaksi antar peubah. Model VAR mengasumsikan data dari peubah-peubahnya bersifat stasioner serta tidak terdapat hubungan kointegrasi antar peubah.

Pada dasarnya VAR merupakan suatu sistem persamaan simultan karena menganalisis beberapa peubah secara bersama-sama. Selain itu, model VAR juga melibatkan faktor waktu dalam pemodelannya. Model VAR relatif sederhana karena tidak memerlukan pendefinisian antara peubah dependen dan peubah independen. Pendugaan koefisien parameter model VAR juga sederhana karena Metode Kuadrat Terkecil (MKT) dapat diaplikasikan pada setiap persamaan secara terpisah. Model VAR dengan ordo  $p$  dan enam peubah dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln IHSG_t = & a_{60} + a_{61}(1)\ln IHSG_{t-1} + a_{62}(1)\ln EXC_{t-1} + a_{63}(1)IR_{t-1} + \\ & a_{64}(1)INF_{t-1} + a_{65}(1)\ln EKSPOR_{t-1} + a_{66}(1)\ln IMPOR_{t-1} + \\ & a_{61}(2)\ln IHSG_{t-2} + a_{62}(2)\ln EXC_{t-2} + a_{63}(2)IR_{t-2} + \\ & a_{64}(2)INF_{t-2} + a_{65}(2)\ln EKSPOR_{t-2} + a_{66}(2)\ln IMPOR_{t-2} + \\ & \dots + a_{61}(p)\ln IHSG_{t-p} + a_{62}(p)\ln EXC_{t-p} + \dots + \\ & a_{66}(p)\ln IMPOR_{t-p} + e_t \end{aligned} \quad (4)$$

## Penentuan Panjang Lag Optimum

Panjang *lag* (ordo) dalam model VAR menunjukkan banyaknya parameter yang akan diduga. Jika panjang *lag* dilambangkan dengan  $p$ , maka setiap  $n$  persamaan berisi  $np$  koefisien ditambah *intersep*. Penentuan panjang *lag* harus dilakukan secara hati-hati agar seluruh dinamika dalam sistem dapat dimodelkan dengan tepat. Salah satu cara menentukan panjang *lag* adalah menggunakan nilai AIC (*Akaike Information Criterion*). Model dengan nilai AIC terkecil dipilih sebagai model terbaik dengan *lag* yang cukup efisien (Enders 1995). Perhitungan nilai AIC menggunakan rumus sebagai berikut:

$$AIC = T \log|\Sigma| + 2N \quad (5)$$

keterangan:

$T$  : banyaknya pengamatan yang digunakan

$|\Sigma|$  : determinan matriks ragam-peragam dari sisaan

$N$  : total banyaknya parameter yang diduga dalam semua persamaan



## Uji Kointegrasi

Kointegrasi adalah suatu hubungan jangka panjang antara variabel-variabel yang meskipun secara individual tidak stasioner, tetapi kombinasi linear antara variabel tersebut menjadi stasioner (Enders 1995). Hubungan jangka panjang antar peubah deret waktu yang tidak stasioner memerlukan uji kointegrasi. Peubah-peubah tidak stasioner yang memperoleh perbedaan pada singkat yang sama dapat membentuk kombinasi linear yang bersifat stasioner. Salah satu uji kointegrasi yang sering digunakan adalah uji Johansen. Hipotesis yang digunakan, yaitu (Luthkepol 2005):

$$\begin{aligned} H_0 &: \text{rank kointegrasi} \leq r \text{ (terdapat kointegrasi pada rank ke-} r\text{)} \\ H_1 &: \text{rank kointegrasi} > r \text{ (tidak terdapat kointegrasi pada rank ke-} r\text{)} \end{aligned}$$

statistik uji yang digunakan, yaitu:

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (6)$$

Atau

$$\lambda_{max}(r, r+1) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (7)$$

dengan  $\hat{\lambda}_i$  adalah akar ciri ke- $i$  yang diperoleh dari matriks  $\Pi = -[I - \sum_{i=1}^p A_i]$  yang merupakan matriks yang akan digunakan dalam persamaan VECM yang didekomposisikan menjadi hasil dari perkalian matriks *adjustment* dengan matriks kointegrasi dan  $\hat{\lambda}_1 > \dots > \hat{\lambda}_n$  merupakan akar-akar ciri yang terurut dari nilai terbesar ke nilai terkecil, serta  $T$  adalah banyaknya pegamatan yang digunakan. Keputusan terima  $H_0$  diambil jika  $\lambda_{trace} < \lambda_{tabel}$  atau  $\lambda_{max} < \lambda_{tabel}$  yang berarti kointegrasi terjadi pada *rank*  $r$ . Bila *rank* dari matriks  $\Pi = 0$  maka tidak terdapat kointegrasi antar peubah dan model yang dapat digunakan, yakni model VAR (*Vector Autoregressive*). Sebaliknya, bila *rank* matriks  $\Pi > 0$  maka hal tersebut menunjukkan adanya kointegrasi antar peubah dan model yang dapat digunakan, yakni VECM (*Vector Error Correction Model*).

## Vector Error Correction Model (VECM)

*Vector error correction model* (VECM) merupakan bentuk VAR terestriksi sebab data tidak stasioner pada ordo 0 (level) namun terkointegrasi (Firdaus 2011). Model VECM disusun jika *rank* kointegrasi ( $r$ ) lebih besar dari nol. Spesifikasi VECM meretriksi hubungan jangka panjang peubah-peubah tak bebas agar konvergen ke dalam hubungan kointegrasinya namun tetap membiarkan dinamika jangka pendek. Dalam analisisnya, VECM menggunakan koreksi secara bertahap melalui penyesuaian jangka pendek terhadap deviasi dari keseimbangan jangka panjang (Juanda dan Junaidi 2012). Model VECM ordo  $p$  dan *rank* kointegrasi  $r$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta \text{IHSG}_t = A_0 + \Pi x_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \phi_i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (8)$$

keterangan:

- $x_{t-i}$  : vektor yang akan berisi peubah  $\ln \text{IHSG}$ ,  $\ln \text{EXC}$ ,  $\text{IR}$ ,  $\text{INF}$ ,  $\ln \text{EKSPOR}$ , dan  $\ln \text{IMPOR}$  pada periode ke  $-(t-i)$
- $A_0$  : vektor *intercept*
- $\Pi$  :  $\alpha\beta'$  di mana  $\beta$  adalah matriks kointegrasi berukuran  $n \times r$ ,  $\alpha$  adalah matriks *adjustment* berukuran  $n \times r$
- $\phi_i$  : matriks koefisien regresi ( $\phi_i = -\sum_{j=i+1}^p A_j$ )
- $\varepsilon_t$  : sisaan

Hasil VECM mengandung dua bagian, yaitu pada bagian pertama menampilkan hasil dari *Johanssen Cointegration test* sedangkan pada bagian kedua menampilkan hasil dari VAR dalam tingkat pembeda pertama yang juga di dalamnya mengandung *error correction* dari hasil estimasi pada tahap pertama (Firdaus 2011).

### Uji Kausalitas Granger

Metode *Granger Causality* dapat mengindikasikan apakah suatu variabel mempunyai hubungan dua arah atau hanya satu arah saja. Pada *Granger test* yang dilihat adalah pengaruh masa lalu terhadap kondisi sekarang, sehingga data yang digunakan adalah data *time series* (Nachrowi dan Usman 2006).

*Granger Causality* dikembangkan untuk memeriksa apakah dimasukkannya nilai-nilai dari variabel masa lalu dapat membantu atau tidak dalam prediksi nilai sekarang dari variabel. Jika kejadian A terjadi sebelum B, maka ada kemungkinan bahwa A menyebabkan B. Namun, tidak mungkin B menyebabkan A. Analisis ini dapat mengetahui apakah suatu variabel bebas meningkatkan kinerja peramalan dari variabel tidak bebas (Firdaus 2020). Misalkan terdapat persamaan tidak teretriksi model *autoregressive* sebagai berikut:

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + b_1 x_{t-1} + \dots + b_p x_{t-p} + e_t \quad (9)$$

serta terdapat persamaan teretriksi model *autoregressive* sebagai berikut:

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + a_3 y_{t-3} + \dots + a_p y_{t-p} + e_t \quad (10)$$



maka hipotesis yang digunakan ialah

- $$H_0 : b_1 = b_2 = \dots = b_p = 0 \quad (\text{tidak terdapat kausalitas Granger}),$$
- $$H_1 : b_1 = b_2 = \dots = b_p \neq 0 \quad (\text{terdapat kausalitas Granger})$$

Statistik uji:

$$F_{hitung} = (n - k) \frac{(RSS_R - RSS_{UR})}{m(RSS_{UR})} \quad (11)$$

dengan  $n$  merupakan jumlah pengamatan,  $m$  merupakan jumlah *lag*,  $k$  merupakan jumlah parameter estimasi,  $RSS_R$  merupakan jumlah kuadrat sisaan persamaan teretriksi, sedangkan  $RSS_{UR}$  merupakan jumlah kuadrat sisaan persamaan tidak teretriksi. Jika hasil analisis kausalitas Granger menunjukkan  $F_{hitung} > F_{tabel}$  atau  $p\text{-value}$  kurang dari taraf nyata signifikansi, maka tolak  $H_0$  yang berarti terdapat kausalitas Granger.

## Fungsi Respon Impuls

Fungsi respon impuls dapat membantu dalam interpretasi nilai koefisien tiap peubah dalam model VAR. Fungsi respon impuls digunakan untuk melihat efek perubahan simpangan baku dari suatu peubah terhadap peubah lain yang terdapat dalam model VAR yang diamati (Hadi 2003).

Misalkan terdapat model VAR dengan empat peubah. Kemudian melalui proses iterasi dapat dinyatakan dalam *Vector Moving Average* (VMA) dengan persamaan sebagai berikut (Enders 1995):

$$y_t = \sum_{i=0}^{\infty} \varphi_i \varepsilon_{t-i} \quad (12)$$

dengan

$$\varphi_i = \begin{bmatrix} \varphi_{11}(i) & \varphi_{12}(i) & \varphi_{13}(i) & \varphi_{14}(i) \\ \varphi_{21}(i) & \varphi_{22}(i) & \varphi_{23}(i) & \varphi_{24}(i) \\ \varphi_{31}(i) & \varphi_{32}(i) & \varphi_{33}(i) & \varphi_{34}(i) \\ \varphi_{41}(i) & \varphi_{42}(i) & \varphi_{43}(i) & \varphi_{44}(i) \end{bmatrix}$$

Matriks  $\varphi_i$  merupakan fungsi respon impuls yang memberikan informasi mengenai pengaruh perubahan simpangan baku suatu peubah terhadap peramalan peubah lain untuk periode ke- $t$ . Komponen  $\varphi_{jk}(i)$  dalam matriks  $\varphi_i$  merupakan pengaruh dari perubahan peubah  $k$  terhadap peubah  $j$  untuk peramalan  $i$  periode ke depan ( $i = 1, 2, \dots, t$ ).

## Dekomposisi Ragam

Dekomposisi ragam dapat memberikan informasi mengenai kontribusi setiap sisaan ( $\varepsilon_i$ ) dalam mempengaruhi besarnya nilai-nilai peubah dalam VAR (Enders 1995). Misalkan ragam peramalan sisaan  $n$  periode ke depan untuk  $y_t$  adalah:

$$\sigma_y^2(n) = \sigma_y^2[\varphi_{11}^2(0) + \varphi_{11}^2(1) + \cdots + \varphi_{11}^2(n-1)] + \sigma_z^2[\varphi_{12}^2(0) + \varphi_{12}^2(1) + \cdots + \varphi_{12}^2(n-1)] \quad (13)$$

Dekomposisi ragam sisaan  $n$  periode ke depan terhadap proporsi masing-masing guncangan dapat dilakukan. Proporsi  $\sigma_y^2(n)$  terhadap masing-masing guncangan  $\varepsilon_{y_t}$  dan  $\varepsilon_{z_t}$  adalah (Enders 2015):

$$\frac{\sigma_y^2[\varphi_{11}^2(0) + \varphi_{11}^2(1) + \cdots + \varphi_{11}^2(n-1)]}{\sigma_y^2(n)} \text{ dan} \\ \frac{\sigma_z^2[\varphi_{12}^2(0) + \varphi_{12}^2(1) + \cdots + \varphi_{12}^2(n-1)]}{\sigma_y^2(n)}$$

## Uji Diagnostik Model

### **Uji Kenormalan Sisaan**

Salah satu uji kenormalan yang bisa digunakan adalah uji Jarque Bera. Uji ini adalah uji kenormalan yang cukup terkenal di dunia ekonometrika. Uji Jarque Bera adalah salah satu bentuk uji Portmanteau, yaitu didefinisikan atas empat momen orde pertama dari data. Statistik uji Jarque Bera memiliki distribusi asimptotik  $X_2^2$  dengan derajat bebas dua (Rosadi 2010). Adapun hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0$ : Sisaan berdistribusi normal

$H_1$ : Sisaan tidak berdistribusi normal

Statistik uji:

$$JB = \frac{n - k}{6} \left[ S^2 + \frac{(K - 3)^2}{24} \right] \quad (14)$$

di mana:

$$S = \frac{1/n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\left(1/n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right)^{3/2}} \quad (15)$$

$$K = \frac{1/n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\left(1/n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right)^2} \quad (16)$$

keterangan:

$n$  : banyaknya observasi

$k$  : banyaknya koefisien

$x$  : data yang akan diuji kenormalannya



10

 $X^2$   
sis

### Uji Heteroskedasitas

Tujuan dari uji heteroskedasitas adalah untuk mengetahui apakah terdapat ketidakhomogenan ragam dari sisaan. Kehomogenan ragam sisaan bisa diuji dengan menggunakan uji *white heteroskedasticity test*. Adapun hipotesisnya adalah sebagai berikut:

- $H_0$ : ragam sisaan homogen  
 $H_1$ : ragam sisaan tidak homogen

Statistik uji:

$$nR^2 \approx X^2_{hit} \quad (17)$$

Sampel yang berukuran  $n$  dan koefisien determinasi  $R^2$  yang diperoleh dari regresi semu antara sisaan (sebagai peubah tak bebas) dengan peubah-peubah bebas, kuadrat dan interaksi peubah bebas. Uji ini akan mengikuti sebaran distribusi *chi-square* dengan derajat bebas sejumlah peubah bebas tidak termasuk intersep. Jika  $X^2_{hit} < X^2_{tabel}$  atau  $p-value >$  taraf nyata 5% maka terima  $H_0$  yang artinya ragam sisaan homogen. (Rosadi 2010)

### Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi sisaan dilakukan untuk melihat adanya korelasi antar sisaan pada setiap peubah (Montgomery *et al.* 2008). Adanya autokorelasi ini menyebabkan parameter yang akan diestimasi menjadi tidak efisien. Untuk menguji ada tidaknya autokorelasi menggunakan *Breusch-Godfrey Serial Correlation Test*. Hipotesis uji ini adalah:

- $H_0$  : Tidak ada masalah autokorelasi  
 $H_1$  : Ada masalah autokorelasi

Statistik uji:

$$X^2_{hit} = (n - 1) R^2 \quad (18)$$

dengan  $n$  merupakan banyaknya sampel, serta  $R^2$  merupakan koefisien determinasi. Kriteria penolakan  $H_0$  adalah jika  $X^2_{hit} < X^2_{tabel}$  atau  $p-value <$  taraf nyata 5%.

### Evaluasi Model

Evaluasi kecocokan model dilakukan untuk memastikan apakah model yang didapat telah layak digunakan untuk melakukan peramalan pada periode berikutnya (Montgomery *et al.* 2008). Salah satu ukuran yang biasa digunakan untuk evaluasi model, yaitu *mean absolute percentage forecast error (MAPE)*.

*MAPE* memperhitungkan besarnya persentase penyimpangan hasil peramalan. Model dikatakan baik jika memiliki nilai persentase *MAPE* relatif kecil. Nilai *MAPE* dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^T |Y_t - F_t| / Y_t}{T} \times 100\% \quad (19)$$

keterangan:

$T$  : banyaknya periode waktu atau data amatan

$Y_t$  : data aktual

$F_t$  : data hasil peramalan

## METODE PENELITIAN

### Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder bulanan, yaitu data indeks harga saham gabungan dan nilai tukar rupiah terhadap USD yang diperoleh dari [www.yahoo.finance.com](http://www.yahoo.finance.com), data suku bunga Bank Indonesia dan inflasi Indonesia yang diperoleh dari web Bank Indonesia, serta data ekspor impor yang diperoleh dari web Badan Pusat Statistik. Data dari masing-masing peubah tersebut merupakan data deret waktu dengan sampel 61 data bulanan dari periode Januari tahun 2015 hingga Januari tahun 2020. Data yang digunakan untuk memperoleh suatu model adalah data dari periode Januari 2015 hingga Desember 2018, sedangkan data yang digunakan untuk melakukan peramalan adalah data IHSG dari periode Januari 2019 hingga Januari 2020.

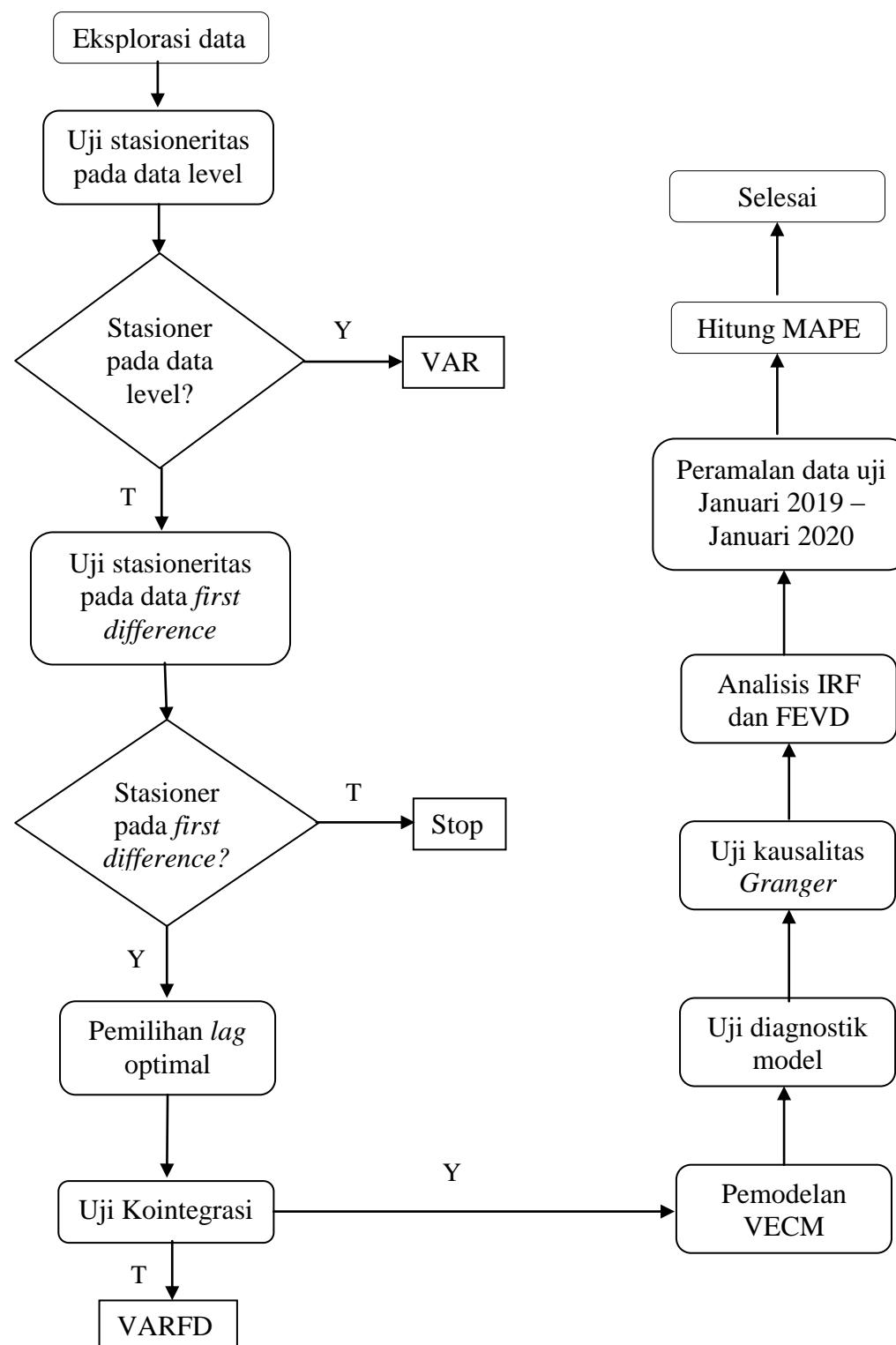
### Prosedur Analisis Data

Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis data secara eksploratif untuk melihat karakteristik masing-masing variabel.
2. Menguji kestasioneran data yang diperlukan untuk melihat apakah data mengandung akar-akar unit. Pengujian untuk melihat kestrasioneran dalam rataan dilakukan dengan uji *Augmented Dickey Fuller*.
3. Menentukan panjang *lag* (ordo) optimal yang ditentukan berdasarkan kriteria *Akaike Information Criterion* (AIC). Panjang *lag* terbaik adalah model yang memiliki nilai AIC terkecil.
4. Memeriksa kemungkinan keseimbangan jangka panjang antara variabel menggunakan uji kointegrasi Johansen.
5. Melakukan pendugaan model antara tingkat suku bunga, tingkat inflasi dan volatilitas nilai tukar menggunakan VECM.
6. Melakukan uji *Granger's Causallity* untuk menguji adanya hubungan kausalitas antar variabel.
7. Menganalisis perilaku dinamis antar peubah secara deskriptif dengan fungsi respon impuls.
8. Memeriksa uji diagnostik sisaan pada model.

Melakukan evaluasi peramalan data IHSG dari Januari 2019 hingga Januari 2020.

Langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat dari Gambar 1:



Gambar 1 Diagram tahapan penelitian

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.

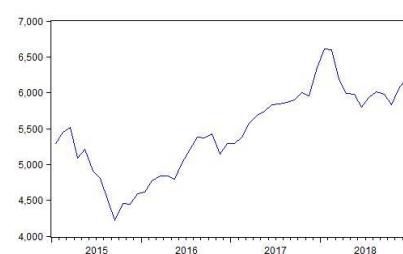
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

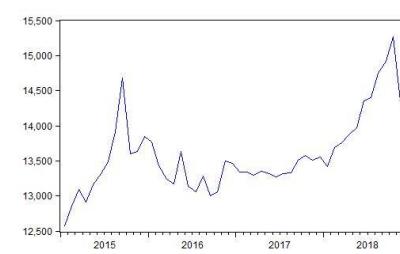
### Eksplorasi Data

Eksplorasi data terhadap masing-masing peubah dilakukan untuk melihat pola data secara umum selama 48 bulan. Plot data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), nilai tukar rupiah terhadap USD, suku bunga Bank Indoensia, tingkat inflasi Indonesia, ekspor, dan impor terdiri atas 48 titik data. Sumbu X menunjukkan periode data bulanan selama 4 tahun dan sumbu Y menunjukkan besarnya masing-masing amatan. Gambar 1 memperlihatkan pola data deret waktu peubah IHSG. Pada pertengahan tahun 2015, peubah IHSG mencapai titik terendah, yaitu sebesar 4200 poin. Akan tetapi, setelah itu nilai IHSG cenderung mengalami kenaikan hingga akhir periode dan mencapai titik tertinggi pada awal tahun 2018 dengan nilai sekitar 6600 poin. Selain peubah IHSG, peubah nilai tukar rupiah terhadap USD (EXC) juga memiliki pola tren naik. Pola data deret waktu untuk peubah EXC dapat dilihat pada Gambar 2. Pergerakan nilai kurs dari tahun 2015 cenderung mengalami peningkatan hingga pada akhir periode. Puncak pelemahan nilai kurs terjadi hingga menyentuh angka Rp 15000 di pertengahan tahun 2018.

Pola data deret waktu untuk peubah suku bunga Bank Indonesia (IR) cenderung memiliki pola tren turun hingga akhir tahun 2017, namun mengalami kenaikan hingga akhir tahun 2018 yang ditunjukkan pada Gambar 3. Pada Gambar 4 memperlihatkan pola data peubah inflasi Indonesia (INF) yang mengalami penurunan dari pertengahan tahun 2015 hingga awal tahun 2016, namun dari tahun 2016 sampai tahun 2018 cenderung fluktuatif. Sedangkan pada peubah eksport (EKSPOR) dan peubah impor (IMPOR) cenderung fluktuatif tiap tahunnya serta terdapat pola tren yang sama pada beberapa periode. Ketika peubah eksport mengalami penurunan pola peubah impor juga mengalami penurunan yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Jika dilihat dari plot data, kenaikan atau penurunan peubah tertentu diikuti kenaikan atau penurunan peubah lainnya. Peubah-peubah ini diduga memiliki hubungan. Hubungan antar peubah selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *vector error correction model* (VECM).



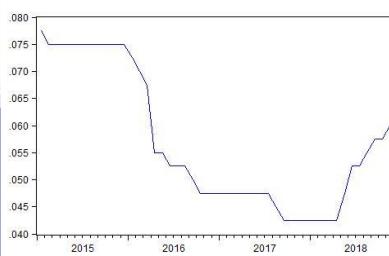
Gambar 2 Plot IHSG



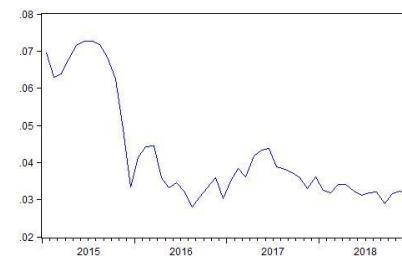
Gambar 3 Plot kurs rupiah

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

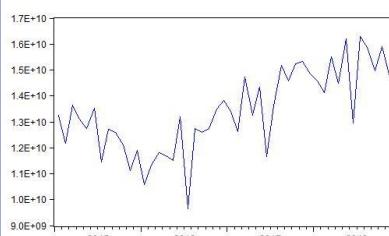
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak mengutip kepentingan yang wajar IPB University.



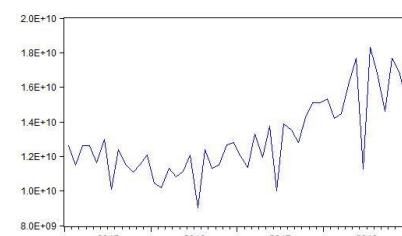
Gambar 4 Plot suku bunga BI



Gambar 5 Plot inflasi Indonesia



Gambar 6 Plot ekspor Indonesia



Gambar 7 Plot impor Indonesia

### Uji Stasioneritas Data

Dalam penelitian ini, transformasi logaritma natural dilakukan pada peubah IHSG, EXC, EKSPOR dan IMPOR. Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan kestasioneran data menggunakan uji formal *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Hipotesis nol pada uji ADF ini adalah data mengandung akar-akar unit. Kriteria penolakan  $H_0$ , yaitu jika nilai  $p\text{-value}$  kurang dari taraf nyata 5% atau nilai statistik uji  $<$  nilai kritis. Data dikatakan tidak stasioner jika mengandung akar-akar unit. Jika data tidak stasioner maka dilakukan *differencing* atau pembedaan sampai didapatkan data yang stasioner.

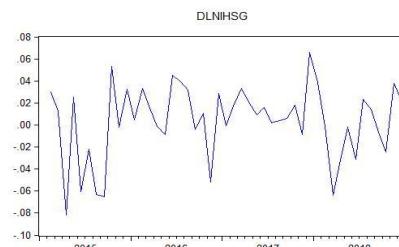
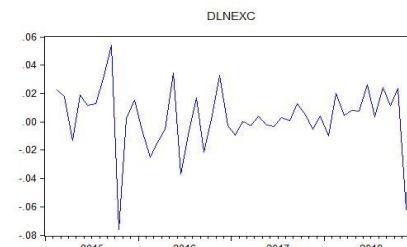
Hasil uji ADF pada masing-masing peubah dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menyajikan nilai  $p\text{-value}$  hasil uji ADF tanpa tanpa *differencing* ( $I(0)$ ) dan *differencing* pertama ( $I(1)$ ). Pada setiap peubah nilai  $t$ -statistik uji lebih besar dari nilai kritis dan nilai  $p\text{-value}$  lebih besar dari nilai alpha yang berarti data tidak stasioner pada  $I(0)$ . Namun, semua peubah stasioner pada  $I(1)$  karena nilai  $t$ -statistik uji lebih kecil dari nilai kritis dan nilai  $p\text{-value}$  lebih kecil dari nilai alpha.

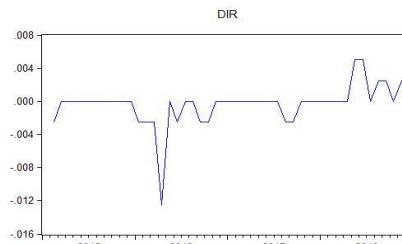
Hasil uji ADF tanpa *differencing* menunjukkan bahwa data tidak stasioner pada level yang sama sehingga mengindikasikan memungkinkan adanya kointegrasi. Kointegrasi terjadi jika data stasioner pada *differencing* yang sama. Selanjutnya dilakukan *differencing* pertama dan dilakukan uji ADF kembali. Keenam peubah stasioner pada *differencing* yang sama setelah *differencing* yang pertama. Selanjutnya uji Johansen diperlukan untuk memastikan adanya kointegrasi. Jika tidak ada kointegrasi maka metode analisis yang digunakan adalah VAR *in difference*, sedangkan jika ada kointegrasi maka metode analisis yang digunakan, yaitu VECM.

Tabel 1 Kestasioneran data pada data aktual dan setelah *differencing* ke-1

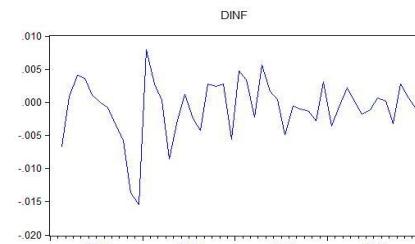
Peubah	<i>t</i> -statistik uji ADF	5% nilai kritis	<i>p-value</i>	Keterangan
Data aktual (I(0))				
lnIHSG	-0.671084	-2.925169	0.8440	Tidak stasioner
lnEXC	-2.106062	-2.925169	0.2433	Tidak stasioner
IR	-1.591439	-2.928142	0.4786	Tidak stasioner
INF	-1.583842	-2.926622	0.4826	Tidak stasioner
lnEKSPOR	-0.981787	-2.928142	0.7519	Tidak stasioner
lnIMPOR	0.390767	-2.929734	0.9803	Tidak stasioner
<i>Differencing</i> pertama (I(1))				
lnIHSG	-6.014957	-2.926622	0.0000	Stasioner
lnEXC	-8.278675	-2.926622	0.0000	Stasioner
IR	-2.990343	-2.928142	0.0434	Stasioner
INF	-5.564679	-2.926622	0.0000	Stasioner
lnEKSPOR	-8.207632	-2.928142	0.0000	Stasioner
lnIMPOR	-7.289216	-2.929734	0.0000	Stasioner

Selanjutnya, untuk melihat plot data pada perubah-perubah yang telah dilakukan tahapan *differencing* pertama disajikan dalam Gambar 8 hingga Gambar 13. Dapat dilihat bahwa masing-masing peubah telah stasioner setelah dilakukan tahapan *differencing* pertama.

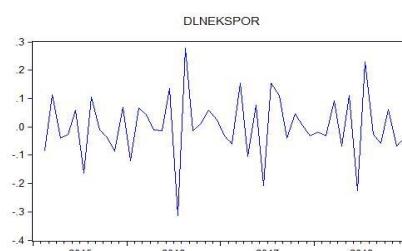
Gambar 8 Plot IHSG setelah *differencing* pertamaGambar 9 Plot kurs rupiah setelah *differencing* pertama



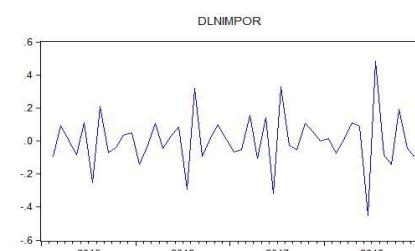
Gambar 10 Plot suku bunga BI setelah *differencing* pertama



Gambar 11 Plot inflasi Indonesia setelah *differencing* pertama



Gambar 12 Plot ekspor Indonesia setelah *differencing* pertama



Gambar 13 Plot impor Indonesia setelah *differencing* pertama

### Penentuan *Lag* Optimal

Pemilihan ordo  $p$  atau pemilihan *lag* optimal diperlukan pada model VAR atau VECM agar pendugaan parameter model tidak berlebihan. Hasil *lag* optimal dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan kriteria *Akaike Information Criterion* AIC paling minimum, maka *lag* 4 (empat) atau ordo 4 (empat) yang terpilih sebagai *lag* optimal.

Tabel 2 Pemilihan ordo  $p$  atau *lag* optimal

<i>Lag</i>	LogL	AIC	SC
1	98.27061	-3.883856	-3.608302
2	101.9558	-3.867646	-3.350856
3	104.9728	-3.821013	-3.058200
4	115.7759	-4.550264	-3.112434
5	126.8187	-4.503151	-3.274407

## Penyusunan Model VAR

Setelah didapatkan bahwa keenam peubah telah stasioner pada tahap *differencing* pertama serta didapatkan *lag* optimal sebesar 4, maka model VAR dapat disusun. Berdasarkan hasil analisis yang disajikan di dalam Tabel 3, model VAR dengan enam peubah dan ordo 4 dapat diperoleh.

Tabel 3 Koefisien model VAR

	<i>lnIHSG</i>	<i>lnEXC</i>	<i>IR</i>	<i>INF</i>	<i>lnEKSPOR</i>	<i>lnIMPOR</i>
<i>lnIHSG</i> <sub>t-1</sub>	0.885	-0.883	-0.202	-0.018	0.589	0.766
<i>lnEXC</i> <sub>t-1</sub>	0.163	0.453	0.009	-0.009	1.554	1.515
<i>IR</i> <sub>t-1</sub>	-0.874	-0.175	0.779	0.262	4.309	2.265
<i>INF</i> <sub>t-1</sub>	-0.871	-1.316	-0.079	0.612	-7.032	-11.614
<i>lnEKSPOR</i> <sub>t-1</sub>	0.006	-0.045	-0.018	0.019	0.293	0.295
<i>lnIMPOR</i> <sub>t-1</sub>	0.008	0.015	0.009	-0.007	-0.486	-0.789
<i>lnIHSG</i> <sub>t-2</sub>	-0.107	0.212	0.003	0.002	-0.401	-0.868
<i>lnEXC</i> <sub>t-2</sub>	-0.113	0.120	0.015	-0.009	-1.290	-1.082
<i>IR</i> <sub>t-2</sub>	-0.179	3.559	0.349	0.342	-3.421	2.221
<i>INF</i> <sub>t-2</sub>	-0.004	1.269	0.045	-0.191	1.794	3.007
<i>lnEKSPOR</i> <sub>t-2</sub>	0.286	-0.008	0.001	-0.006	0.778	1.400
<i>lnIMPOR</i> <sub>t-2</sub>	-0.249	0.052	0.009	0.005	-0.828	-1.223
<i>lnIHSG</i> <sub>t-3</sub>	-0.029	-0.196	-0.006	0.470	1.072	1.790
<i>lnEXC</i> <sub>t-3</sub>	0.238	-0.075	-0.029	-0.090	1.349	1.834
<i>IR</i> <sub>t-3</sub>	-0.978	-0.579	-0.059	0.578	13.675	7.239
<i>INF</i> <sub>t-3</sub>	-4.075	0.147	-0.120	-0.70	-1.906	-1.245
<i>lnEKSPOR</i> <sub>t-3</sub>	0.033	0.062	0.028	0.031	-0.027	-0.115
<i>lnIMPOR</i> <sub>t-3</sub>	-0.082	-0.029	-0.013	-0.009	-0.097	0.101
<i>lnIHSG</i> <sub>t-4</sub>	0.0755	0.256	0.014	-0.029	0.379	0.473
<i>lnEXC</i> <sub>t-4</sub>	0.006	0.128	-0.029	-0.053	-0.715	-0.103
<i>IR</i> <sub>t-4</sub>	2.919	-1.899	-0.185	-0.459	-7.103	-0.663
<i>INF</i> <sub>t-4</sub>	2.739	-0.295	0.142	-0.019	1.591	2.680
<i>lnEKSPOR</i> <sub>t-4</sub>	0.471	-0.159	-0.017	0.038	0.474	0.461
<i>lnIMPOR</i> <sub>t-4</sub>	-0.209	0.031	0.009	-0.025	-0.254	-0.081

Berdasarkan hasil analisis VAR pada Tabel 3, diperoleh enam persamaan VAR, dengan masing-masing peubah tak bebas tiap persamaan adalah sebanyak satu, yaitu peubah *lnIHSG* pada persamaan pertama, peubah *lnEXC* pada persamaan kedua, peubah *IR* pada persamaan ketiga, peubah *INF* pada persamaan keempat, peubah *lnEKSPOR* pada persamaan kelima, serta peubah *lnIMPOR* pada persamaan keenam. Sedangkan untuk peubah bebas pada tiap persamaan adalah keenam peubah tersebut pada satu periode sebelumnya hingga empat periode sebelumnya. Dalam penelitian ini, penulis hanya berfokus pada model persamaan dengan peubah tak bebas ialah peubah *lnIHSG*, selanjutnya akan dilanjutkan ke tahap berikutnya ialah menguji kointegrasi antar peubah.

## Uji Kointegrasi

Kointegrasi terjadi jika peubah-peubah stasioner pada level yang sama setelah dilakukan *differencing*. Dalam penelitian ini uji kointegrasi yang dilakukan menggunakan uji Johansen. Hipotesis nol ( $H_0$ ) pada uji Johansen adalah terdapat kointegrasi antarvariabel sedangkan  $H_1$  adalah tidak terdapat kointegrasi antarvariabel. Kriteria penolakan  $H_0$  adalah jika nilai  $\lambda_{\text{trace}} >$  nilai kritis atau  $\lambda_{\max} >$  nilai kritis. Hasil uji kointegrasi dapat dilihat pada Tabel 3.  $H_0$  dengan  $rank=0$ ,  $rank=1$ , dan  $rank=2$  memiliki nilai  $\lambda_{\text{trace}}$  lebih besar dari nilai kritis. Hal ini berarti bahwa terdapat tiga kointegrasi. Maka berdasarkan pendekatan uji *Johansen*, model yang harus digunakan pada penelitian ini adalah ECM karena terdapat kointegrasi antar peubah amatan.

Tabel 4 Hasil Uji Kointegrasi

$H_0$ $rank = r$	Nilai Statistik	5% nilai kritis	<i>p-value</i>
Nilai teras			
0	196.8254	95.75366	0.0000
1	124.6890	69.81889	0.0000
2	59.20207	47.85613	0.0030
3	22.80293	29.79707	0.2559
Nilai akar ciri terbesar			
0	72.13631	40.07757	0.0000
1	65.48698	33.87687	0.0000
2	36.39914	27.58434	0.0029
3	14.58723	21.13162	0.3189

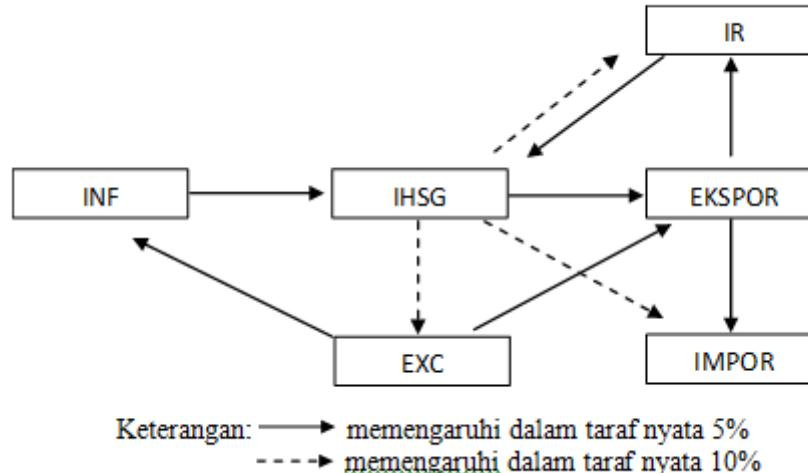
## Uji Kausalitas Granger

Uji kausalitas Granger digunakan untuk mengetahui apakah ada hubungan kausalitas (sebab akibat) antar peubah. Pengujian ini berguna untuk melihat pengaruh dari suatu peubah terhadap kinerja peramalan peubah lainnya. Uji F digunakan untuk mengetahui apakah *lag* informasi dari suatu peubah memberikan informasi statistik yang signifikan tentang peubah lainnya. Jika tidak, maka antar peubah tidak ada hubungan sebab akibat.

Hasil dari uji kausalitas dapat dilihat pada Lampiran 5. Hubungan antar peubah disajikan dalam Gambar 14. Hipotesis yang digunakan pada uji ini adalah tidak terdapat kausalitas Granger antarvariabel sebagai  $H_0$  dan terdapat kausalitas Granger antarvariabel sebagai  $H_1$ . Kriteria pengujian adalah tolak  $H_0$  ketika *p-value* kurang dari taraf nyata 5% yang artinya peubah  $X$  adalah penyebab Granger peubah  $Y$  dan/atau peubah  $Y$  adalah penyebab Granger peubah  $X$ .

Pada taraf nyata 5%, inflasi secara langsung memiliki keterkaitan kausalitas satu arah dengan IHSG. Begitu pula IHSG memiliki keterkaitan kausalitas satu arah dengan EKSPOR. Disisi lain, peubah EKSPOR memiliki hubungan kausalitas satu

arah dengan peubah IR dan IMPOR. Sedangkan peubah EXC memiliki keterkaitan kausalitas satu arah dengan INF dan EKSPOR. Selain itu, dalam taraf nyata 10%, nilai IR, EXC, dan IMPOR dipengaruhi oleh peubah IHSG.



Gambar 14 Hubungan sebab akibat antar peubah

### Pemodelan VECM

Setelah didapatkan *lag* optimal sebesar empat dengan tiga *rank* kointegrasi, maka proses pemodelan dengan VECM dapat dilakukan. Berdasarkan hasil analisis yang disajikan dalam Tabel 5, diketahui bahwa ketiga persamaan kointegrasi memiliki nilai *t-statistic* yang tidak signifikan dalam taraf nyata 5%. Hal ini menunjukkan bahwa peubah-peubah pada ketiga persamaan kointegrasi tidak memengaruhi nilai IHSG secara signifikan pada jangka panjang. Kriteria pengujinya, yaitu jika nilai  $|t_{statistic}| > t_{tabel}(1.96)$  maka artinya terdapat pengaruh nyata pada peubah tersebut.

Tabel 5 Ringkasan hasil analisis jangka panjang

Peubah	ECT 1		ECT 2		ECT 3	
	Koefisien	$t_{stat}$	Koefisien	$t_{stat}$	Koefisien	$t_{stat}$
lnIHSG(-1)	0.056	0.698	0.374	1.377	2.267	1.393
lnEXC(-1)	1	-	0	-	0	-
IR(-1)	0	-	1	-	0	-
INF(-1)	-3.749	-2.578	-0.715	-1.185	-0.846	-9.137
lnEKSPOR(-1)	-0.012	-0.027	0.943	5.145	0.258	9.189
lnIMPOR(-1)	-0.780	-2.225	-0.754	-5.177	-0.169	-7.598

Tabel 6 Ringkasan hasil analisis jangka pendek

Peubah	Koefisien	$t_{stat}$
$IR_{t-3}$	-3.994	-2.041
$INF_{t-3}$	-3.334	-3.116
$lnEKSPOR_{t-1}$	-0.881	-3.507
$lnEKSPOR_{t-2}$	-0.542	-2.253
$lnEKSPOR_{t-3}$	-0.485	-2.765
$lnIMPOR_{t-1}$	0.647	3.772
$lnIMPOR_{t-2}$	0.325	2.211

Pada Tabel 6 disajikan informasi mengenai pengaruh jangka pendek peubah lain terhadap perubahan nilai IHSG. Berdasarkan hasil analisis tersebut, terlihat bahwa peubah yang mempengaruhi perubahan nilai pada IHSG secara signifikan adalah peubah IR dan INF pada tiga periode sebelumnya, peubah lnEKSPOR pada satu sampai tiga periode sebelumnya, serta peubah lnIMPOR pada satu sampai dua periode sebelumnya. Peubah IR tiga periode sebelumnya memengaruhi perubahan nilai IHSG secara signifikan dengan koefisien sebesar -3.99. Angka ini menunjukkan bahwa apabila terjadi kenaikan sebesar 1% pada peubah IR tiga periode sebelumnya maka nilai IHSG akan mengalami penurunan sebesar 3.99%. Salah satu peubah lain yang berpengaruh secara signifikan dalam jangka pendek adalah lnIMPOR. Jika terjadi kenaikan sebesar 1% pada lnIMPOR satu periode sebelumnya, maka nilai IHSG akan naik sebesar 0.65%. Sehingga hasil persamaan VECM diperoleh:

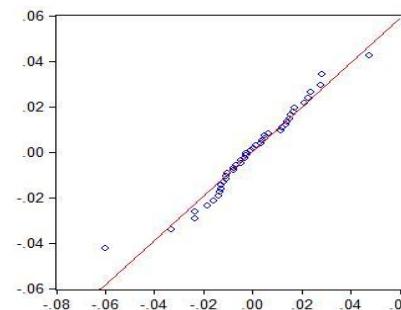
$$\begin{aligned} \Delta lnIHSG_t = & 0.056(lnIHSG_{t-1} - 3.749INF_{t-1} - 0.012lnEKSPOR_{t-1} \\ & - 0.780lnIMPOR_{t-1} + 9.999) \\ & + 0.374(lnEXC_{t-1} - 0.715INF_{t-1} + 0.943lnEKSPOR_{t-1} \\ & - 0.754lnIMPOR_{t-1} - 13.933) \\ & + 2.267(IR_{t-1} - 0.846INF_{t-1} + 0.258lnEKSPOR_{t-1} \\ & - 0.169lnIMPOR_{t-1} - 2.096) + 0.007\Delta lnIHSG_{t-1} \\ & - 0.151\Delta lnIHSG_{t-2} - 0.238\Delta lnIHSG_{t-3} - 0.140\Delta lnEXC_{t-1} \\ & - 0.308\Delta lnEXC_{t-2} - 0.082\Delta lnEXC_{t-3} - 3.117\Delta IR_{t-1} - 3.146\Delta IR_{t-2} \\ & - 3.994\Delta IR_{t-3} + 0.982\Delta INF_{t-1} + 0.813\Delta INF_{t-2} - 3.333\Delta INF_{t-3} \\ & - 0.881\Delta lnEKSPOR_{t-1} - 0.542\Delta lnEKSPOR_{t-2} \\ & - 0.485\Delta lnEKSPOR_{t-3} + 0.647\Delta lnIMPOR_{t-1} + 0.325\Delta lnIMPOR_{t-2} \\ & + 0.207\Delta lnIMPOR_{t-3} - 0.001 \end{aligned}$$

## Uji Diagnostik Model

### Uji Kenormalan

Uji yang digunakan adalah Jarque-Bera. Asumsi kenormalan dalam analisis ini sudah terpenuhi. Hal ini terlihat dari nilai  $p\text{-value}$  untuk uji ini sebesar 0.98111. Angka ini lebih besar daripada taraf nyata 5%, sehingga dengan demikian keputusan yang diambil adalah tak tolak  $H_0$  yang artinya bahwa sisianya menyebut normal. Asumsi ini juga didukung oleh QQ plot yang disajikan dalam

Gambar 7 di bawah ini. Gambar 15 menunjukkan bahwa titik-titiknya cenderung mengikuti garis lurus sehingga data mengikuti sebaran normal.



Gambar 15 QQ Plot Sisaan

### Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi bertujuan untuk memastikan apakah antar sisaan saling bebas. Jika antar sisaan tidak bebas maka dapat dikatakan ada masalah autokorelasi. Uji autokorelasi yang digunakan dalam analisis ini adalah uji Breusch-Godfrey. Hipotesis yang digunakan pada uji ini adalah tidak ada masalah autokorelasi sebagai  $H_0$  dan terdapat masalah autokorelasi sebagai  $H_1$ . Kriteria pengujian adalah tolak  $H_0$  ketika  $p\text{-value}$  kurang dari taraf nyata 5%. Berdasarkan hasil uji Breusch-Godfrey didapatkan nilai dari  $p\text{-value}$  sebesar 0.0518.. Kondisi ini mengartikan untuk tak tolak  $H_0$  yang artinya tidak ada korelasi antar sisaan pada model VECM.

### Uji Heteroskedastisitas

Asumsi ini perlu untuk memastikan bahwa pedugaan yang didapatkan efisien untuk sampel yang besar maupun sampel kecil. Hipotesis nol ( $H_0$ ) pada uji ini adalah ragam sisaan homogen sedangkan  $H_1$  adalah ragam sisaan tak homogen. Kriteria penolakan  $H_0$  adalah  $p\text{-value}$  kurang dari taraf nyata 5% . Berdasarkan hasil uji dengan *white heteroskedasticity test* yang menunjukkan bahwa asumsi kehomogenan ragam sisaan sudah terpenuhi. Hal ini tampak dari nilai  $p\text{-value}$  yang bernilai 0.3721, sehingga keputusannya adalah untuk tak menolak  $H_0$ .

Tabel 7 Hasil Uji Diagnostik Model

	Nilai $p\text{-value}$
Uji kenormalan*	0.098111
Uji autokorelasi**	0.0518
Uji kehomogenan ragam***	0.3721

\*uji Jarque-Bera

\*\*uji Breusch-Godfrey

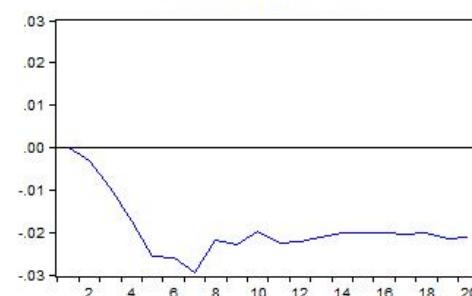
\*\*\*uji white heteroskedasticity test

Berdasarkan hasil diagnostik VECM pada Tabel 7, nilai *p-value* untuk asumsi-asumsi yang diperlukan telah terpenuhi karena semua nilai *p-value* lebih besar dari taraf nyata 5%. Hal ini menunjukkan sisaan telah menyebar normal, tidak terdapat autokorelasi antar sisaan, dan ragam sisaan telah homogen. Maka model VECM yang diperoleh dapat dikatakan model yang baik untuk melakukan analisis.

### Analisis Fungsi Respon Impuls

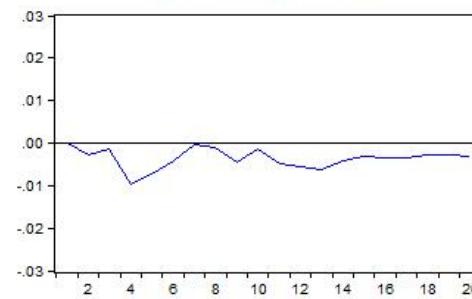
Fungsi respon impuls dari seluruh peubah IHSG, nilai tukar rupiah terhadap USD, suku bunga Bank Indonesia, inflasi Indonesia, ekspor, dan impor selama 20 periode dapat dilihat di Lampiran 7. Adanya guncangan (*shock*) pada suatu peubah tentu saja akan berdampak pada peubah lainnya. Guncangan ini terjadi pada semua peubah sebesar 1 standar deviasi. Guncangan yang terjadi pada peubah IHSG, nilai tukar rupiah terhadap USD, suku bunga Bank Indonesia, inflasi Indonesia, ekspor, dan impor akan direspon oleh IHSG. Respon tersebut bisa berupa respon positif atau respon negatif.

Respon IHSG terhadap guncangan sebesar satu standar deviasi pada peubah suku bunga Bank Indonesia dapat dilihat pada Gambar 16. Pada gambar terlihat bahwa guncangan yang terjadi pada peubah suku bunga Bank Indonesia direspon negatif oleh IHSG. Respon tersebut mulai stabil pada periode ke-8 hingga akhir periode ke-20, yaitu sekitar -2%.



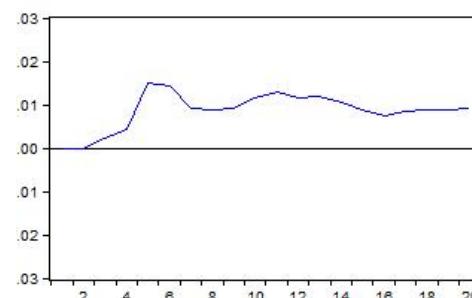
Gambar 16 Hasil IRF respon IHSG terhadap guncangan suku bunga BI

Respon negatif juga diberikan pada guncangan sebesar satu standar deviasi yang terjadi pada peubah inflasi Indonesia. Pada Gambar 17 terlihat bahwa respon IHSG mengalami sedikit fluktuasi dari awal periode hingga pada periode ke-15. Setelah itu respon tersebut stabil pada kisaran -0.35%.



Gambar 17 Hasil IRF respon IHSG terhadap guncangan inflasi Indonesia

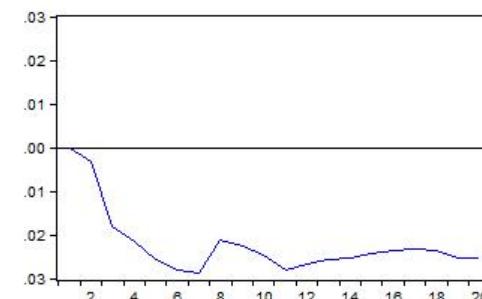
Guncangan yang terjadi pada peubah eksport direspon positif oleh IHSG. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 18. Pada awal periode, guncangan pada peubah eksport belum direspon oleh IHSG, namun setelahnya IHSG mulai merespon positif guncangan tersebut. Respon IHSG sempat mengalami sedikit fluktuasi hingga pada periode ke-16 namun masih bernilai positif. Setelah itu, respon IHSG cenderung stabil pada kisaran 0.88%.



Gambar 18 Hasil IRF respon IHSG terhadap guncangan eksport Indonesia

Berbeda dengan peubah eksport, guncangan yang disebabkan oleh peubah impor direspon negatif oleh IHSG. Pada Gambar 19, terlihat bahwa di awal periode guncangan sebesar satu standar deviasi yang terjadi pada peubah impor belum direspon oleh IHSG. Namun setelah memasuki periode kedua, IHSG mulai merespon guncangan tersebut. Respon IHSG pada awal periode cenderung fluktuatif, namun mulai dari periode ke-12 hingga periode ke-20 respon IHSG mengalami kestabilan pada kisaran -2.4%.

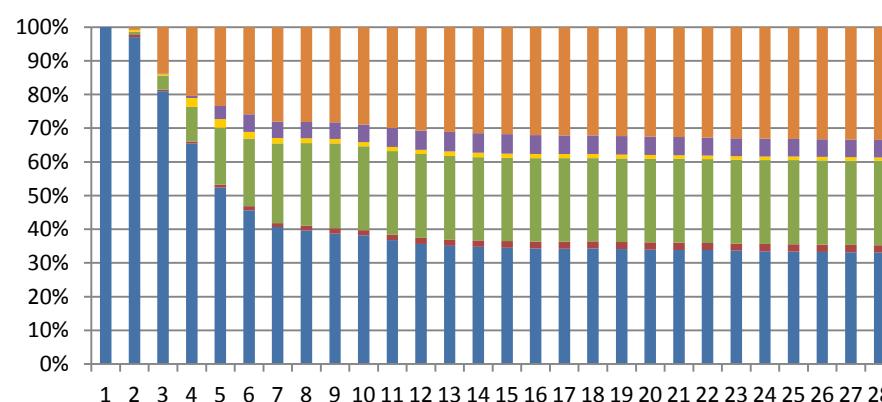
Keterangan:
: lnIMPOR
: lnEKSPOR
: INF
: IR
: lnEXC
: lnIHSG



Gambar 19 Hasil IRF respon IHSG terhadap guncangan impor Indonesia

### Analisis Dekomposisi Ragam

Hasil dari dekomposisi ragam yang digunakan untuk menjelaskan kontribusi setiap peubah terhadap guncangan yang ditimbulkannya terhadap variabilitas IHSG disajikan pada Gambar 20. Jangka waktu yang digunakan adalah 28 periode.



Gambar 20 Hasil analisis dekomposisi ragam terhadap IHSG

- Keterangan:
- : lnIMPOR
  - : lnEKSPOR
  - : INF
  - : IR
  - : lnEXC
  - : lnIHSG

Pada periode pertama perubahan yang terjadi pada IHSG disebabkan oleh guncangan IHSG itu sendiri, yaitu sebesar 100%. Saat memasuki periode kedua peubah lain mulai memberikan pengaruh pada fluktuasi IHSG. Kontribusi dari IHSG seiring dengan berjalananya waktu terus mengalami penurunan namun tetap mendominasi hingga pada periode ke-20 hanya mencapai 33.107%.

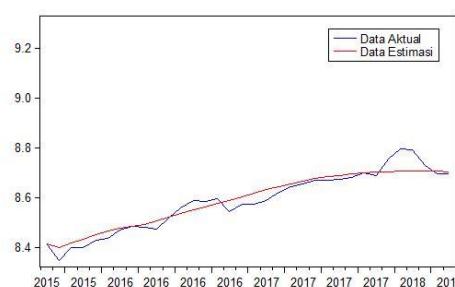
Peranan peubah IMPOR dalam menjelaskan variabilitas fluktuasi IHSG cukup besar, hal itu mulai terlihat dari periode ke-3 sebesar 13.8%. Kontribusi peubah IMPOR ini semakin meningkat dan mulai stabil saat memasuki periode ke-16 hingga pada akhir periode, yaitu sebesar 33.47%. Selanjutnya peubah IR

juga berkontribusi cukup besar terhadap IHSG meskipun tidak sebesar impor. Suku bunga Bank Indonesia seiring bertambahnya waktu semakin berperan dalam menjelaskan variabilitas nilai IHSG. Pada awal-awal periode kontribusinya cukup kecil, namun perubahan terjadi cukup besar saat memasuki periode ke-6 dengan nilai 20%. Hingga pada akhir periode kontribusinya mencapai 25%.

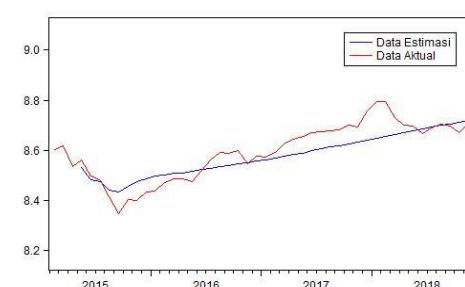
Di sisi lain, kurs dan inflasi mempunyai peranan yang cukup kecil dalam menjelaskan variabilitas IHSG. Pengaruh inflasi mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu, hal itu dapat dilihat dari kontribusinya pada akhir periode hanya sebesar 0.975%. Lain halnya dengan pengaruh kurs rupiah dalam menjelaskan variabilitas IHSG yang semakin meningkat. Kontribusi kurs rupiah pada awal periode sangat kecil, namun pada akhir periode kontribusinya mencapai 2.18%. Selanjutnya adalah pengaruh peubah EKSPOR yang mengalami fluktuasi dalam menjelaskan variabilitas IHSG. Pada periode ke-6, kontribusi ekspor mengalami kenaikan hingga 5.16%, namun pada periode ke-7 hingga periode ke-9 kontribusinya mengalami penurunan, yaitu hanya sebesar 4.89%. Akan tetapi setelah itu, pengaruh ekspor mengalami kenaikan kembali hingga pada akhir periode kontribusinya sebesar 5.23%.

### Evaluasi Model

Untuk melihat apakah model VAR serta VECM yang telah diperoleh mampu memberikan hasil yang cukup mendekati dengan data yang sesungguhnya yang telah digunakan untuk membangun model tersebut. Model yang diperoleh akan digunakan untuk mengestimasi nilai peubah IHSG. Perbandingan antara nilai IHSG pada data sebenarnya dengan nilai IHSG yang disetimasi disajikan melalui plot data pada Gambar 21 dan Gambar 22.



Gambar 21 Plot perbandingan data asli  
dan data estimasi model  
VAR



Gambar 22 Plot perbandingan data  
asli dan data estimasi  
model VECM



Berdasarkan Gambar 21, dapat diketahui perbandingan antara data asli dan data estimasi model VAR dari peubah IHSG, sedangkan Gambar 22 merupakan perbandingan antara data asli dan data estimasi model VECM dari peubah IHSG. Dari kedua plot tersebut dapat dilihat bahwa model VAR maupun VECM menghasilkan nilai estimasi peubah IHSG yang cukup mendekati pergerakan nilai peubah IHSG yang sebenarnya. Dengan perolehan nilai *MAPE* pada model VAR adalah sebesar 0.285% sedangkan nilai *MAPE* pada model VECM adalah sebesar 0.517%. Dari periode Januari 2015 hingga Desember 2019 nilai estimasi peubah IHSG cenderung menghasilkan tren grafik yang meningkat, tetapi pada hasil estimasi model VECM terjadi penurunan nilai IHSG sampai pada pertengahan tahun 2015.

### Evaluasi Peramalan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka model VECM dengan tiga *rank* kointegrasi adalah model terbaik. Model yang dihasilkan ini akan digunakan untuk meramalkan nilai IHSG pada data uji Januari 2019 hingga Januari 2020. Hasil peramalan dikatakan baik jika memiliki nilai validasi *MAPE* paling minimum. Data perbandingan nilai aktual dan hasil ramalan data IHSG pada Januari 2019-Januari 2020 disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil peramalan IHSG

Periode	Data asli IHSG	Nilai ramalan IHSG
Januari 2019	8.784	8.735
Februari 2019	8.770	8.774
Maret 2019	8.774	8.773
April 2019	8.772	8.822
Mei 2019	8.733	8.829
Juni 2019	8.757	8.708
Juli 2019	8.762	8.796
Agustus 2019	8.752	8.742
September 2019	8.727	8.821
Oktober 2019	8.736	8.717
November 2019	8.701	8.796
Desember 2019	8.748	8.740
Januari 2020	8.689	8.755

Berdasarkan data asli IHSG dan data ramalan dari model VECM yang ditampilkan pada Tabel 7, diperoleh nilai *MAPE* sebesar:

$$MAPE = \frac{0.065783}{13} \cdot 100\% = 0.506\%$$

Nilai *MAPE* tersebut mendekati nol, artinya dapat dinyatakan akurasi model VECM cukup baik.

## SIMPULAN

Peubah nilai tukar rupiah terhadap USD, inflasi, Indonesia, suku bunga Bank Indonesia, ekspor, dan impor tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan nilai IHSG dalam jangka panjang. Sedangkan dalam jangka pendek yang memengaruhi perubahan nilai IHSG, yaitu peubah inflasi dan suku bunga Bank Indonesia tiga periode sebelumnya, peubah impor satu sampai dua periode sebelumnya, serta peubah ekspor satu sampai tiga periode sebelumnya. Model yang diperoleh mampu meramalkan nilai IHSG dengan cukup baik, hal ini dapat dilihat dari nilai MAPE yang dihasilkan sebesar 0.5%

## DAFTAR PUSTAKA

- Asari F, Baharuddin N, Jusoh N, Mohamad Z, Shamsudin N, Jusoff K. 2011. A Vector Error Correction Model (VECM) Approach in Explaining the Relationship Between Interest Rate and Inflation Towards Exchange Rate Volatility in Malaysia. *World Applied Sciences Journal*. 12: 49-56.
- Benny M. 2013. Ekspor dan Impor Pengaruhnya terhadap Posisi Cadangan Devisa di Indonesia. *Jurnal EMBA*. 1(4): 1406-1415.
- Dicky DA dan Fuller WA. 1979. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of American Statistical Association*. 74: 427-443.
- Dornbusch R, Fischer S, Startz R. 1994. *Macroeconomics*. Ed ke-6. New York (US): McGraw-Hill
- Enders W. 2015. *Applied Econometric Time Series*. Ed ke-4. Hoboken (US): Wiley.
- Firdaus M. 2011. *Aplikasi Ekonometrika untuk Data Panel dan Time Series*. Bogor (ID): IPB Press.
- Firdaus M. 2020. *Aplikasi Ekonometrika dengan Eviews, Stata, dan R*. Bogor (ID): IPB Press.
- Frenkel, Jacob A, H Johnson, 1978. *The economics of exchange rate*. Reading, PA: Addison-Wesley.
- Gujarati dan Damodar N. 2004. *Basic Econometrics*. New York (US): McGraw-Hill/Irwin
- Hadi YS. 2003. Analisis Vector Auto Regression(VAR) terhadap Korelasi antara Pendapatan Nasional dan Investasi Pemerintah di Indonesia, 1983/1984 – 1999/2000. *Jurnal Ekonomi dan Keuangan*. 62:107-121.
- Juanda B dan Junaidi. (2012). *Ekonometrika Deret Waktu: Teori dan Aplikasi*. Bogor (ID): IPB Press.
- Lipsey RG, Courant PN, Purvis DD, Steiner PO. 1995. *Pengantar Makroekonomi Jilid 1*. Jakarta (ID): Binarupa Aksara.
- Lütkepohl H. 2005. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin(GM): Springer





- Montgomery DC, Jennings CL, Kulahci M. 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey (US): J Wiley & Sons.
- Nachrowi D, Usman H. 2006. *Pendekatan Populer dan Praktis Ekonometrika untuk Analisis Ekonomi dan Keuangan*. Prayoga AD, editor. Jakarta (ID): Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Ratnawati A. 2013. Determinan Inflasi Indonesia: Jangka Panjang dan Pendek [Skripsi]. Malang (ID): Universitas Brawijaya.
- Rosadi D. 2010. *Analisis Ekonometrika & Runtun Waktu Terapan dengan R*. Yogyakarta (ID): ANDI
- Samsul M. 2006. *Pasar Modal dan Manajemen Portofolio*. Jakarta (ID): Erlangga.
- Sunariyah. 2006. *Pengantar Pengetahuan Pasar Modal Edisi Kelima*. Yogyakarta (ID): UPP
- Suparmoko. 1998. *Pengantar Ekonomi Makro*. Yogyakarta (ID): BPFE-YOGYAKARTA
- Suseno IS. 2004. *Sistem dan Kebijakan Nilai Tukar*. Jakarta: Pusat Pendidikan dan Studi Kebanksentralan.
- Tambun N, Palar S, Rompas W. 2014. Analisis Struktur dan Kinerja Eksport Komoditas Pertanian Pasca Krisis Ekonomi di Sulawesi Utara. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*. 14(01). 01 - 12.
- [BI] Bank Indonesia. 2017. Penjelasan BI-Rate sebagai Suku Bunga Acuan [Internet]. [diunduh 2017 Agustus 20]. Tersedia pada: <http://www.bi.go.id>.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Hasil uji stasioneritas tahap level pada data peubah

Null Hypothesis: LNIHSG has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.671084	0.8440
Test critical values:		
1% level	-3.577723	
5% level	-2.925169	
10% level	-2.600658	

Null Hypothesis: LNEXC has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.106062	0.2433
Test critical values:		
1% level	-3.577723	
5% level	-2.925169	
10% level	-2.600658	

Null Hypothesis: IR has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.591439	0.4786
Test critical values:		
1% level	-3.584743	
5% level	-2.928142	
10% level	-2.602225	

Null Hypothesis: INF has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.583842	0.4826
Test critical values:		
1% level	-3.581152	
5% level	-2.926622	
10% level	-2.601424	



Null Hypothesis: LNEKSPOR has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.981787	0.7519
Test critical values:		
1% level	-3.584743	
5% level	-2.928142	
10% level	-2.602225	

Null Hypothesis: LNIMPOR has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 3 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.390767	0.9803
Test critical values:		
1% level	-3.588509	
5% level	-2.929734	
10% level	-2.603064	

## Lampiran 2 Hasil uji stasioneritas tahap differencing pertama pada data peubah

Null Hypothesis: D(LNIHSG) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.014957	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.581152	
5% level	-2.926622	
10% level	-2.601424	

Null Hypothesis: D(LNEXC) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8.278675	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.581152	
5% level	-2.926622	
10% level	-2.601424	



Null Hypothesis: D(IR) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.990343	0.0434
Test critical values:		
1% level	-3.584743	
5% level	-2.928142	
10% level	-2.602225	

Null Hypothesis: D(INF) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.564679	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.581152	
5% level	-2.926622	
10% level	-2.601424	

Null Hypothesis: D(LNEKSPOR) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8.207632	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.584743	
5% level	-2.928142	
10% level	-2.602225	

Null Hypothesis: D(LNIMPOR) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.289216	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.588509	
5% level	-2.929734	
10% level	-2.603064	

## Lampiran 3 Hasil uji kointegrasi

## Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.813176	196.8254	95.75366	0.0000
At most 1 *	0.781933	124.6890	69.81889	0.0000
At most 2 *	0.571083	59.20207	47.85613	0.0030
At most 3	0.287687	22.80293	29.79707	0.2559
At most 4	0.145424	8.215705	15.49471	0.4426
At most 5	0.033344	1.458262	3.841466	0.2272

Trace test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

## Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.813176	72.13631	40.07757	0.0000
At most 1 *	0.781933	65.48698	33.87687	0.0000
At most 2 *	0.571083	36.39914	27.58434	0.0029
At most 3	0.287687	14.58723	21.13162	0.3189
At most 4	0.145424	6.757443	14.26460	0.5182
At most 5	0.033344	1.458262	3.841466	0.2272

Max-eigenvalue test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

## Lampiran 4 Hasil uji kausalitas Granger

Hipotesis nol	Statistik-F	Nilai-p
lnEXC tidak mempengaruhi lnIHSG	1.34141	0.2753
lnIHSG tidak mempengaruhi lnEXC	2.30742	0.0920
IR tidak mempengaruhi lnIHSG	3.78391	0.0181
lnIHSG tidak mempengaruhi IR	2.84644	0.0503
INF tidak mempengaruhi lnIHSG	3.72787	0.0192
lnIHSG tidak mempengaruhi INF	0.57540	0.6347
lnEKSPOR tidak mempengaruhi lnIHSG	1.62322	0.2001
lnIHSG tidak mempengaruhi lnEKSPOR	5.86194	0.0022
lnIMPOR tidak mempengaruhi lnIHSG	0.92882	0.4362
lnIHSG tidak mempengaruhi lnIMPOR	2.77336	0.0546
IR tidak mempengaruhi lnEXC	1.30938	0.2855
lnEXC tidak mempengaruhi IR	1.10648	0.3584
INF tidak mempengaruhi lnEXC	1.23247	0.3113
lnEXC tidak mempengaruhi INF	4.71968	0.0068
lnEKSPOR tidak mempengaruhi lnEXC	1.80604	0.1625
lnEXC tidak mempengaruhi lnEKSPOR	2.93470	0.0456

lnIMPOR tidak mempengaruhi lnEXC	2.22586	0.1009
lnEXC tidak mempengaruhi lnIMPOR	1.12761	0.3501
INF tidak mempengaruhi IR	0.72138	0.5455
IR tidak mempengaruhi INF	0.06637	0.9774
lnEKSPOR tidak mempengaruhi IR	3.33573	0.0293
IR tidak mempengaruhi lnEKSPOR	1.94832	0.1382
lnIMPOR tidak mempengaruhi IR	2.06165	0.1215
IR tidak mempengaruhi lnIMPOR	1.26445	0.3003
lnEKSPOR tidak mempengaruhi INF	1.03323	0.3888
INF tidak mempengaruhi lnEKSPOR	1.28435	0.2936
lnIMPOR tidak mempengaruhi INF	0.21772	0.8835
INF tidak mempengaruhi lnIMPOR	0.68015	0.5696
lnIMPOR tidak mempengaruhi lnEKSPOR	1.75733	0.1718
lnEKSPOR tidak mempengaruhi lnIMPOR	3.08275	0.0387





## Lampiran 5 Hasil estimasi VECM

D(LNIHSG) = C(1)\*( LNIHSG(-1) - 3.74956374669\*INF(-1) - 0.0118943263706\*LNEKSPOR(-1) - 0.78043298929\*LNIMPOR(-1) + 9.99947660131 ) + C(2)\*( LNEXC(-1) - 0.715385998717\*INF(-1) + 0.942873500411\*LNEKSPOR(-1) - 0.753592658406\*LNIMPOR(-1) - 13.9329169387 ) + C(3)\*( IR(-1) - 0.846216066473\*INF(-1) + 0.258437950068\*LNEKSPOR(-1) - 0.169720407026\*LNIMPOR(-1) - 2.09597458303 ) + C(4)\*D(LNIHSG(-1)) + C(5)\*D(LNIHSG(-2)) + C(6)\*D(LNIHSG(-3)) + C(7)\*D(LNEXC(-1)) + C(8)\*D(LNEXC(-2)) + C(9)\*D(LNEXC(-3)) + C(10)\*D(IR(-1)) + C(11)\*D(IR(-2)) + C(12)\*D(IR(-3)) + C(13)\*D(INF(-1)) + C(14)\*D(INF(-2)) + C(15)\*D(INF(-3)) + C(16)\*D(LNEKSPOR(-1)) + C(17)\*D(LNEKSPOR(-2)) + C(18)\*D(LNEKSPOR(-3)) + C(19)\*D(LNIMPOR(-1)) + C(20)\*D(LNIMPOR(-2)) + C(21)\*D(LNIMPOR(-3)) + C(22)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.056395	0.080781	0.698122	0.4924
C(2)	0.373673	0.271319	1.377248	0.1823
C(3)	2.267317	1.627785	1.392884	0.1776
C(4)	0.007489	0.204720	0.036581	0.9711
C(5)	-0.151087	0.211341	-0.714897	0.4822
C(6)	-0.238448	0.189317	-1.259515	0.2210
C(7)	-0.140381	0.370891	-0.378497	0.7087
C(8)	-0.308469	0.426999	-0.722410	0.4777
C(9)	-0.081515	0.370859	-0.219801	0.8281
C(10)	-3.116991	2.738925	-1.138034	0.2673
C(11)	-3.146254	2.092117	-1.503861	0.1468
C(12)	-3.993951	1.956871	-2.040988	0.0534
C(13)	0.982288	1.224555	0.802159	0.4310
C(14)	0.813385	1.177546	0.690746	0.4969
C(15)	-3.332981	1.069540	-3.116275	0.0050
C(16)	-0.881213	0.251274	-3.506979	0.0020
C(17)	-0.542192	0.240645	-2.253077	0.0346
C(18)	-0.484616	0.175258	-2.765148	0.0113
C(19)	0.646980	0.171520	3.772033	0.0010
C(20)	0.325009	0.147000	2.210936	0.0377
C(21)	0.207189	0.111901	1.851539	0.0776
C(22)	-0.000577	0.005619	-0.102618	0.9192
R-squared	0.655884	Mean dependent var	0.004479	
Adjusted R-squared	0.327410	S.D. dependent var	0.031792	
S.E. of regression	0.026073	Akaike info criterion	-4.148960	
Sum squared resid	0.014956	Schwarz criterion	-3.256866	
Log likelihood	113.2771	Hannan-Quinn criter.	-3.818129	
Durbin-Watson stat	2.102639			

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

- 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## Lampiran 6 Hasil fungsi respon impuls

Period	LNIHSG	LNEXC	IR	INF	LNEKSPOR	LNIMPOR
1	0.026073	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.025450	0.003386	-0.003212	-0.002917	-0.000223	-0.003227
3	0.025751	-0.000260	-0.009475	-0.001320	0.002235	-0.018154
4	0.024147	0.003284	-0.017443	-0.009782	0.004225	-0.021505
5	0.026658	0.005260	-0.025643	-0.007240	0.014874	-0.025834
6	0.026295	0.007635	-0.026089	-0.004127	0.014318	-0.028043
7	0.022440	0.004062	-0.029496	-0.000301	0.009247	-0.028842
8	0.022565	0.007609	-0.021688	-0.001132	0.008926	-0.021216
9	0.023712	0.006156	-0.022940	-0.004589	0.009304	-0.022708
10	0.024658	0.005270	-0.019821	-0.001553	0.011721	-0.024747
11	0.023060	0.006793	-0.022480	-0.004925	0.012836	-0.028034
12	0.021236	0.008230	-0.022193	-0.005435	0.011391	-0.026779
13	0.023626	0.006993	-0.021195	-0.006262	0.011741	-0.025579
14	0.023277	0.006793	-0.020010	-0.004278	0.010406	-0.025283
15	0.022383	0.006139	-0.020281	-0.003010	0.008703	-0.024365
16	0.021929	0.007107	-0.019987	-0.003412	0.007448	-0.023469
17	0.022911	0.006559	-0.020295	-0.003583	0.008616	-0.023122
18	0.024370	0.006355	-0.020028	-0.002816	0.008811	-0.023696
19	0.023628	0.006063	-0.021424	-0.002818	0.008890	-0.025290
20	0.023629	0.006913	-0.021132	-0.003216	0.009011	-0.025342

## Lampiran 7 Hasil dekomposisi ragam

Period	S.E.	LNIHSG	LNEXC	IR	INF	LNEKSPOR	LNIMPOR
1	0.026073	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.036990	97.02157	0.837780	0.753968	0.621861	0.003628	0.761188
3	0.049573	81.00128	0.469206	4.072753	0.417181	0.205313	13.83426
4	0.062703	65.46143	0.567636	10.28433	2.694485	0.582286	20.40984
5	0.079174	52.39405	0.797394	16.94038	2.526190	3.894533	23.44745
6	0.093313	45.65999	1.243582	20.01220	2.014291	5.158243	25.91169
7	0.104952	40.66606	1.132864	23.71841	1.593140	4.853985	28.03554
8	0.112176	39.64334	1.451775	24.50010	1.404730	4.882160	28.11789
9	0.119721	38.72676	1.538923	25.18074	1.380198	4.890119	28.28326
10	0.126940	38.22001	1.541196	24.83593	1.242626	5.202204	28.95803
11	0.134804	36.81751	1.620572	24.80401	1.235341	5.519627	30.00294
12	0.141632	35.60107	1.805750	24.92518	1.266331	5.647105	30.75456
13	0.148147	35.08231	1.873275	24.82831	1.336108	5.789530	31.09046
14	0.153953	34.77183	1.929313	24.67999	1.314434	5.817930	31.48650
15	0.159154	34.51424	1.954060	24.71717	1.265705	5.742920	31.80590
16	0.163948	34.31452	2.029370	24.77918	1.236075	5.618391	32.02246
17	0.168761	34.22805	2.066320	24.83201	1.211633	5.563123	32.09887
18	0.173675	34.28774	2.084953	24.77675	1.170331	5.510217	32.17001
19	0.178727	34.12428	2.083812	24.83253	1.129948	5.450455	32.37897
20	0.183657	33.97229	2.115119	24.84127	1.100764	5.402514	32.56804



## RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Bogor pada 31 Oktober 1997 sebagai anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Ramly Parsaoran Lumbantobing dan Roslyn Hutabarat. Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan dasar di SD Mardi Waluya Cibinong pada tahun 2010. Penulis melanjutkan pendidikan menengah dan berhasil menyelesaiannya di SMP Mardi Waluya Cibinong pada tahun 2013 dan SMA Negeri 2 Cibinong pada tahun 2016. Di tahun yang sama, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) di Institut Pertanian Bogor melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama masa perkuliahan, penulis aktif di organisasi kemahasiswaan di tingkat Departemen, yaitu di Himpunan Profesi (HIMPRO) Departemen Matematika, Gugus Mahasiswa Matematika (GUMATIKA), sebagai sekretaris Departemen Math Event pada tahun 2017-2018. Penulis juga aktif di berbagai kepanitiaan di antaranya Upgrading GUMATIKA sebagai staf konsumsi, Ramah Tamah Civitas Matematika (RATACI) sebagai sekretaris, IPB *Mathematic Challenges* (IMC) sebagai staf logistik dan transportasi. Selain itu, penulis juga telah melaksanakan magang pada tahun 2019 di Bank Sentral Republik Indonesia dengan penempatan di Departemen Statistik, Divisi *Quality Assurance* dan Diseminasi Statistik selama satu bulan, selama magang penulis mendapat banyak pengalaman baru khususnya bisa merasakan bagaimana kehidupan di dunia kerja yang akan ditepuh di masa yang akan datang. Kegiatan yang dilakukan selama magang adalah melakukan validasi cek publikasi Statistik Ekonomi dan Keuangan Indonesia, melakukan penatausahaan dan menyusun *database* Hak Akses, melakukan pembaruan data pada *The Spesial Data Desimination Standard – Analytical Accounts of the Central Bank*, mengerjakan pengkunoan Sattistik Ekonomi dan Keuangan Daerah. Selain magang, penulis juga pernah membuka jasa les *privat* untuk siswa SMA khusus mata pelajaran matematika wajib, matematika peminatan, fisika, serta kimia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.