

## ANALISIS DATA STATISTIK - SS234523

# PERAMALAN DATA SAHAM JOHNSON & JOHNSON (JNJ) DAN PROCTER & GAMBLE (PG) MENGGUNAKAN *VECTOR AUTOREGRESSIVE (VAR)*

AYUNDA FATIKHA 5003221023  
AQILAH MUTIARA NASARUDDIN 5003221103

Dosen Pengampu  
Dr. Dra. Kartika Fithriasari, M.Si 19691212 199303 2 002  
Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si 19720923 199803 2 001  
Dr. Irhamah, S.Si., M.Si. 19780406 200112 2 002

### Program Studi Statistika

Departemen Statistika

Fakultas Sains dan Analitika Data

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025



## **ANALISIS DATA STATISTIK - SS234523**

# **PEMODELAN DATA SAHAM JOHNSON & JOHNSON (JNJ) DAN PROCTER & GAMBLE (PG) MENGGUNAKAN VECTOR AUTOREGRESSIVE (VAR)**

<b>AYUNDA FATIKHA</b>	5003221023
<b>AQILAH MUTIARA NASARUDDIN</b>	5003221103

<b>Dosen Pengampu</b>	
<b>Dr. Dra. Kartika Fithriasari, M.Si</b>	19691212 199303 2 002
<b>Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si</b>	19720923 199803 2 001
<b>Dr. Irhamah, S.Si., M.Si.</b>	19780406 200112 2 002

## **Program Studi Statistika**

Departemen Statistika

Fakultas Sains dan Analitika Data

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025

## ABSTRAK

Vector Autoregressive (VAR) adalah metode statistik dalam analisis deret waktu multivariat yang memungkinkan pemodelan hubungan dinamis antar beberapa variabel sekaligus. Analisis ini menerapkan model VAR dalam menganalisis dan meramalkan harga saham harian Johnson & Johnson (JNJ) dan Procter & Gamble (PG) yang bergerak di sektor kesehatan dan barang konsumsi. Data yang digunakan adalah harga saham penutupan harian selama periode 9 Juni 2024 hingga 6 Juni 2025. Langkah analisis mencakup pemeriksaan stasioneritas data menggunakan transformasi Box-Cox dan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF). Hasil uji menunjukkan bahwa data tidak stasioner dalam mean, sehingga dilakukan differencing orde satu. Model VAR terbaik dipilih berdasarkan nilai Akaike Information Criterion (AIC) minimum, yaitu pada lag 2. Estimasi parameter dilakukan dengan metode *Least Squares*, kemudian disederhanakan melalui pendekatan *backward elimination* untuk mempertahankan hanya parameter yang signifikan. Pemeriksaan asumsi residual dilakukan melalui uji white noise (Portmanteau Test), normalitas multivariat, dan homogenitas varians (ARCH Test), yang semuanya menunjukkan bahwa model memenuhi asumsi yang diperlukan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pergerakan harga saham PG dipengaruhi oleh harga sahamnya sendiri serta oleh harga saham JNJ di periode sebelumnya, sedangkan harga saham JNJ lebih dipengaruhi oleh historinya sendiri. Model VARIMA(2,1,0) yang diperoleh mampu menggambarkan hubungan dinamis antar kedua saham dan digunakan untuk melakukan peramalan jangka pendek.

**Kata kunci:** *Vector Autoregressive (VAR), Harga Saham, JNJ, PG*

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>3</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>4</b>
<b>Daftar Gambar.....</b>	<b>6</b>
<b>Daftar Tabel .....</b>	<b>7</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>8</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>8</b>
1.1 <b>Latar Belakang.....</b>	8
1.2 <b>Rumusan Masalah .....</b>	8
1.3 <b>Tujuan Penelitian.....</b>	9
1.4 <b>Manfaat Penelitian.....</b>	9
1.4.1 <b>Bagi Perusahaan Johnson &amp; Johnson dan Procter &amp; Gamble Company ..</b>	9
1.4.2 <b>Bagi Investor.....</b>	9
<b>BAB II .....</b>	<b>10</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
2.1 <b>Analisis Deret Waktu.....</b>	10
2.2 <b>Vector Autoregressive (VAR) .....</b>	10
2.3 <b>Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test .....</b>	11
2.4 <b>Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)</b> 11	
2.5 <b>Akaike Information Criterion (AIC) .....</b>	12
2.6 <b>Pasar Saham .....</b>	12
2.7 <b>Johnson &amp; Johnson (JNJ) .....</b>	13
2.8 <b>Procter &amp; Gamble (PG).....</b>	13
<b>BAB III.....</b>	<b>15</b>
<b>METODOLOGI.....</b>	<b>15</b>

3.1	Sumber Data.....	15
3.2	Variabel Penelitian.....	15
3.3	Desain Penelitian.....	15
3.4	Diagram Alir.....	16
	<b>BAB IV.....</b>	<b>17</b>
	<b>PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
4.1	Karakteristik Data .....	17
4.1.1	Statistika Deskriptif.....	17
4.1.2	Plot Time Series.....	17
4.2	Pemeriksaan Stasioneritas Data .....	18
4.3	Identifikasi Model VAR .....	19
4.4	Estimasi Parameter.....	20
4.5	Pemeriksaan Asumsi Residual.....	21
4.6	Pemilihan Model Terbaik.....	23
4.7	Peramalan ( <i>Forecasting</i> ) .....	24
	<b>BAB V .....</b>	<b>25</b>
	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>25</b>
5.1	Kesimpulan.....	25
5.2	Saran .....	25
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>26</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>27</b>

## **Daftar Gambar**

<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Analisis VAR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 4.1</b> <i>Time Series Plot</i> Harga Saham JNJ dan PG ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 17
<b>Gambar 4.2</b> Box-Cox Saham JNJ dan PG.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 18
<b>Gambar 4.3</b> Plot <i>Normal Multivariate Probability Test</i> .....	22
<b>Gambar 4.4</b> Plot <i>Time Series</i> dan <i>Forecast</i> .....	24

## **Daftar Tabel**

<b>Tabel 3.1</b> Struktur Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 4.1</b> Statistika Deskriptif Saham JNJ dan PG .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 4.2</b> MPACF Data Harga Saham .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 19
<b>Tabel 4.3</b> <i>Minimum Information Criteria</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 20
<b>Tabel 4.4</b> Pendugaan Parameter Model VARIMA (2,1,0)..	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 20
<b>Tabel 4.5</b> Pendugaan Parameter Akhir VARIMA (2,1,0)... .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 21
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Ljung-Box Test.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 20
<b>Tabel 4.7</b> Pengujian Homogenitas Varians Residual .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 22

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pasar saham merupakan salah satu indikator krusial dalam perekonomian suatu negara. Kemampuan memprediksi fluktuasi atau arah pergerakan harga saham merupakan hal penting bagi investor agar dapat mengambil keputusan investasi yang optimal. Investor sering menggunakan indeks harga saham sebagai panduan untuk memutuskan kapan harus membeli atau menjual saham.

Perusahaan-perusahaan multinasional dengan pasar besar, seperti Johnson & Johnson dan Procter & Gamble Company seringkali menjadi sorotan dunia. Kedua perusahaan tersebut bergerak di industri barang konsumen dan kesehatan yang cenderung stabil dan resisten terhadap fluktuasi ekonomi yang signifikan. Meskipun demikian, indeks saham kedua perusahaan tersebut tetap dipengaruhi oleh ekonomi makro, reputasi perusahaan, dan dinamika pasar.

Pergerakan beberapa harga saham tidak terjadi secara independen. Beberapa perusahaan sering menunjukkan pola saling mempengaruhi. Fluktuasi harga saham suatu perusahaan dapat mempengaruhi pergerakan harga saham perusahaan lain, khususnya dalam industri yang sejenis. Dari kasus seperti ini, metode peramalan yang dapat memperhitungkan dependensi antarvariabel adalah model *Vector Autoregressive* (VAR). Melalui model VAR, peneliti dapat mengidentifikasi bagaimana perubahan pada satu variabel dapat berdampak pada variabel lain dalam model, serta melakukan peramalan berdasarkan data historis.

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan peramalan harga saham dua perusahaan yang kemungkinan terdapat hubungan saling ketergantungan, yaitu Johnson & Johnson (JNJ) dan Procter & Gamble Company (PG) menggunakan model VAR. Dengan memanfaatkan model VAR, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan peramalan yang paling baik mengenai pergerakan saham JNJ dan PG.

#### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Apa indikator yang digunakan dalam pendugaan model awal VAR dari saham JNJ dan PG?
2. Bagaimana estimasi model terbaik yang dapat dibentuk menggunakan metode VAR dari saham JNJ dan PG?

3. Apakah terdapat hubungan antara saham JNJ dan PG dari model terbaik yang dihasilkan oleh metode VAR?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui indikator yang digunakan dalam pendugaan model awal VAR dari saham JNJ dan PG.
2. Mengestimasi model terbaik yang dapat dibentuk menggunakan metode VAR dari saham JNJ dan PG.
3. Mengetahui hubungan antara saham JNJ dan PG dari model terbaik yang dihasilkan oleh metode VAR.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1 Bagi Perusahaan Johnson & Johnson dan Procter & Gamble Company**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih rinci tentang bagaimana pergerakan harga saham perusahaan dapat mempengaruhi yang lain. Hal ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana kondisi di satu sektor dapat berdampak pada yang lain, atau bagaimana sentimen investor terhadap satu perusahaan dapat mempengaruhi perusahaan lain. Model VAR dapat menjadi informasi untuk keputusan strategis jangka panjang, seperti kebijakan *buyback* saham, penerbitan obligasi, atau bahkan analisis pasar untuk ekspansi bisnis. Perusahaan juga dapat mengevaluasi persepsi investor terhadap perusahaan mereka.

#### **1.4.2 Bagi Investor**

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan pemodelan harga saham JNJ dan PG yang lebih akurat dibandingkan metode univariat karena memperhitungkan dependensi antar keduanya yang krusial bagi investor untuk mengantisipasi pergerakan harga. Dengan pemodelan yang lebih akurat, investor dapat membuat keputusan yang lebih baik terkait kapan waktu yang tepat untuk membeli, menahan, atau menjual saham JNJ dan PG sehingga berpotensi meningkatkan *return* investasi. Penelitian ini juga akan memperkaya pemahaman investor tentang bagaimana saham-saham besar di pasar global berinteraksi satu sama lain, sehingga memberikan wawasan yang lebih dalam tentang dinamika pasar secara keseluruhan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Analisis Deret Waktu**

Analisis deret waktu adalah metode statistik yang digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan secara berurutan dalam interval waktu tertentu, seperti harian, mingguan, atau bulanan. Data deret waktu sering kali menunjukkan pola seperti tren, musiman, atau siklus, yang dapat dimodelkan untuk keperluan peramalan. Stasioneritas data merupakan asumsi penting dalam analisis deret waktu, yang dapat diuji menggunakan metode seperti Augmented Dickey-Fuller (ADF). Jika data tidak stasioner, transformasi seperti differencing sering dilakukan untuk mencapai stasioneritas (Box et al., 2015).

Selain itu, analisis deret waktu juga mencakup pendekatan dekomposisi deret waktu untuk memisahkan komponen tren, musiman, dan residual, yang memungkinkan pemahaman lebih mendalam tentang dinamika data. Pendekatan ini sering digunakan dalam peramalan ekonomi dan keuangan, seperti harga saham, karena kemampuannya untuk menangkap pola jangka pendek dan jangka panjang (Brockwell & Davis, 2002). Dalam konteks data keuangan, model seperti ARIMA dapat diperluas menjadi SARIMA untuk menangani musiman, atau digabungkan dengan metode lain seperti VAR untuk menganalisis hubungan antarvariabel. Analisis deret waktu juga sering memanfaatkan uji akar unit dan kointegrasi untuk memastikan model yang dibangun valid dan akurat (Tsay, 2010).

#### **2.2 Vector Autoregressive (VAR)**

Metode Vector Autoregressive (VAR) adalah model statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan dinamis antarvariabel dalam data deret waktu multivariat. Dalam model VAR, setiap variabel dianggap sebagai fungsi dari nilai lag (tertunda) dirinya sendiri dan variabel lain dalam sistem, sehingga cocok untuk data yang saling memengaruhi secara timbal balik, seperti harga saham yang dipengaruhi oleh faktor ekonomi makro. Model ini tidak memerlukan pemisahan variabel dependen dan independen, memberikan fleksibilitas dalam menganalisis hubungan kausal antarvariabel (Juanda, 2021).

Analisis VAR memerlukan data yang stasioner, yang dapat diuji menggunakan metode seperti Augmented Dickey-Fuller (ADF) atau Phillips-Perron. Jika data tidak stasioner tetapi terintegrasi pada orde yang sama dan memiliki kointegrasi, pendekatan Vector Error Correction Model (VECM) dapat digunakan sebagai pengembangan dari VAR untuk menangkap hubungan jangka panjang dan jangka pendek antarvariabel (Lütkepohl, 2005).

Penerapan VAR dalam konteks keuangan juga memungkinkan analisis hubungan antara harga saham dan variabel ekonomi seperti suku bunga, inflasi, atau indeks pasar. Model ini efektif untuk menangkap interdependensi antarvariabel tanpa memerlukan asumsi struktural yang ketat, menjadikannya alat yang kuat untuk peramalan data saham (Brooks, 2019).

Secara umum model untuk proses Vektor AR(p) adalah sebagai berikut (Wei, 2006).

$$(\mathbf{I} - \Phi_1 \mathbf{B} - \cdots - \Phi_p \mathbf{B}^p) \mathbf{z}_t = \mathbf{a}_t$$

$$\mathbf{z}_t = \Phi_1 \mathbf{z}_{t-1} + \cdots + \Phi_{p-1} \mathbf{z}_{t-p} + \mathbf{a}_t$$

Dimana,  $\mathbf{I}$  merupakan matriks identitas ( $m \times m$ ) dengan  $\mathbf{z}_t$  merupakan vektor z waktu t dengan ukuran ( $m \times 1$ ) dimana  $\mathbf{z}_t = \mathbf{z}_t - \boldsymbol{\mu}$ ,  $\Phi_p$  adalah matriks parameter model ke-p berukuran ( $m \times m$ ), sementara  $\mathbf{a}_t$  merupakan vektor residual berukuran ( $m \times 1$ ).

### 2.3 Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test

Uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) digunakan untuk menguji keberadaan akar unit dalam suatu proses deret waktu, yaitu untuk menentukan apakah suatu data deret waktu stasioner atau tidak. Stasioneritas merupakan syarat penting dalam pemodelan VAR karena model ini mengasumsikan bahwa variabel yang dianalisis memiliki varians dan rata-rata yang konstan sepanjang waktu (Gujarati & Porter, 2009).

Adapun rumus umum uji ADF ini ada pada (2.2):

$$\Delta \mathbf{y}_t = \alpha + \beta t + \gamma \mathbf{y}_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \mathbf{y}_{t-i} + \epsilon_t$$

dimana  $\Delta \mathbf{y}_t$  merupakan banyaknya perubahan dari  $\mathbf{y}_t$ ,  $\alpha$  adalah konstanta,  $\beta t$  merupakan tren waktu dan  $\gamma$  adalah koefisien dari lag pertama dari  $\mathbf{y}_t$ . Adapun  $p$  merupakan jumlah lag dan  $\epsilon_t$  merupakan *error term* yang bersifat *white noise*.

### 2.4 Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)

*Autocorrelation Function* (ACF) menampilkan seberapa mirip tiap pengamatan deret waktu yang diatur pada plot di setiap lag (Suryani, Rismawan, & Ruslianto, 2022). Untuk menghitung nilai korelasi ini, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2}$$

Dengan  $\rho_k$  adalah koefisien autokorelasi,  $X_{t+k}$  adalah nilai periode X pada periode  $t + k$ ,  $\bar{X}$  adalah nilai rata-rata Variabel X, dan  $N$  adalah banyaknya data.

*Partial Autocorrelation Function* (PACF) mengukur hubungan langsung antara sebuah observasi dalam deret waktu dan observasi sebelumnya, setelah menghilangkan efek dari

observasi di antaranya. PACF akan menunjukkan seberapa kuat hubungan antar observasi pada lag tertentu, tanpa dipengaruhi oleh hubungan tidak langsung dari lag-lag sebelumnya (Budiman, 2017). Untuk menghitung koefisien PACF, digunakan persamaan Yule-Walker sebagai berikut.

$$\rho_k = \Phi_{k1}\rho_{j-1} + \Phi_{k2}\rho_{j-2} + \cdots + \Phi_{kk}\rho_{j-k}$$

Dengan  $\rho_k$  adalah koefisien ACF,  $j = 1, 2, \dots, k$ , dan  $\Phi_{kk}$  adalah koefisien PACF.

## 2.5 Akaike Information Criterion (AIC)

Akaike pada tahun 1973 mengembangkan kriteria informasi untuk mengestimasi informasi Kullback-Leibler yang berkaitan dengan ukuran jarak atau perbedaan antara dua distribusi probabilitas. Kriteria ini kemudian disebut kriteria informasi Akaike (AIC) yang berguna dalam memilih model optimal dengan menyeimbangkan data dan kompleksitas mode (Anderson & Burnham, 1994). Adapun rumus AIC tertera pada (2.X)

$$AIC = -2(\log L) + 2k$$

Dimana  $k$  adalah jumlah parameter yang diperkirakan dalam model (estimasi parameter), loglikelihood merupakan nilai maksimum dari likelihood function yang dapat memberikan informasi seberapa baik model yang dihasilkan (Anderson & Burnham, 2002).

## 2.6 Pasar Saham

Pasar saham merupakan mekanisme pasar tempat saham perusahaan diperdagangkan, mencerminkan nilai perusahaan berdasarkan interaksi antara penawaran dan permintaan. Harga saham dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kinerja keuangan perusahaan, prospek pertumbuhan industri, serta variabel makroekonomi seperti inflasi, suku bunga, dan stabilitas politik. Pasar saham berfungsi sebagai indikator kesehatan ekonomi dan memberikan peluang bagi investor untuk memperoleh keuntungan melalui kenaikan harga saham atau pembagian dividen (Jogiyanto, 2015).

Perilaku pasar saham juga dipengaruhi oleh psikologi investor dan asimetri informasi. Meskipun teori hipotesis pasar efisien menyatakan bahwa harga saham mencerminkan semua informasi yang tersedia, peristiwa tak terduga seperti krisis ekonomi atau perubahan kebijakan dapat menyebabkan fluktuasi harga yang signifikan. Oleh karena itu, model deret waktu seperti VAR sangat berguna untuk menangkap hubungan antarvariabel dan memprediksi respons pasar terhadap guncangan ekonomi (Barberis & Thaler, 2013).

## **2.7 Johnson & Johnson (JNJ)**

Johnson & Johnson (JNJ) adalah perusahaan multinasional yang beroperasi di sektor farmasi, peralatan medis, dan produk konsumen, dengan portofolio produk yang mencakup obat-obatan, alat kesehatan, dan barang kebutuhan sehari-hari seperti perawatan bayi dan kesehatan kulit. Saham JNJ, yang tercatat di New York Stock Exchange (NYSE), dikenal sebagai saham *blue-chip* karena stabilitas kinerja keuangan dan pembayaran dividen yang konsisten, menjadikannya pilihan populer bagi investor jangka panjang. Kinerja saham JNJ sering dipengaruhi oleh inovasi produk baru dan ekspansi pasar global (Brealey et al., 2020).

Harga saham JNJ menunjukkan ketahanan terhadap volatilitas pasar karena diversifikasi bisnisnya di tiga segmen utama: farmasi, peralatan medis, dan produk konsumen. Segmen farmasi, yang menyumbang porsi signifikan dari pendapatan, didorong oleh pengembangan obat-obatan inovatif, meskipun juga menghadapi tantangan seperti regulasi ketat dan kedaluwarsa paten. Data harga saham historis JNJ sering digunakan dalam analisis deret waktu untuk memprediksi pergerakan harga, baik dengan model univariat seperti ARIMA maupun multivariat seperti VAR, yang relevan untuk menganalisis hubungannya dengan saham lain seperti Procter & Gamble (PG) (Ross et al., 2019).

Faktor eksternal seperti kebijakan kesehatan global dan fluktuasi ekonomi juga memengaruhi harga saham JNJ. Misalnya, investasi dalam penelitian dan pengembangan (R&D) di bidang farmasi sering kali meningkatkan kepercayaan investor, tetapi risiko litigasi terkait produk kesehatan dapat menekan harga saham. Analisis deret waktu multivariat, seperti VAR, memungkinkan peneliti untuk memodelkan hubungan antara harga saham JNJ dan variabel ekonomi lainnya, memberikan wawasan tentang dinamika pasar (Brooks, 2019).

## **2.8 Procter & Gamble (PG)**

Procter & Gamble (PG) merupakan perusahaan global yang bergerak di industri barang konsumen, memproduksi berbagai produk seperti perawatan pribadi, pembersih rumah tangga, dan perawatan kesehatan, termasuk merek terkenal seperti Tide, Pampers, dan Gillette. Saham PG, yang diperdagangkan di New York Stock Exchange (NYSE), dianggap sebagai saham defensif karena stabilitas pendapatan dan dividen yang konsisten, menjadikannya pilihan utama bagi investor yang menghindari risiko tinggi. Kinerja saham PG dipengaruhi oleh kemampuan perusahaan untuk beradaptasi dengan tren konsumen dan menjaga efisiensi operasional (Damodaran, 2012).

Strategi inovasi dan akuisisi PG, seperti pengembangan produk ramah lingkungan dan ekspansi ke pasar berkembang, berkontribusi pada pertumbuhan jangka panjang perusahaan.

Namun, risiko seperti perubahan regulasi atau tekanan harga dari kompetitor dapat memengaruhi valuasi saham. Pendekatan VAR memungkinkan analisis multivariat untuk mengevaluasi dampak faktor-faktor tersebut terhadap harga saham PG, memberikan wawasan bagi investor dalam pengambilan keputusan (Bodie et al., 2014).

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapat dari *website* <http://www.investing.com>. Data tersebut merupakan data harian harga saham penutupan (harga saham yang diminta oleh penjual atau pembeli saat akhir hari bursa) dari dua saham yang bergerak di sektor kesehatan dan barang konsumsi, yaitu JNJ dan PG.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian peramalan harga saham JNJ dan PG menggunakan analisis VAR sebagai berikut.

1.  $Z_{1,t}$  = Harga saham harian Johnson & Johnson (JNJ) dalam USD 9 Juni 2024 hingga 6 Juni 2025.
2.  $Z_{2,t}$  = Harga saham harian Procter & Gamble Company (PG) dalam USD 9 Juni 2024 hingga 6 Juni 2025.

Dengan struktur data seperti pada **Tabel 3.1**.

**Tabel 3. 1 Struktur Data**

t	Tanggal	$Z_{1,t}$	$Z_{2,t}$
1	9 Juni 2024	147.3	118.33
2	10 Juni 2024	146.77	119.05
:	:	:	:
254	6 Juni 2025	163.39	134.84

#### **3.3 Desain Penelitian**

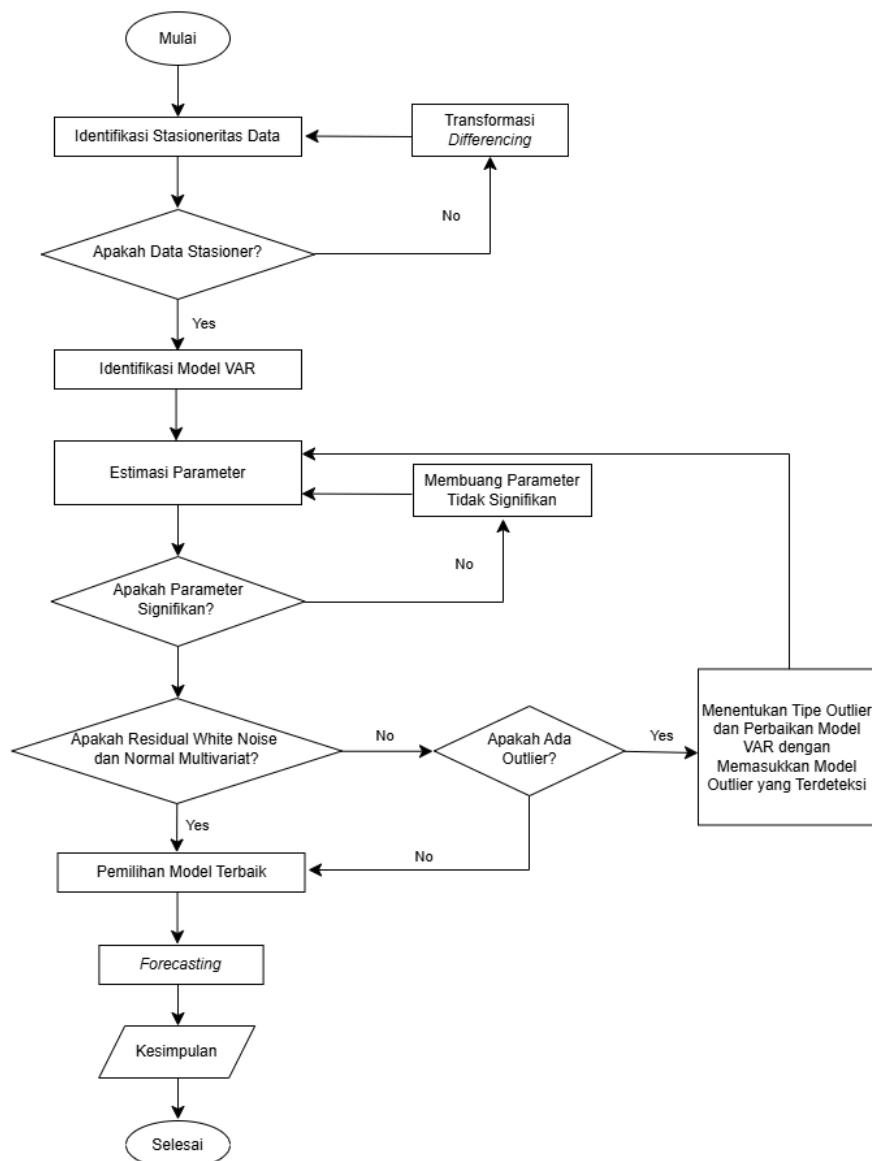
Desain penelitian tentang peramalan harga saham JNJ dan PG menggunakan VAR adalah sebagai berikut.

1. Memeriksa kestasioneran data dalam varians (menggunakan box-cox) dan mean (menggunakan *augmented dickey fuller test*). Apabila data belum stasioner dalam varians, maka dilakukan transformasi data dan apabila data belum stasioner dalam mean, maka perlu dilakukan *differencing* data.
2. Mengidentifikasi orde parameter dengan menggunakan plot MPACF dari data yang telah stasioner, lalu melihat nilai AIC terkecil.
3. Mengestimasi parameter model dan membuang parameter yang tidak signifikan pada data.

4. Memeriksa asumsi residual yaitu *white noise* dengan *portmanteau test* dan asumsi distribusi Normal Multivariat.
5. Melakukan deteksi *outlier* apabila residual tidak memenuhi asumsi residual.
6. Pemilihan model terbaik didasarkan pada model VAR dugaan yang memiliki parameter signifikan dan memenuhi asumsi residual lalu mengidentifikasi pola interaksi kedua data saham.
7. Melakukan peramalan untuk harga saham JNJ dan PG.

### 3.4 Diagram Alir

Diagram alir penelitian mengenai peramalan harga saham dengan metode VAR tertera pada **Gambar 3.1**.



**Gambar 3. 1** Diagram Alir Analisis VAR

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Data

##### 4.1.1 Statistika Deskriptif

Karakteristik data pada kedua data saham JNJ dan PG dapat diketahui dengan jelas melalui statistika deskriptif. Berikut merupakan **Tabel 4. 1** yang berisi statistika deskriptif dari data saham JNJ dan PG dalam rentang waktu 9 Juni 2024 - 6 Juni 2025.

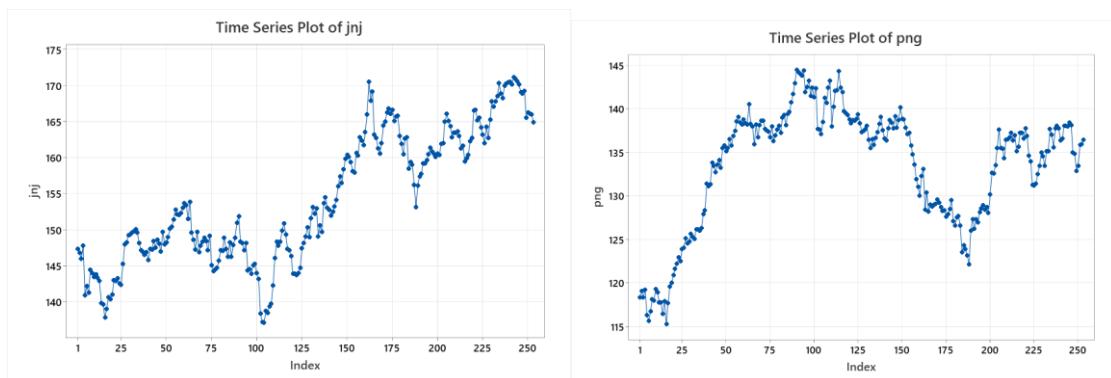
**Tabel 4. 1** Statistika Deskriptif Saham JNJ dan PG

Variabel	Mean	Minimum	Maximum	Median
JNJ	154.12	137.11	171.07	152.06
PG	133.46	115.23	144.49	135.85

Berdasarkan **Tabel 4.1** dapat dilihat bahwa JNJ memiliki rata-rata harga saham yang lebih tinggi dibanding PG, yaitu sebesar 154.12 USD dengan nilai saham terendah pada 137.11 USD dan paling tinggi mencapai 171.07 USD. Sedangkan pada PG nilai terendah ada pada kisaran 115.23 USD dan paling tinggi mencapai 144.49 USD dengan rata-rata 133.46 USD. Dilihat dari nilai mediannya, harga saham JNJ berada di angka 152.06 USD dan PG berada di 135.85 USD.

##### 4.1.2 Plot Time Series

Fluktuasi harga saham JNJ dan PG pada periode 9 Juni 2024 - 6 Juni 2025 dapat dilihat melalui plot *time series* pada **Gambar 4.1**.



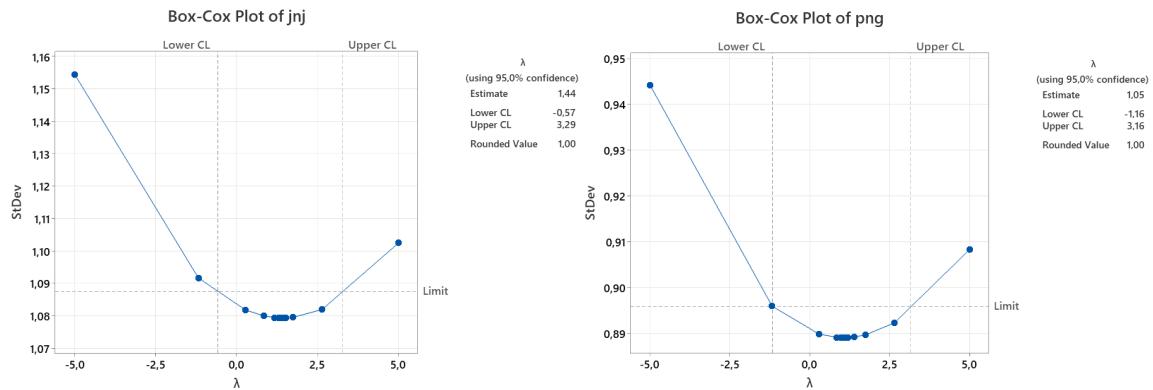
**Gambar 4. 1** Time Series Plot Harga Saham JNJ dan PG

Berdasarkan **Gambar 4.1** dapat diketahui bahwa pergerakan harga saham JNJ dan PG menunjukkan pola fluktuasi yang berbeda. Saham JNJ menunjukkan tren kenaikan yang konsisten dengan kenaikan tertinggi pada nilai 171 USD. Plot saham PG menunjukkan tren awak yang naik hingga hari ke-100, kemudian mengalami penurunan yang cukup signifikan

dari 145 USD menuju ke 115 USD. Hal ini menunjukkan kedua data saham memiliki fluktuasi yang berbeda jika dilihat dari *time series* plotnya.

## 4.2 Pemeriksaan Stasioneritas Data

Pemenuhan asumsi stasioneritas dalam varians dapat dilihat melalui visualisasi *box-cox* dari data saham JNJ dan PG. Plot *box-cox* kedua data saham dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



**Gambar 4.2** Box-Cox Saham JNJ dan PNG

Berdasarkan Box-Cox plot pada **Gambar 4.2**, baik pada saham JNJ dan PG memiliki *rounded value* sebesar 1.00. Hal ini menunjukkan bahwa kedua data saham JNJ dan PG sudah stasioner dalam varians. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua data relatif stabil dalam varians dan tidak memerlukan adanya transformasi pada data.

Pengecekan dilanjutkan untuk mengetahui pemenuhan asumsi stasioneritas dalam *mean* menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) dengan langkah pengujian sebagai berikut.

a. Hipotesis

H0: Data tidak memenuhi asumsi stasioneritas (non-stasioner)

H1: Data memenuhi asumsi stasioneritas

b. Taraf Signifikansi

$\alpha = 0.05$

c. Statistik Uji

1). Data Saham JNJ

p-value = 0.635

2). Data Saham PG

p-value = 0.216

d. Daerah Kritis

Tolak H0 jika p-value <  $\alpha$

e. Keputusan dan Kesimpulan

Gagal Tolak  $H_0$ , karena nilai p-value  $> \alpha$ , yaitu  $0.635 > 0.05$  dan  $0.216 > 0.05$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa baik data saham JNJ dan PG tidak memenuhi asumsi stasioneritas dalam *mean*.

Dikarenakan pengujian awal dengan ADF dihasilkan keputusan kedua data saham tidak stasioner dalam rata-rata, maka akan dilakukan transformasi *differencing* dengan  $d=1$ . Setelah dilakukan *differencing* orde 1 ( $d=1$ ) dilakukan pengujian dengan *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) lagi untuk mengetahui apakah data sudah stasioner dalam *mean* atau belum.

a. Hipotesis

$H_0$ : Data tidak memenuhi asumsi stasioneritas (non-stasioner)

$H_1$ : Data memenuhi asumsi stasioneritas

b. Taraf Signifikansi

$$\alpha = 0.05$$

c. Statistik Uji

1). Data Saham JNJ

$$\text{p-value} = 0.000$$

2). Data Saham PG

$$\text{p-value} = 0.000$$

d. Daerah Kritis

Tolak  $H_0$  jika  $\text{p-value} < \alpha$

e. Keputusan dan Kesimpulan

Tolak  $H_0$ , karena nilai p-value  $< \alpha$ , yaitu  $0.000 < 0.05$  dan  $0.000 < 0.05$ , sehingga baik data saham JNJ dan PG memenuhi asumsi stasioneritas. Dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan transformasi *differencing*  $d=1$ , kedua data saham JNJ dan PG sudah stasioner dalam *mean*.

### 4.3 Identifikasi Model VAR

Setelah diketahui bahwa data telah stasioner dalam varians dan mean, langkah selanjutnya adalah menentukan orde dari model VAR dengan melihat pola MPACF pada **Tabel 4.2**.

**Tabel 4. 2** MPACF Data Harga Saham

Schematic Representation of Partial Autocorrelations										
Name/Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
JNJ	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
PG	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

---

+ is > 2\* std error, - is < -2\* std error, . is between

---

Dari **Tabel 4.2**, lag yang signifikan adalah lag 6. Sehingga, model VAR yang tepat akan mencakup lag 6. Selain itu, penentuan orde VAR juga dapat dilakukan dengan mencari nilai *minimum information criteria*, salah satunya menggunakan AIC.

**Tabel 4.3 Minimum Information Criteria**

**Information Criterion for Autoregressive Models**

Lag=0	Lag=1	Lag=2	Lag=3	Lag=4	Lag=5	Lag=6	Lag=7	Lag=8	Lag=9	Lag=10
319	320.7	314.3	318.7	324	328.1	329.2	331.1	331.5	335.7	339.7

Berdasarkan **Tabel 4.3**, dapat diketahui bahwa Lag=2 merupakan orde yang memiliki nilai AIC terkecil. Sehingga, model dugaan yang terpilih adalah VARIMA (2,1,0). Namun, model VAR yang telah terbentuk belum dapat langsung digunakan. Perlu serangkaian pengujian lebih lanjut.

#### 4.4 Estimasi Parameter

Bentuk umum dari model VARIMA (2,1,0) adalah sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} \sqrt{JN}J_{t-1}^* \\ \sqrt{PG}_{t-1}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{111} & \phi_{112} \\ \phi_{211} & \phi_{212} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{JN}J_{t-1}^* \\ \sqrt{PG}_{t-1}^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi_{121} & \phi_{122} \\ \phi_{221} & \phi_{222} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{JN}J_{t-2}^* \\ \sqrt{PG}_{t-2}^* \end{bmatrix} + [\varepsilon_{1t} \quad \varepsilon_{2t}]$$

dimana:

$$\sqrt{JN}J_t^* = \sqrt{JN}J_t - \sqrt{JN}J_{t-1}$$

$$\sqrt{JN}J_{t-2}^* = \sqrt{JN}J_{t-2} - \sqrt{JN}J_{t-3}$$

$$\sqrt{PG}_t^* = \sqrt{PG}_t - \sqrt{PG}_{t-1}$$

$$\sqrt{PG}_{t-2}^* = \sqrt{PG}_{t-2} - \sqrt{PG}_{t-3}$$

$$\sqrt{JN}J_{t-1}^* = \sqrt{JN}J_{t-1} - \sqrt{JN}J_{t-2}$$

$$\sqrt{PG}_{t-1}^* = \sqrt{PG}_{t-1} - \sqrt{PG}_{t-2}$$

dan  $\varepsilon_{1t}$  &  $\varepsilon_{2t}$  adalah vektor *white noise*. Metode penaksiran parameter yang digunakan adalah metode *least square*. Hasil penaksiran parameter awal setelah data mengalami *differencing* orde 1 ( $d = 1$ ) dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

**Tabel 4.4 Pendugaan Parameter Model VARIMA (2,1,0)**

**Model Parameter Estimates**

Equation	Parameter	Estimate	Standard	t-Value	Pr >  t	Variable	Error
JNJ	AR1_1_1	-0.028	0.072	-0.39	0.695	jnj(t-1)	
	AR1_1_2	-0.021	0.091	-0.23	0.817	pg(t-1)	
	AR2_1_1	0.068	0.073	0.93	0.352	jnj(t-2)	
	AR2_1_2	0.177	0.090	1.96	<b>0.051</b>	pg(t-2)	

PG	AR1_2_1	-0.069	0.058	-1.17	0.242	jnj(t-1)
	AR1_2_2	-0.095	0.073	-1.30	0.195	pg(t-1)
	AR2_2_1	-0.067	0.059	-1.14	0.257	jnj(t-2)
	AR2_2_2	0.047	0.073	0.64	0.521	pg(t-2)

Setelah melakukan pengujian dengan tingkat signifikansi 5%, ditemukan bahwa tidak semua parameter dalam model VARIMA (2,1,0) signifikan. Oleh karena itu, dilakukan metode *backward elimination* untuk memilih parameter yang signifikan.

**Tabel 4.5** Pendugaan Parameter Akhir VARIMA (2,1,0)

Model Parameter Estimates						
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t-Value	Pr >  t	Variable
JNJ	AR1_1_1	0.000	0.000			jnj(t-1)
	AR1_1_2	0.000	0.000			pg(t-1)
	AR2_1_1	0.112	0.062	1.81	0.072	jnj(t-2)
	AR2_1_2	0.149	0.077	1.93	0.054	pg(t-2)
PG	AR1_2_1	-0.000	0.000			jnj(t-1)
	AR1_2_2	-0.119	0.054	-2.20	0.029	pg(t-1)
	AR2_2_1	-0.000	0.000			jnj(t-2)
	AR2_2_2	-0.000	0.000			pg(t-2)

**Tabel 4.5** merupakan taksiran akhir parameter yakni parameter signifikan yang dimasukkan dalam model. Dengan melakukan uji-*t* pada masing-masing parameter model diperoleh bahwa masing-masing parameter tersebut telah signifikan pada  $\alpha = 0.1$ .

#### 4.5 Pemeriksaan Asumsi Residual

Asumsi residual yang harus dipenuhi dalam peramalan menggunakan metode *Vector Autoregressive* (VAR) adalah asumsi *white noise*, distribusi normal multivariat, dan asumsi homogenitas. Pada **Tabel 4.6** merupakan hasil pemeriksaan asumsi *white noise* model VAR (2,1,0) dengan menggunakan *Portmanteau Test*.

**Tabel 4.6** Hasil Ljung-Box Test

Variabel	Ljung-box statistic	P-value
JNJ	6.753538	0.748
PG	10.508709	0.397

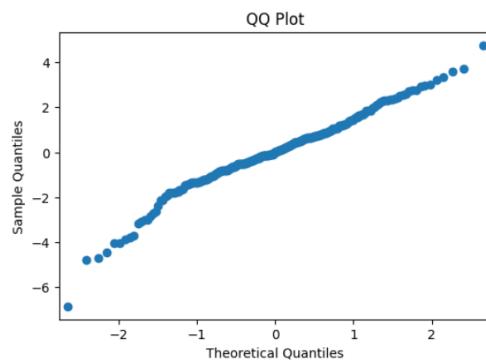
Adapun hipotesis pengujian asumsi *white noise* adalah sebagai berikut.

H0: Residual bersifat *white noise*

H1: Residual tidak bersifat *white noise*

Dikarenakan nilai p-value yang dihasilkan pada data bernilai  $> \alpha$  (0.05), maka keputusannya adalah Gagal Tolak H0. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat autokorelasi pada kedua data saham yang diuji. Dari pengujian menggunakan *Portmanteau* dapat diketahui bahwa baik JNJ dan PG memenuhi asumsi *white noise* yang artinya dengan menggunakan model VAR (2,1,0) sudah cukup baik dalam menangkap pola dalam data.

Pengujian dilanjutkan dengan pengecekan asumsi normal multivariat dan didapatkan *normal probability plot* sebagai berikut



**Gambar 4.3** Plot Normal Multivariate Probability Test

Berdasarkan **Gambar 4.3**, dapat dilihat bahwa titik-titik pada data mengikuti pola distribusi normal. Hal ini menunjukkan tidak ada penyimpangan ekstrim pada data. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data sudah memenuhi asumsi normal multivariat.

Pengujian asumsi residual selanjutnya adalah homogenitas varians dalam residual dengan hipotesis sebagai berikut.

H0: Tidak terdapat proses ARCH pada residual model (Homoskedastisitas)

H1: Terdapat proses ARCH pada residual model (Heteroskedastisitas)

Daerah kritis dari pengujian homogenitas varians residual ini adalah Tolak H0 jika nilai p-value  $< \alpha$ . Pengujian pada data saham JNJ dan PG didapat hasil pada **Tabel 4.7**.

**Tabel 4.7** Pengujian Homogenitas Varians Residual

Variabel	P-value
JNJ	0.2255
PG	0.2122

Berdasarkan **Tabel 4.7** didapat keputusan Gagal Tolak H0 pada hasil pengujian di kedua saham, karena nilai p-value  $> \alpha$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat proses ARCH pada residual model dan memenuhi asumsi homogenitas varians residual pada model.

Dari pengujian asumsi *white noise*, normal multivariat, dan asumsi homogenitas varians yang telah dilakukan, data saham JNJ dan PG memenuhi ketiga asumsi tersebut. Sehingga model VAR (2,1,0) dapat dilanjutkan untuk pemilihan model terbaik dari analisis ini.

#### 4.6 Pemilihan Model Terbaik

Dalam bentuk matriks hasil akhir dari persamaan model VARIMA (2,1,0) dengan *differencing* orde 1 dapat ditulis sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} \sqrt{JN}_t - \sqrt{JN}_{t-1} \\ \sqrt{PG}_t - \sqrt{PG}_{t-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{111} & \phi_{112} \\ 0.112 & 0.149 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{JN}_{t-1} - \sqrt{JN}_{t-2} \\ \sqrt{PG}_{t-1} - \sqrt{PG}_{t-2} \end{bmatrix} + \\ \begin{bmatrix} \phi_{121} & -0.119 \\ \phi_{221} & \phi_{222} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{JN}_{t-2} - \sqrt{JN}_{t-3} \\ \sqrt{PG}_{t-2} - \sqrt{PG}_{t-3} \end{bmatrix} + [\varepsilon_{1t} \quad \varepsilon_{2t}]$$

Persamaan awal yang dimiliki dapat disederhanakan lagi menjadi hanya parameter-parameter signifikan saja yang dipertahankan. Bentuk yang lebih ringkas dari model tersebut adalah sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} \sqrt{JN}_t \\ \sqrt{PG}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{JN}_{t-1} \\ \sqrt{PG}_{t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{111} & \phi_{112} \\ 0.112 & 0.149 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{JN}_{t-1} - \sqrt{JN}_{t-2} \\ \sqrt{PG}_{t-1} - \sqrt{PG}_{t-2} \end{bmatrix} + \\ \begin{bmatrix} \phi_{121} & -0.119 \\ \phi_{221} & \phi_{222} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{JN}_{t-2} - \sqrt{JN}_{t-3} \\ \sqrt{PG}_{t-2} - \sqrt{PG}_{t-3} \end{bmatrix} + [\varepsilon_{1t} \quad \varepsilon_{2t}]$$

$$\begin{bmatrix} \sqrt{JN}_t \\ \sqrt{PG}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{JN}_{t-1} \\ \sqrt{PG}_{t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0.112 & 0.149 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{JN}_{t-1} - \sqrt{JN}_{t-2} \\ \sqrt{PG}_{t-1} - \sqrt{PG}_{t-2} \end{bmatrix} + \\ \begin{bmatrix} 0 & -0.119 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{JN}_{t-2} - \sqrt{JN}_{t-3} \\ \sqrt{PG}_{t-2} - \sqrt{PG}_{t-3} \end{bmatrix} + [\varepsilon_{1t} \quad \varepsilon_{2t}]$$

Berdasarkan persamaan di atas, untuk masing-masing nilai rata-rata harga saham JNJ dan PG pada waktu ke- $t$  didapatkan persamaan model sebagai berikut.

1.  $\sqrt{JN}_t = \sqrt{JN}_{t-1} - 0.119(\sqrt{JN}_{t-2} - \sqrt{JN}_{t-3})$
2.  $\sqrt{PG}_t = \sqrt{PG}_{t-1} + 0.112(\sqrt{JN}_{t-1} - \sqrt{JN}_{t-2}) + 0.149(\sqrt{PG}_{t-1} - \sqrt{PG}_{t-2})$

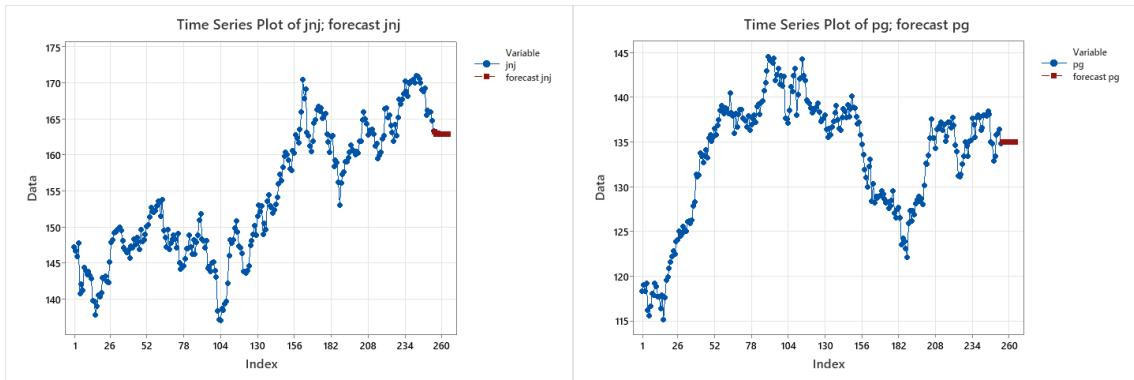
atau model terbaik yang terbentuk dapat ditulis sebagai berikut

1.  $\sqrt{JN}_t = \sqrt{JN}_{t-1} - 0.119(\sqrt{JN}_{t-2} - \sqrt{JN}_{t-3})$
2.  $\sqrt{PG}_t = 1.149\sqrt{PG}_{t-1} + 0.112(\sqrt{JN}_{t-1} - \sqrt{JN}_{t-2}) - 0.149\sqrt{PG}_{t-2}$

Berdasarkan model yang terbentuk harga saham JNJ dipengaruhi oleh harga sahamnya sendiri pada periode  $t-1$ ,  $t-2$ , dan  $t-3$ . Sehingga harga saham JNJ tidak dipengaruhi oleh harga saham perusahaan lain. Sedangkan harga saham PG selain dipengaruhi oleh harga saham PG sendiri pada waktu  $t-1$  dan  $t-2$ , juga dipengaruhi oleh harga saham JNJ pada waktu  $t-1$  dan  $t-2$ .

## 4.7 Peramalan (*Forecasting*)

Setelah model terbentuk, akan dilakukan peramalan pada masing-masing saham JNJ dan PG dimana hasil *forecasting*nya dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



**Gambar 4. 4** Plot Time Series dan Forecast

Berdasarkan **Gambar 4.4**, dapat diketahui bahwa *forecast* dari data saham JNJ dan PG cenderung bernilai konstan. Hal ini dapat terjadi akibat model yang terlalu sederhana sehingga kurang baik dalam menangkap pola data, dan *forecast* hanya dipengaruhi oleh tiga data historis terakhirnya.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisis peramalan harga saham yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Indikator yang digunakan dalam pendugaan model awal VAR dari saham JNJ dan PG adalah dengan menentukan orde dari model VAR dengan melihat pola MPACF dan mencari nilai *minimum information criteria* menggunakan AIC. Didapat nilai AIC terkecil ada pada Lag=2, sehingga model dugaan yang terpilih adalah VARIMA (2,1,0) karena melakukan *differencing* data dengan  $d=1$ .
2. Terdapat tiga parameter signifikan yang dimasukkan dalam model yang dipilih melalui estimasi parameter, yaitu AR(2,1,1), AR(2,1,2), dan AR(1,2,2). Parameter-parameter ini telah signifikan pada  $\alpha = 0.1$  dan dapat digunakan untuk membuat model *time series* pada data saham JNJ dan PG.
3. Berdasarkan model yang terbentuk, harga saham JNJ dipengaruhi oleh harga sahamnya sendiri pada periode  $t-1$ ,  $t-2$ , dan  $t-3$ . Sehingga harga saham JNJ tidak dipengaruhi oleh harga saham perusahaan lain. Sedangkan harga saham PG selain dipengaruhi oleh harga saham PG sendiri pada waktu  $t-1$  dan  $t-2$ , juga dipengaruhi oleh harga saham JNJ pada waktu  $t-1$  dan  $t-2$ .

#### **5.2 Saran**

Dari penelitian yang dilakukan, saran untuk penelitian selanjutnya adalah mencoba model lain yang lebih kompleks atau VAR dengan Lag yang lebih tinggi untuk menangkap pola yang tidak terdeteksi oleh VARIMA(2,1,0). Gunakan data dengan periode yang lebih panjang untuk menangkap siklus ekonomi dan tren jangka panjang. Peneliti juga dapat menambahkan variabel eksternal, seperti indeks pasar (S&P 500, NASDAQ, dan Dow Jones), suku bunga, inflasi, dan nilai tukar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, & Burnham. (2002). *Model Selection and Multimodel Inference: A practical Information Theoretic Approach.*
- Anderson, D., & Burnham. (1994). *AIC Model Selection in Overdispersed Capture-Recapture Data.* Ecology.
- Barberis, N., & Thaler, R. (2013). *A Survey of Behavior Finance.* In G.M Constatntinides, M. Haris & R.M. Stulz (Eds.), *Handbook of the Economics of Finance* (Vol. 1B, pp. 1053-1128). Amsterdam: Elsevier.
- Bodie et al. (2014). *Investments* (10th ed.). New York: McGraw Hill Education.
- Box et al. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control.* New York: John Wiley & Sons.
- Brealey et al. (2020). *Principles of Corporate Finance* (13th ed.). New York: McGraw Hill Education.
- Brockwell, G., & Davis, R. (2002). *Introduction to Time Series and Forecasting*. New York: Springer.
- Brooks, C. (2019). *Introductory Econometrics for Finance* (4th ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Budiman, R. P. (2017). *Pembuatan Aplikasi Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan dengan Metode Time Series Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA).* Surabaya: Departemen Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi ITS.
- Damodaran, A. (2012). *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset* (3rd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Jogiyanto, H. (2015). *Teori Portofolio dan Analisis Investasi* (10th ed.). Yogyakarta: BPFE.
- Juanda, B. (2021). *Ekonometrika Deret Waktu: Teori dan Aplikasi.* Bogor: IPB Press.
- Lütkepohl, H. (2005). *New Introduction to Multiple Time Series Analysis.* Berlin: Springer.
- Ross et al. (2019). *Corporate Finance*. New York : McGraw Hill Education.
- Suryani, R. V., Rismawan, T., & Ruslianto, I. (2022). Penerapan Metode ARIMA untuk Memprediksi Pemakaian Bandwidth di Universitas Tanjungpura. *Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 421-425.
- Tsay, R. (2010). *Analysis of Financial Time Series* (3rd ed). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Wei, W. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods.* USA: Pearson Education, Inc.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Output SAS

The VARMAX Procedure																									
Type of Model	VAR(2)																								
Estimation Method	Least Squares Estimation																								
Model Parameter Estimates																									
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Variable																			
jnj	AR1_1_1	-0.02834	0.07227	-0.39	0.6953	jnj(t-1)																			
	AR1_1_2	-0.02102	0.09084	-0.23	0.8172	png(t-1)																			
	AR2_1_1	0.06774	0.07257	0.93	0.3516	jnj(t-2)																			
	AR2_1_2	0.17679	0.09018	1.96	0.0511	png(t-2)																			
png	AR1_2_1	-0.06852	0.05842	-1.17	0.2420	jnj(t-1)																			
	AR1_2_2	-0.09549	0.07343	-1.30	0.1947	png(t-1)																			
	AR2_2_1	-0.06670	0.05867	-1.14	0.2567	jnj(t-2)																			
	AR2_2_2	0.04689	0.07290	0.64	0.5207	png(t-2)																			
Covariances of Innovations																									
Variable	jnj	png																							
jnj	2.65110	1.10197																							
png	1.10197	1.73231																							
Log-likelihood																									
-399.744																									
Information Criteria																									
AICC	822.5924																								
HQC	837.0938																								
Forecasts																									
Variable	Obs	Forecast	Standard Error	95% Confidence Limits																					
jnj	255	163.47086	1.62822	160.27961	166.66212																				
	256	163.08371	2.26049	158.65324	167.51419																				
	257	163.16196	2.89712	157.48371	168.84021																				
	258	163.12985	3.39447	156.47682	169.78288																				
	259	163.14262	3.83234	155.63138	170.65385																				
	260	163.14296	4.22256	154.86689	171.41903																				
	261	163.14329	4.57896	154.16869	172.11788																				
	262	163.14373	4.90961	153.52106	172.76640																				
	263	163.14352	5.21924	152.91399	173.37305																				
	264	163.14359	5.51155	152.34114	173.94604																				
png	255	135.18763	1.31617	132.60799	137.76728																				
	256	135.17152	1.73937	131.76241	138.58063																				
	257	135.21049	2.09817	131.09815	139.32283																				
	258	135.22648	2.39072	130.54076	139.91219																				
	259	135.22376	2.64640	130.03691	140.41060																				
	260	135.22603	2.87971	129.58191	140.87016																				
	261	135.22481	3.09481	129.15910	141.29053																				
	262	135.22499	3.29616	128.76464	141.68534																				
	263	135.22487	3.48585	128.39273	142.05700																				
	264	135.22487	3.66577	128.04010	142.40964																				
Obs	jnj	FOR1	RES1	STD1	LCI1	UCI1	png	FOR2	RES2	STD2	LCI2	UCI2													
1	147.30	.	.	.	.	.	118.33	.	.	.	.	.													

## Lampiran 2 Output Python

```
residuals = var_result.resid # Residual model VAR
print(residuals.head())
   jnj      png
3  1.534527  0.148574
4 -6.856076 -3.336467
5  0.500877 -1.938323
6 -0.124660  0.121412
7  2.961439  0.893017
```