

ANALISIS RESPON INDEKS DOLAR TERHADAP PASAR SAHAM AMERIKA MENGUNAKAN MODEL VECTOR AUTO REGRESSIVE

Lailatul Maziyah Wildan Mufaridho^{1*}, Paiz Jalaludin², Royyan Amigo³

^{1,2,3} Sains Aktuaria, Universitas Darunnajah

*e-mail : Lailatulmufaridho@darunnajah.ac.id

DOI: 10.14710/j.gauss.14.1.236-246

Article Info:

Received: 2024-12-05

Accepted: 2025-07-28

Available Online: 2025-07-30

Keywords:

VAR; IRF; Indeks Dolar; Saham

Abstract: The US Dollar Index (DXY) reflects the strength of the US Dollar and is often used as an indicator to measure changes in its value. Changes in the DXY also exert direct pressure on US stock markets, such as NASDAQ, S&P 500, and AAPL. Current trends indicate that US tensions with other countries are affecting the dollar's attractiveness as the world's dominant currency. Furthermore, US political dynamics, such as the 2024 presidential election, add complexity, ultimately impacting the US stock market. Sudden fluctuations in the US Dollar can cause shocks, leading to increased stock market volatility. One effective analytical tool for studying this relationship is the Impulse Response Function (IRF). Based on Vector Auto-Regression (VAR), IRF facilitates analysis of how the US stock market responds to shocks in the dollar's value over a certain period, and vice versa. When the DXY experiences a shock, its response to NASDAQ, S&P 500, and AAPL tends to oscillate positively and negatively, stabilizing around the third period on average. Conversely, when the US Dollar Index faces a shock, the responses of NASDAQ and S&P 500 are more stable compared to AAPL's response.

1. PENDAHULUAN

Dolar Amerika Serikat (AS) mendominasi sebagai mata uang dunia serta menjadi tonggak penting dalam moneter global. Beberapa alasan Dolar AS tetap menjadi mata uang dominan di dunia karena pasar uang AS merupakan pasar yang terbesar dan paling likuid, kedudukan AS sebagai kekuatan ekonomi dan militer, serta banyak kontrak internasional khususnya dalam perdagangan komoditas seperti minyak menggunakan mata uang transaksi Dolar AS. Indeks Dolar AS (DXY) yang mencerminkan kekuatan Dolar AS sering digunakan sebagai indikator untuk mengukur perubahan nilai Dolar.

Perubahan indeks Dolar AS (DXY) juga memberikan tekanan langsung terhadap pasar saham AS. Pasar saham AS seperti NASDAQ, S&P 500, AAPL merupakan barometer ekonomi global. NASDAQ yang didominasi oleh perusahaan teknologi termasuk AAPL sangat dipengaruhi oleh indeks Dolar AS. Sementara itu, S&P 500 dengan cakupannya di sektor ekonomi, menggambarkan dampak umum fluktuasi Dolar AS terhadap pasar ekuitas.

Tren saat ini menunjukkan bahwa ketegangan AS dengan negara lain mempengaruhi daya tarik Dolar AS sebagai mata uang cadangan utama. Pelemahan Dolar AS dapat menciptakan fluktuasi di pasar saham AS termasuk NASDAQ, S&P 500 dan AAPL. Dinamika politik domestik AS termasuk pemilihan presiden 2024 semakin menambah kompleksitas yang pada akhirnya juga akan berdampak pada pasar saham AS, sehingga pemahaman tentang bagaimana pasar saham merespons perubahan Dolar AS atau sebaliknya menjadi penting.

Perubahan mendadak pada Dolar AS dapat menciptakan guncangan (shock) yang berdampak pada volatilitas pasar saham. Salah satu alat analisis yang efektif untuk mempelajari hubungan ini adalah *Impulse Response Function* (IRF) (Giamouzi, 2008). IRF yang berbasis pada *Vector AutoRegressive* (VAR) memungkinkan analisis terkait bagaimana pasar saham AS merespons guncangan nilai dolar dalam periode tertentu atau sebaliknya.

Penggunaan model VAR dalam penelitian ini didasarkan pada karakteristik data yang bersifat multivariat, yakni terdiri dari beberapa variabel seperti nilai Dolar AS, NASDAQ, S&P 500 dan AAPL. Keempat variabel ini diamati dalam satu rentang waktu dan saling berkaitan dalam konteks dinamika pasar keuangan. VAR cocok digunakan karena mampu menangkap hubungan dinamis antar variabel. Oleh karena itu, pendekatan VAR dan analisis IRF dapat secara komprehensif menggambarkan pola respon antar variabel.

Penelitian sebelumnya misalkan Rahmawati *et al.*, (2017) telah mengeksplorasi dampak shock nilai tukar rupiah terhadap Dolar AS pada indeks saham menggunakan VAR menunjukkan hasil respon Dolar pada indeks saham terhadap shock kurs rupiah yang pertama cenderung mengalami kenaikan, sedangkan shock kedua cenderung mengalami penurunan. Zuhroh, Kusuma & Kurniawati, (2018) melakukan pemodelan VAR untuk menganalisa inflasi di Indonesia. Khalil & Strobel (2024) meneliti respon Dolar AS terhadap ketidakpastian kebijakan perdagangan AS.

Studi ini memberikan wawasan mengenai pola reaksi pasar Amerika Serikat terhadap kejutan Indeks Dolar AS, maupun sebaliknya. Temuan ini dapat dimanfaatkan untuk merumuskan strategi investasi bagi investor Indonesia yang berinvestasi di pasar internasional, khususnya pasar saham AS. Selain itu, hasil studi ini juga bermanfaat bagi para pembuat kebijakan dalam merancang strategi manajemen risiko, seperti dalam mengelola risiko ekspor-impor akibat fluktuasi nilai tukar Dolar AS. Selanjutnya, studi ini dapat dijadikan referensi dalam penyusunan kebijakan suku bunga serta strategi intervensi di pasar valuta asing.

2. TINJAUAN PUSTAKA

NASDAQ didirikan oleh National Association of Securities Dealers (NASD) pada tahun 1971 dan merupakan bursa saham pertama di dunia yang sepenuhnya berbasis elektronik. Kinerja NASDAQ sering kali memiliki efek global karena perusahaan teknologi yang terdaftar di dalamnya memiliki pengaruh signifikan terhadap ekonomi global dan perkembangan industri teknologi. Di sisi lain, S&P 500 merupakan indeks pasar saham yang mencerminkan kinerja 500 perusahaan terbesar di Amerika Serikat, yang mencakup berbagai sektor ekonomi seperti teknologi, keuangan, kesehatan, energi, dan lainnya. Indeks ini memberikan gambaran yang lebih luas tentang kondisi pasar saham AS dibandingkan dengan NASDAQ. Salah satu perusahaan besar yang tercakup dalam kedua indeks tersebut adalah Apple. Sebagai salah satu perusahaan teknologi terbesar di dunia, Apple dikenal luas melalui produk-produknya seperti iPhone, iPad, dan Macintosh. Saham Apple merupakan yang terbesar dalam kapitalisasi pasar dan termasuk dalam kategori saham blue chip (www.invesnesia.com).

Analisis terhadap data pasar saham NASDAQ, S&P 500, maupun AAPL perlu memastikan bahwa data deret waktu yang digunakan bersifat stasioner. Stasioner merupakan kondisi dimana sifat statistik seperti nilai rerata tidak berubah seiring waktu dan tidak mempunyai variasi terlalu besar selama periode waktu pengamatan serta memiliki kecenderungan untuk mendekati nilai rata-ratanya Sihombing *et al.*, (2022). Salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk menguji stasioneritas adalah uji akar-akar unit (unit root test) dengan uji Augmented Dickey Fuller Test (ADF test). Alasan Uji ADF

banyak digunakan karena telah mempertimbangkan kemungkinan adanya autokorelasi pada error term jika series yang digunakan non stasioner (Aktivani, 2021).

Secara teknis, pengujian korelasi serial antara residual dalam data deret waktu dapat dilakukan dengan menggunakan ADF melalui model $\Delta(R_t) = \gamma R_{t-1} + e_t$ dimana e_t merupakan white noise, $\gamma = \rho - 1$, dan Δ merupakan operator turunan pertama. Uji hipotesis pada uji ADF ini dituliskan sebagai berikut (Febrianti *et al.*, 2021):

$H_0: \rho = 1$, artinya R_t tidak stasioner

$H_1: \rho < 1$, artinya R_t stasioner

Proses diferensi digunakan sebagai suatu cara untuk membuat data deret waktu yang awalnya tidak stasioner menjadi stasioner. Proses ini dilakukan dengan mengurangi data pada periode t dengan data periode $t - 1$ (Ziegel, 2002).

Tahapan selanjutnya setelah data mencapai kondisi stasioner adalah membangun model yang mampu merepresentasikan dinamika hubungan antar variabel secara komprehensif. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam konteks ini adalah model *Vector Autoregressive* (VAR). Menurut Rahmawati *et al.*, (2017), model VAR merupakan suatu bentuk sistem persamaan simultan yang terdiri atas variabel-variabel endogen, di mana nilai suatu variabel tidak hanya dipengaruhi oleh nilai masa lalunya sendiri, tetapi juga oleh nilai masa lalu dari variabel lainnya dalam sistem. Dengan demikian, model ini sangat sesuai untuk mengkaji interdependensi atau keterkaitan timbal balik antar variabel dalam suatu kerangka dinamis.

Model VAR mengandalkan penggunaan lag atau nilai historis dari masing-masing variabel sebagai prediktor terhadap nilai saat ini, sehingga memungkinkan analisis hubungan kausal dalam jangka pendek maupun panjang. Keunggulan utama dari model ini antara lain adalah tidak adanya kebutuhan untuk membedakan secara eksplisit antara variabel independen dan dependen, karena semua variabel diperlakukan sebagai endogen. Estimasi model dilakukan dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS), yang secara praktis mempermudah implementasi model dalam berbagai kasus empiris. Lebih lanjut, model VAR juga memiliki keunggulan dalam hal ketepatan prediksi dibandingkan dengan pendekatan sistem persamaan simultan yang lebih kompleks, terutama dalam konteks ekonomi dan keuangan multivariat.

Model VAR (p) secara umum dapat diformulasikan sebagai berikut (Caraka *et al.*, 2019):

$$\hat{Y}_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^m \beta_{1j} Y_{1,t-j} + \dots + \sum_{j=1}^m \lambda_{pj} Y_{p,t-j} + e_{it} \quad (1)$$

dimana

Y_{it} : variabel pengamatan ke- i dan pada waktu ke- t

α_i : konstanta pada variabel ke- i

β_{1j} : koefisien parameter pada variabel ke-1 lag ke j

γ_{2j} : koefisien parameter pada variabel ke-2 lag ke j

λ_{pj} : nilai koefisien parameter pada variabel ke p lag ke j

dengan $i = 1, 2, \dots, p$, p merupakan banyaknya variabel, $t = 1, 2, \dots, n$, n merupakan banyaknya waktu pengamatan, $j = 1, 2, \dots, m$, m merupakan banyaknya lag. Estimasi parameter model VAR dapat dicari dengan membentuk model VAR sebagai berikut (Prahutama *et al.*, 2019):

$$y = X\beta + e$$

$$\text{dengan } y = \begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ \vdots \\ Y_{pt} \end{bmatrix}; \beta = [\alpha_i \quad \beta_{11} \quad \dots \quad \beta_{1m} \quad \gamma_{21} \quad \dots \quad \gamma_{2m} \quad \dots \quad \lambda_{p1} \quad \dots \quad \lambda_{pm}]^T$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & Y_{1,1-1} & \dots & Y_{1,1-m} & Y_{2,1-1} & \dots & Y_{2,1-m} & \dots & Y_{p,1-1} & \dots & Y_{p,1-m} \\ 1 & Y_{1,2-1} & \dots & Y_{1,2-m} & Y_{2,2-1} & \dots & Y_{2,2-m} & \dots & Y_{p,2-1} & \dots & Y_{p,2-m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & Y_{1,n-1} & \dots & Y_{1,n-m} & Y_{2,n-1} & \dots & Y_{2,n-m} & \dots & Y_{p,n-1} & \dots & Y_{p,n-m} \end{bmatrix}$$

Estimasi parameter model VAR menggunakan model OLS diperoleh

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y \quad (2)$$

Penentuan panjang lag optimal akan digunakan dalam analisis selanjutnya dan digunakan untuk estimasi parameter model VAR. Panjang lag menunjukkan derajat kebebasan. Sedangkan model yang terbaik merupakan model yang memiliki nilai Akaike Information Criterion (AIC) terkecil (Iskandar, 2019). Kriteria tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$AIC(p) = T \ln \left(\frac{RSS(m)}{T} \right) + 2p \quad (3)$$

m : panjang lag

T : jumlah observasi yang digunakan

RSS : Residual Sum of Square (Jumlah kuadrat residual)

p : jumlah parameter yang digunakan

dengan formula $RSS = \sum_{i=1}^p \sum_{t=1}^T (e_{it})^2$.

Uji Kausalitas Granger merupakan pengujian untuk menentukan hubungan sebab akibat (hubungan prediktif) antara peubah acak dalam model VAR. Uji ini dilakukan untuk melihat pengaruh jangka pendek maupun panjang. Kausalitas Granger berdasarkan prinsip bahwa masa depan tidak dapat memprediksi masa lalu, jika suatu peubah acak X_t menyebabkan Y_t secara kausalitas Granger maka perubahan pada X_t harus mendahului perubahan Y_t (Gujarati, D. N., & Porter, 2009). Hipotesis yang digunakan dalam uji ini sebagai berikut:

H_0 : Variabel X_t tidak menyebabkan perubahan pada variabel Y_t

H_1 : Variabel X_t menyebabkan perubahan pada variabel Y_t

Uji Kausalitas Granger dilakukan dengan uji F :

$$F = \frac{\frac{RSS_R - RSS_{UR}}{p}}{\frac{RSS_{UR}}{n - b}} \quad (4)$$

dengan

RSS_R : Residual sum of square dari regresi bersyarat (restricted)

RSS_{UR} : Residual sum of square dari regresi tanpa syarat (unrestricted)

p : banyak lag

n : banyak data pengamatan

b : banyak parameter yang digunakan pada model

Setelah hubungan kausal antar variabel dalam sistem VAR diidentifikasi melalui uji kausalitas granger, tahapan selanjutnya berfokus pada pengkajian dinamika respons masing-masing variabel terhadap suatu guncangan (shock) structural yang terjadi dalam sistem. Pendekatan yang dilakukan pada tahapan ini adalah *Impulse Response Function* atau biasa disebut dengan IRF. IRF memberikan gambaran mengenai bagaimana suatu variabel merespons terhadap shock yang berasal dari dirinya sendiri maupun dari variabel lain dalam sistem VAR, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Uji IRF dilakukan untuk melihat berapa lama shock yang diterima suatu variabel (Barnichon and Matthes, 2018). Persamaan IRF sebagai berikut (Febrianti *et al.*, 2021):

$$IRF(w) = \delta^w \quad (5)$$

dengan δ^w yaitu matriks koefisien moving average (MA) orde ke- w yang diperoleh dari transformasi sistem VAR menjadi bentuk MA(∞). Matriks ini menunjukkan bagaimana shock pada satu variabel akan mempengaruhi variabel lain dalam sistem pada period ke- w .

Model VAR pada persamaan 1, yang dituliskan merupakan representasi umum dari VAR dengan m lag dan p variabel. Selanjutnya model VAR ditulis ulang menjadi

$$\hat{Y}_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_m Y_{t-m} + e_t \quad (6)$$

Model VAR dengan m lag, VAR(m), menjadi bentuk Moving Average (MA) tak hingga:

$$\hat{Y}_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \delta_u e_{t-1} \quad (7)$$

dimana:

$$I_p = \delta_0$$

$$0 = \delta_1 - \delta_0 A_1$$

$$0 = \delta_2 - \delta_1 A_1 - \delta_0 A_2$$

$\vdots$

$$0 = \delta_m - \sum_{j=1}^m \delta_{m-j} A_j$$

δ_m dapat dicari secara rekursif dengan formula $\delta_m = \sum_{j=1}^m \delta_{m-j} A_j$ (Lütkepohl, 2007).

Misalkan terdapat p variabel model VAR maka bentuk matriks IRF sebagai berikut (Liu *et al.*, 2016):

$$IRF(w) = \delta^w = \begin{bmatrix} \delta_{11}^w & \delta_{12}^w & \dots & \delta_{1p}^w \\ \delta_{21}^w & \delta_{22}^w & \dots & \delta_{2p}^w \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \delta_{p1}^w & \delta_{p2}^w & \dots & \delta_{pp}^w \end{bmatrix} \quad (8)$$

Matriks δ^w menghitung respon dengan kriteria signifikansinya mengevaluasi apakah besarnya δ^w cukup jauh dari nol untuk dianggap ada efek shock. Uji hipotesa untuk IRF sebagai berikut:

$H_0: \delta^w = 0$, tidak ada efek shock pada horizon w

$H_1: \delta^w \neq 0$, ada efek shock pada horizon w

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa indeks Dolar AS, NASDAQ, S&P 500, dan saham Apple Inc. (AAPL), yang diperoleh dari situs *Investing.com*. Periode observasi yang digunakan mencakup rentang waktu dari 24 November 2020 hingga 24 November 2024. Data yang dikumpulkan berbentuk deret waktu harian dan dianalisis dengan bantuan perangkat lunak pemrograman Python.

Langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

1. Uji Stasioneritas Data

Tahap awal analisis dilakukan dengan menguji sifat stasioneritas masing-masing variabel menggunakan *Augmented Dickey-Fuller Test* (ADF). Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah nilai rata-rata dan varians data bersifat konstan sepanjang waktu.

2. Transformasi Data (Differencing)

Apabila hasil uji ADF menunjukkan bahwa data tidak stasioner, maka dilakukan proses transformasi melalui diferensiasi (differencing) untuk memperoleh data yang bersifat stasioner.

3. Penentuan Lag Optimal

Setelah data bersifat stasioner, tahap selanjutnya adalah menentukan panjang lag yang optimal dalam model *Vector Autoregressive* (VAR). Penentuan lag optimal dilakukan dengan mempertimbangkan nilai kriteria informasi terkecil, khususnya *Akaike Information Criterion* (AIC).

4. Estimasi Model VAR

Model VAR dibangun dengan menggunakan lag optimal yang telah ditentukan. Estimasi dilakukan untuk menganalisis hubungan dinamis antar variabel dalam sistem secara simultan.

5. Uji Kausalitas Granger

Untuk mengidentifikasi arah hubungan kausal antar variabel, dilakukan uji kausalitas granger. Uji ini digunakan untuk mengevaluasi apakah satu variabel secara statistik mampu memprediksi pergerakan variabel lainnya.

6. Uji Impulse Response Function (IRF)

Terakhir, dilakukan analisis *Impulse Response Function* guna mengkaji respons masing-masing variabel terhadap shock yang terjadi, baik yang berasal dari dirinya sendiri maupun dari variabel lain dalam sistem VAR. IRF digunakan untuk mengamati besaran serta durasi pengaruh shock terhadap variabel yang diamati dalam jangka waktu tertentu.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Statistika deskriptif dari NASDAQ, S&P 500, AAPL, dan DXY

	Rerata	Q1	Q2	Q3	Std	Min	Max
NASDAQ	14031.68	12381.37	13805.84	15361.30	2097.68	10213.29	1928.76
S&P 500	4463.25	4023.68	4359.75	4701.13	573.20	3577.03	6001.35
AAPL	165.84	144.49	164.72	182.41	28.91	115.17	236.48
DXY	100.63	95.49	102.56	104.59	5.93	89.44	114.11

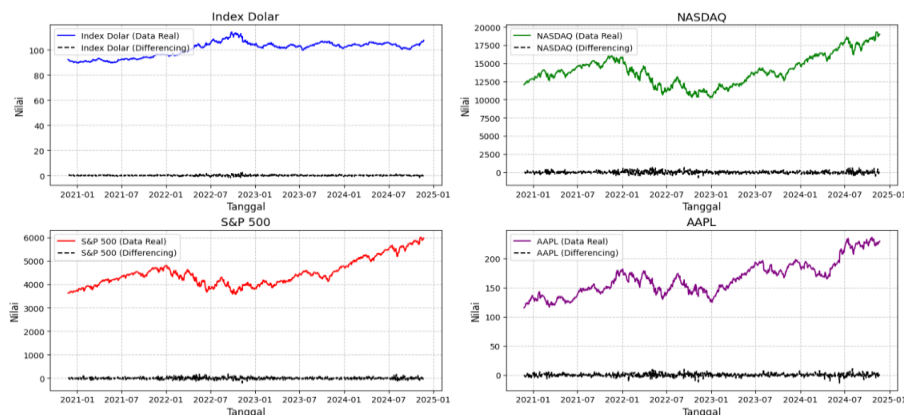
Tabel 1 merupakan hasil statistika deskriptif untuk masing-masing data pasar saham (NASDAQ, S&P 500, AAPL) dan indeks Dolar AS (DXY). Data NASDAQ, S&P 500, dan AAPL memiliki nilai rerata lebih besar dari median atau Q2 yang artinya data menceng ke kanan. Artinya, sebagian besar nilai berada di bawah rerata, namun terdapat kemungkinan adanya lonjakan besar harga saham pada waktu-waktu tertentu. Sedangkan indeks Dolar AS menunjukkan nilai median lebih besar daripada reratanya artinya data menceng ke kiri yang berarti sebagian besar nilai berada di atas rerata. Hal ini, menunjukkan bahwa nilai indeks Dolar AS cenderung stabil atau tinggi.

Uji stasioner diperlukan sebelum dilakukan analisis data menggunakan VAR. Pada Tabel 2 menunjukkan hasil uji stasioner dengan menggunakan ADF dan menunjukkan untuk setiap variabel gagal menolak H_0 atau data tidak stasioner. Terdapat pula pada Tabel 2 dilakukan uji ADF ulang menggunakan data differencing memberikan hasil untuk setiap variabel menunjukkan cukup untuk menolak H_0 atau data stasioner.

Tabel 2. Hasil Uji Stasioneritas

Hasil uji stasioner dengan menggunakan uji ADF			
Variabel	Uji Statistik ADF	Nilai Kritis 5%	P-value
NASDAQ	-0.849	-2.864	0.804
S&P 500	-2.252	-2.864	0.188
AAPL	-2.216	-2.864	0.201
DXY	-1.801	-2.864	0.379
Hasil Uji Stasioner data setelah Differencing dengan Uji ADF			
Variabel	Uji Statistik ADF	Nilai Kritis 5%	P-value
NASDAQ	-31.981	-2.864	0.000
S&P 500	-31.45	-2.864	0.000
AAPL	-23.289	-2.864	0.000
DXY	-13.841	-2.864	0.000

Berikut diberikan ilustrasi sebelum dilakukan transformasi data (warna biru, hijau, merah, dan ungu) menunjukkan masih terdapat trend. Selanjutnya, grafik warna hitam merupakan ilustrasi data yang telah dilakukan proses transformasi.



Gambar 1. Ilustrasi data NASDAQ, S&P 500, AAPL, dan DXY sebelum dan sesudah dilakukan differencing

Tabel 3. Uji lag optimal

Lag	AIC
Lag 0	15.247
Lag 1	15.233
Lag 2	15.223*
Lag 3	15.225
Lag 4	15.242
Lag 5	15.254

Catatan: * adalah nilai lag yang optimal

Penentuan lag untuk model VAR dilakukan dengan memilih nilai AIC yang paling terkecil. Panjang lag yang diuji dari lag 0 sampai lag 5. Pada Tabel 3 menunjukkan AIC dari setiap lag dan menunjukkan hasil lag yang optimum pada lag ke 2.

Tabel 4. Estimasi untuk variabel Y_{1t}

	Konstanta	Y_{1t-1}	Y_{2t-1}	Y_{3t-1}	Y_{4t-1}	Y_{1t-2}	Y_{2t-2}	Y_{3t-2}	Y_{4t-2}
Koefisien	-6.562	-0.300	0.922	5.432	-0.372	0.025	-0.306	4.036	0.436
P-Value	0.026	0.003	0.024	0.109	0.006	0.080	0.045	0.238	0.139

Tabel 5. Estimasi untuk variabel Y_{2t}

	Konstanta	Y_{1t-1}	Y_{2t-1}	Y_{3t-1}	Y_{4t-1}	Y_{1t-2}	Y_{2t-2}	Y_{3t-2}	Y_{4t-2}
Koefisien	-2.273	-0.064	0.197	0.749	-0.218	0.007	-0.081	0.902	0.375
P-Value	0.010	0.008	0.043	0.035	0.002	0.051	0.045	0.266	0.010

Tabel 6. Estimasi untuk variabel Y_{3t}

	Konstanta	Y_{1t-1}	Y_{2t-1}	Y_{3t-1}	Y_{4t-1}	Y_{1t-2}	Y_{2t-2}	Y_{3t-2}	Y_{4t-2}
Koefisien	-0.105	-0.003	0.008	0.069	-0.338	0.001	-0.002	-0.01	0.499
P-Value	0.022	0.040	0.177	0.016	0.009	0.067	0.069	0.007	0.001

Tabel 7. Estimasi untuk variabel Y_{4t}

	Konstanta	Y_{1t-1}	Y_{2t-1}	Y_{3t-1}	Y_{4t-1}	Y_{1t-2}	Y_{2t-2}	Y_{3t-2}	Y_{4t-2}
Koefisien	-0.017	-0.000	-0.000	0.026	0.029	0.000	-0.000	-0.01	-0.11
P-Value	0.024	0.006	0.006	0.002	0.038	0.009	0.009	0.055	0.001

Persamaan model VAR pada penelitian ini sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{1t} = -6.562 - 0.300Y_{1t-1} + 0.922Y_{2t-1} + 5.432Y_{3t-1} - 0.372Y_{4t-1} + 0.025Y_{1t-2} - 0.306Y_{2t-2} + 4.036Y_{3t-2} + 0.436Y_{4t-2} + e$$

$$\hat{Y}_{2t} = -2.273 - 0.064Y_{1t-1} + 0.197Y_{2t-1} + 0.749Y_{3t-1} - 0.218Y_{4t-1} + 0.007Y_{1t-2} - 0.081\Delta Y_{2t-2} + 0.902\Delta Y_{3t-2} + 0.375\Delta Y_{4t-2} + e$$

$$\hat{Y}_{3t} = -0.105 - 0.003Y_{1t-1} + 0.008Y_{2t-1} + 0.069Y_{3t-1} - 0.338Y_{4t-1} - 0.001Y_{1t-2} + 0.002Y_{2t-2} - 0.013Y_{3t-2} + 0.499Y_{4t-2} + e$$

$$\hat{Y}_{4t} = -0.017 - 0.000Y_{1t-1} - 0.000Y_{2t-1} + 0.026Y_{3t-1} + 0.029Y_{4t-1} + 0.000Y_{1t-2} - 0.000Y_{2t-2} - 0.016Y_{3t-2} - 0.116Y_{4t-2} + e$$

Variabel pada persamaan VAR di atas yaitu Y_{1t} (NASDAQ), Y_{2t} (S&P 500), Y_{3t} (AAPL), dan Y_{4t} (DXY atau indeks Dolar AS).

Uji kausalitas granger digunakan untuk mengetahui arah hubungan kausalitas antar variabel. Uji ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah suatu variabel mampu memberikan informasi yang signifikan terhadap pergerakan variabel lain di masa depan. Uji kausalitas granger menguji apakah nilai masa lalu dari suatu variabel dapat digunakan untuk memprediksi nilai variabel lainnya. Hipotesis yang digunakan dalam uji ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Variabel X tidak menyebabkan perubahan pada variabel Y

H_1 : Variabel X menyebabkan perubahan pada variabel Y

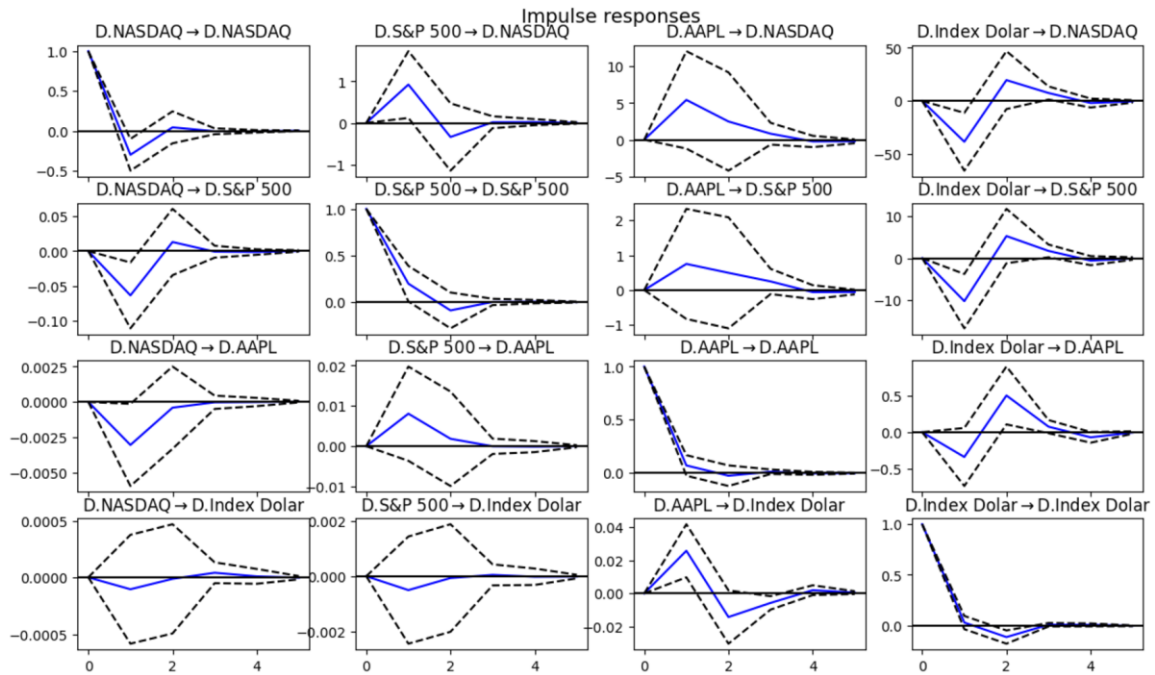
Tabel 8. Hasil uji kausalitas granger

H_0	$P - value$	Keputusan
Y_1 tidak menyebabkan perubahan Y_4	0.0015	Menolak H_0
Y_4 tidak menyebabkan perubahan Y_1	0.2999	Gagal menolak H_0
Y_2 tidak menyebabkan perubahan Y_4	0.0013	Menolak H_0
Y_4 tidak menyebabkan perubahan Y_2	0.3429	Gagal menolak H_0
Y_3 tidak menyebabkan perubahan Y_4	0.0101	Menolak H_0
Y_4 tidak menyebabkan perubahan Y_3	0.0051	Menolak H_0
Y_1 tidak menyebabkan perubahan Y_2	0.0143	Menolak H_0
Y_2 tidak menyebabkan perubahan Y_1	0.0083	Menolak H_0
Y_1 tidak menyebabkan perubahan Y_3	0.0541	Gagal menolak H_0
Y_3 tidak menyebabkan perubahan Y_1	0.0914	Gagal menolak H_0
Y_2 tidak menyebabkan perubahan Y_3	0.7094	Gagal menolak H_0
Y_3 tidak menyebabkan perubahan Y_2	0.4840	Gagal menolak H_0

Hasil uji kausalitas di atas menunjukkan terdapat hubungan satu arah untuk variabel NASDAQ dengan Indeks Dolar AS dan S&P 500 dengan Indeks Dolar AS. NASDAQ dan S&P mempengaruhi perubahan pada indeks Dolar AS dengan nilai $p - value < 0.05$. AAPL dan indeks Dolar AS memiliki hubungan dua arah yang artinya antar variabel saling

mempengaruhi. Selanjutnya berdasarkan hasil uji kausalitas granger pada tabel 5, NASDAQ mempengaruhi perubahan pada S&P 500 begitupun sebaliknya.

Gambar 2 di bawah ini merupakan ilustrasi hasil *Impulse Response Function* selama 5 periode untuk variabel NASDAQ, S&P 500, AAPL dan indeks Dolar AS. Respon Indeks Dolar ketika ada guncangan pada NASDAQ, S&P 500, dan AAPL adalah merespon positif dan negatif artinya ikut terguncang naik turun dengan rerata pada periode ke tiga sudah mulai stabil. Sebaliknya ketika terdapat guncangan pada indeks Dolar AS, respon variabel NASDAQ dan S&P 500 lebih stabil daripada respon AAPL. Ketika AAPL mengalami guncangan, respon NASDAQ cenderung negatif atau menurun, dan respon S&P 500 cenderung positif atau naik sedangkan respon masing-masing variabel terhadap dirinya sendiri cenderung negatif.



Gambar 2. Ilustrasi hasil IRF

5. KESIMPULAN

Kasimpulan berdasarkan hasil pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa model VAR pada penelitian ini adalah:

$$\hat{Y}_{1t} = -6.562 - 0.300Y_{1t-1} + 0.922Y_{2t-1} + 5.432Y_{3t-1} - 0.372Y_{4t-1} + 0.025Y_{1t-2} - 0.306Y_{2t-2} + 4.036Y_{3t-2} + 0.436Y_{4t-2} + e$$

$$\hat{Y}_{2t} = -2.273 - 0.064Y_{1t-1} + 0.197Y_{2t-1} + 0.749Y_{3t-1} - 0.218Y_{4t-1} + 0.007Y_{1t-2} - 0.081\Delta Y_{2t-2} + 0.902\Delta Y_{3t-2} + 0.375\Delta Y_{4t-2} + e$$

$$\hat{Y}_{3t} = -0.105 - 0.003Y_{1t-1} + 0.008Y_{2t-1} + 0.069Y_{3t-1} - 0.338Y_{4t-1} - 0.001Y_{1t-2} + 0.002Y_{2t-2} - 0.013Y_{3t-2} + 0.499Y_{4t-2} + e$$

$$\hat{Y}_{4t} = -0.017 - 0.000Y_{1t-1} - 0.000Y_{2t-1} + 0.026Y_{3t-1} + 0.029Y_{4t-1} + 0.000Y_{1t-2} - 0.000Y_{2t-2} - 0.016Y_{3t-2} - 0.116Y_{4t-2} + e$$

Variabel pada persamaan VAR di atas yaitu Y_{1t} (NASDAQ), Y_{2t} (S&P 500), Y_{3t} (AAPL), dan Y_{4t} (DXY atau indeks Dolar AS) dengan uji kausalitas granger terlihat bahwa ada hubungan yang hanya satu arah, misalnya pada NASDAQ dan S&P 500 menyebabkan perubahan secara *granger* pada indeks Dolar AS tetapi tidak berlaku hubungan sebaliknya. Namun AAPL dan indeks Dolar AS memiliki hubungan dua arah yang artinya antar variabel saling mempengaruhi. Pada uji IRF, respon Indeks Dolar ketika ada guncangan pada NASDAQ, S&P 500, dan AAPL adalah merespon positif-negatif artinya ikut terguncang naik turun dengan rerata pada periode ke tiga sudah mulai stabil. Sebaliknya ketika terdapat guncangan pada indeks Dolar AS, respon variabel NASDAQ dan S&P 500 lebih stabil daripada respon AAPL dan respon masing-masing variabel terhadap dirinya sendiri cenderung negatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktivani, S. (2021) 'Uji Stasioneritas Data Inflasi Kota Padang Periode 2014-2019', *Jurnal statistika Industri dan Kompetensi*, 6(1), pp. 26–33.
- Barnichon, R. and Matthes, C. (2018) 'Functional Approximation of Impulse Responses', *Journal of Monetary Economics*, 99, pp. 41–55. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2018.04.013>.
- Caraka, R.E. *et al.* (2019) 'Prediction of status particulate matter 2.5 using state Markov chain stochastic process and hybrid VAR-NN-PSO', *IEEE Access*, 7, pp. 161654–161665. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2950439>.
- Febrianti, D. R., Tiro, M. A., & Sudarmin, S. (2021) 'Metode Vector Autoregressive (VAR) dalam Menganalisis Pengaruh Kurs Mata Uang Terhadap Ekspor Dan Impor Di Indonesia', *VARIANSI: Journal of Statistics and Its application on Teaching and Research*, 3(1), p. 23. Available at: <https://doi.org/10.35580/variansiunm14645>.
- Giamouzi, M. (2008) 'City , University of London Institutional Repository', 34(2019), pp. 51–79. Available at: <http://openaccess.city.ac.uk/1189/>.
- Gujarati, D. N., & Porter, D.C. (2009) *Basic Econometrics*. Fifth Edit. McGraw-Hill In.
- Invesnesia (n.d). Apa Itu NASDAQ? Indeks & Bursa Saham Elektronik Terbesar. [Online] Tersedia di: www.invesnesia.com [Diakses pada: 1 Desember 2024]
- Investing (n.d). Data harga saham NASDAQ, AAPL, S&P500, dan Indeks Dolar AS (DXY). [Online] Tersedia di: www.investing.com [Diakses pada: 1 Desember 2024]
- Iskandar, I. (2019) 'Analisis Vector Autoregression (Var) Terhadap Interrelationship Antara Financing Deposit Ratio (Fdr) Dan Return on Asset (Roa) Pada Bank Syariah Di Indonesia', *Jurnal Ekonomi Syariah, Akuntansi dan Perbankan (JESKaPe)*, 3(2), pp. 19–39. Available at: <https://doi.org/10.52490/jeskape.v3i2.430>.
- Khalil, M. and Strobel, F. (2024) 'US trade policy and the US dollar', *Journal of International Economics*, 151(January 2022), p. 103970. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2024.103970>.
- Liu, F. *et al.* (2016) 'A vector auto regression model applied to real estate development investment: A statistic analysis', *Sustainability (Switzerland)*, 8(11), pp. 1–19. Available at: <https://doi.org/10.3390/su8111082>.
- Lütkepohl, H. (2007) *New Introduction to Multiple Time Series Analysis.*, Springer Science & Business Media.
- Prahotama, A. *et al.* (2019) 'Modelling Inflation Sectors in Indonesia Using Vector Autoregressive (VAR)', *Jurnal ILMU DASAR*, 20(1), p. 47. Available at: <https://doi.org/10.19184/jid.v20i1.7259>.
- Rahmawati, A. *et al.* (2017) 'Structural Vector Autoregressive Untuk Analisis Dampak Shock Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dolar Amerika Serikat Pada Indeks Harga

- Saham Gabungan', *Jurnal Gaussian*, 6(3), pp. 291–302. Available at: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>.
- Sihombing, P.R. *et al.* (2022) 'Implementasi Model Panel Var Pada Hubungan Inflasi Dan Pertumbuhan Jumlah Uang Beredar', *Jurnal Bayesian : Jurnal Ilmiah Statistika dan Ekonometrika*, 2(2), pp. 116–124. Available at: <https://doi.org/10.46306/bay.v2i2.34>.
- Ziegel, E.R. (2002) *Analysis of Financial Time Series, Technometrics*. Available at: <https://doi.org/10.1198/tech.2002.s96>.
- Zuhroh, I., Kusuma, H. and Kurniawati, S. (2018) 'An Approach of Vector Autoregression Model for Inflation Analysis in Indonesia', *Journal of Economics, Business, & Accountancy Ventura*, 20(3), pp. 261–268. Available at: <https://doi.org/10.14414/jebav.v20i3.1019>.