

# Analisis Risiko Saham Sektor Perbankan Menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* dengan Pendekatan VARMA-GARCH

Aida Fauziah, dan R. Mohamad Atok

Departemen Aktuaria, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail*: atok@aktuaria.its.ac.id

**Abstrak**—Investasi adalah sebuah komitmen dalam menanamkan sejumlah dana pada periode tertentu untuk mendapatkan keuntungan di masa yang akan datang. Investasi pada saham menjadi sasaran para investor karena keuntungan (return) yang diperoleh relatif tinggi. Namun, return yang tinggi memiliki risiko yang tinggi pula. Pergerakan return dari saham lain juga dapat mempengaruhi besar return yang didapatkan. Sehingga, diperlukan analisis untuk mengetahui seberapa besar risiko suatu saham dan melihat pengaruh yang dimiliki antar saham. Metode yang dapat digunakan dalam mengestimasi risiko pada saham adalah Value at Risk dan Expected Shortfall. Dalam perhitungannya dilakukan pendekatan dengan model VARMA untuk melihat pengaruh antar saham. Return juga erat kaitannya dengan volatilitas. Pergerakan dari return yang tidak stabil menyebabkan volatilitas yang tinggi. Sehingga akan ada efek heteroskedastisitas yang dapat menimbulkan ketidakstasioneran data terhadap varians. Maka dilakukan pemodelan GARCH untuk mengatasi hal tersebut. Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data harian dari saham sektor perbankan yaitu saham BBKA, BBRI, dan BMRI dengan periode waktu dari 2 Januari 2017 hingga 30 Desember 2021. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa model VARMA (0,4) merupakan model yang terbaik. Sedangkan model GARCH terbaik adalah model GARCH (1,1) untuk masing-masing saham. Hasil estimasi risiko tertinggi berdasarkan nilai VaR dimiliki oleh saham BBRI pada tingkat kepercayaan 99% dengan nilai VaR sebesar 7,688542%. Sedangkan nilai VaR terendah dimiliki oleh saham BBKA pada tingkat kepercayaan 90% dengan nilai VaR sebesar 0,031299%. Hasil estimasi risiko tertinggi berdasarkan nilai Expected Shortfall (ES) dimiliki oleh saham BBRI pada tingkat kepercayaan 99% dengan nilai ES sebesar 12,419326%. Sedangkan nilai ES terendah dimiliki oleh saham BBKA pada tingkat kepercayaan 90% dengan nilai ES sebesar 2,744818%. Berdasarkan Uji Kausalitas Granger, dapat disimpulkan bahwa hanya terdapat dua hubungan satu arah antar saham sektor perbankan, yaitu saham BBKA berpengaruh pada saham BBRI dan saham BMRI berpengaruh pada saham BBRI.

**Kata Kunci**—Analisis Risiko, Saham Perbankan, Value at Risk, Expected Shortfall, VARMA-GARCH.

## I. PENDAHULUAN

INVESTASI merupakan salah satu alternatif dalam menstabilkan dan meningkatkan perekonomian. Pada umumnya, investasi dapat dilakukan dalam bentuk *riil assets* dan *non-riil assets*. Saat ini investasi yang sedang marak dilakukan oleh masyarakat adalah investasi dalam bentuk *non-riil assets* atau biasa juga disebut dengan investasi aset finansial. Saham merupakan aset finansial yang sering menjadi sasaran para investor karena keuntungan yang diperoleh dari aset tersebut relatif tinggi. Saham sebagai instrumen keuangan tidak lepas dari adanya risiko. Semakin besar keuntungan yang didapatkan, semakin besar pula risiko yang harus dihadapi. Sehingga perlu dilakukan analisis risiko

pada saham. Analisis risiko pada saham dapat diestimasi menggunakan metode *Value at Risk*. *Value at Risk* adalah metode untuk mengukur risiko atau estimasi kerugian pada periode tertentu dengan tingkat kepercayaan (keamanan) tertentu. Selain itu, terdapat metode *Expected Shortfall* yang dapat mempertimbangkan kerugian atau nilai risiko yang melebihi tingkat *VaR*.

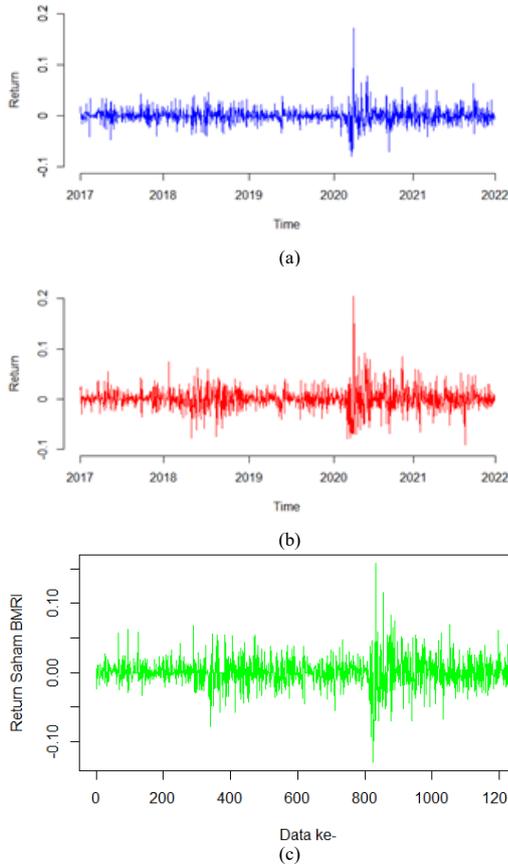
Instrumen keuangan seperti saham termasuk ke dalam data *time series*. Data *time series* merupakan serangkaian data pengamatan yang terurut berdasarkan waktu [1]. Data *time series* multivariat merupakan data peubah yang memiliki keterkaitan dengan peubah lainnya yang tersusun dalam suatu sistem yang saling terkait. Sehingga data *time series* multivariat dipengaruhi oleh periode waktu sebelumnya pada pengamatan peubah lainnya. Dalam menganalisis masalah *time series* multivariat terdapat beberapa metode diantaranya yaitu, metode VARMA, VARIMA, VARIMAX, GSTAR, dan VECM [2]. Dari beberapa metode tersebut, terdapat metode VARMA yang merupakan gabungan antara metode *Vector Autoregressive* (VAR) dan *Vector Moving Average* (VMA). VARMA merupakan metode yang juga dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh antar variabel, sehingga tak hanya dapat menganalisis lebih dari satu data, namun juga dapat menganalisis keterkaitan antar variabel (Anggraeni dan Dewi, 2008). Dalam estimasi risiko pada data multivariat diperlukan adanya model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH) untuk memodelkan volatilitas. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini, penulis akan melakukan analisis risiko menggunakan *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) pada tiga saham di sektor perbankan Indonesia, yaitu saham PT. Bank Central Asia Tbk. (BBKA), PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. (BBRI), dan PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk. (BMRI). Selain itu, dalam analisis risiko ini penulis juga akan melakukan pendekatan dengan menggunakan model *Vector Autoregressive Moving Average-Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (VARMA-GARCH) untuk mengetahui pola pengaruh yang dimiliki antar saham dan digunakan dalam perhitungan *return* dari estimasi *fitted value model* untuk perhitungan *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Return Saham

*Return* saham merupakan imbal hasil yang diperoleh dari investasi. Dalam menghitung *return* saham yang diterima selama periode tertentu  $t$  atas aset  $i$  berdasarkan data historis (persentase harga saham) adalah sebagai berikut:

$$R_{it} = \frac{P_{it} - P_{it-1}}{P_{it-1}} \quad (1)$$



Gambar 1. Plot Return Saham: (a) BBCA, (b) BBRI, dan (c) BMRI.

dimana  $R_{it}$  adalah *return* saham pada periode  $t$ ,  $P_{it}$  adalah harga atau nilai pada akhir periode  $t$ , dan  $P_{it-1}$  adalah harga atau nilai pada periode sebelumnya ( $t - 1$ ).

**B. Augmented Dickey Fuller (ADF)**

*Augmented Dicker Fuller* (ADF) merupakan pengujian untuk melihat stasioneritas pada data. Hipotesis yang dilakukan dalam uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) adalah sebagai berikut :

$H_0$  : Data runtun waktu tidak stasioner

$H_1$  : Data runtun waktu stasioner

Statistik uji dalam uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) adalah sebagai berikut:

$$\tau = \hat{\delta} / (SE(\hat{\delta})) \quad (2)$$

dengan  $\hat{\delta}$  adalah estimasi *least-square* dari  $\delta$ .

$H_0$  ditolak jika nilai  $t_1^* < T^* \tau_{\alpha}$  atau tolak  $H_0$  jika  $|\tau| > \tau_{tabel}$  Dickey Fuller yang berarti data telah stasioner dalam mean. Hasil pengujian ADF juga dapat dilihat pada nilai p-value, dimana jika p-value lebih kecil dari taraf signifikansi  $\alpha$ , maka tolak  $H_0$ .

**C. Matrix Autocorrelation Function (MACF)**

Fungsi matriks korelasi digunakan dalam mengidentifikasi atau menentukan batas orde dari MA. Jika terdapat suatu vektor runtun waktu (*time series*) sebanyak  $n$  buah pengamatan, yaitu  $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$ , maka persamaan matriks

Tabel 1. Variabel penelitian

Nama Variabel	Keterangan	Skala
X <sub>1</sub>	Return Saham PT. Bank Cetral Asia Tbk	Rasio
X <sub>2</sub>	Return Saham PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk	Rasio
X <sub>3</sub>	Return Saham PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk	Rasio

Tabel 2. Statistik deskriptif *return* saham

Statistika Deskriptif	BBCA (X1)	BBRI (X2)	BMRI (X3)
Minimum	-0,07914	-0,09092	-0,12992
Maksimum	0,17333	0,20492	0,15803
Mean	0,00080	0,00068	0,00038
St. Dev	0,01547	0,02142	0,02130
Varians	0,00024	0,00046	0,00045
Skewness	1,13067	0,71505	0,25385

Tabel 3. Hasil *box-cox* *retun* saham sektor perbankan

Variabel	Rounded Value
BBCA	-4,00
BBRI	-2,00
BMRI	0,00
Variabel	Rounded Value

Tabel 4. Nilai AIC

Model	Nilai AIC
VARMA (0,3)	-24,84461
VARMA (0,4)	-24,85194
VARMA (3,0)	-24,84180
VARMA (4,0)	-24,84184
VARMA (5,0)	-24,84992

fungsi korelasi sampel dinyatakan dengan.

$$\hat{\rho}(k) = [\hat{\rho}_{ij}(k)] \quad (3)$$

dengan  $\hat{\rho}_{ij}(k)$  adalah korelasi silang sampel untuk komponen deret ke- $i$  dan ke- $j$  yang dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\hat{\rho}_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (X_{i,t} - \bar{X}_i)(X_{j,t+k} - \bar{X}_j)}{[\sum_{t=1}^n (X_{i,t} - \bar{X}_i)^2 \sum_{t=1}^n (X_{j,t} - \bar{X}_j)^2]^{1/2}} \quad (4)$$

dengan  $X_{i,t}$  : nilai variabel  $X$  pada waktu ke- $i$ ,  $X_{j,t}$  : nilai variabel  $X$  pada waktu ke- $j$ , dan  $n$  : jumlah data.

**D. Matrix Partial Autocorelation (MPACF)**

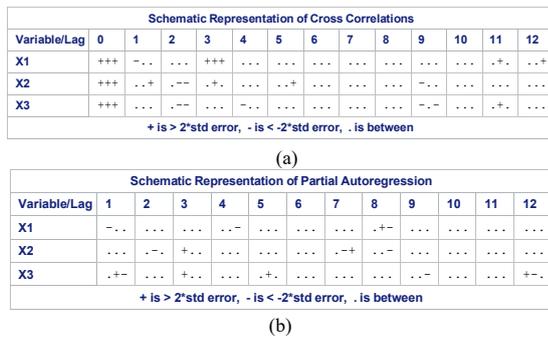
Fungsi matriks parsial korelasi sampel digunakan untuk mengidentifikasi model AR. Korelasi antara  $X_t$  dan  $X_{t+s}$  dapat diperoleh setelah ketergantungan linier pada variabel  $X_{t+1}, X_{t+2}, \dots, X_{t+s+1}$  dihilangkan, sehingga dapat dirumuskan dengan:

$$P(s) = \begin{cases} \Gamma'(1)[\Gamma(0)]^{-1}, s = 1 \\ \{\Gamma'(s) - c'(s)[A(s)]^{-1}b(s)\} \{\Gamma'(0) - b'(s)[A(s)]^{-1}b(s)\}^{-1}, s > 1 \end{cases} \quad (5)$$

**E. Akaike's Information Criterion (AIC)**

Penentuan orde VARMA dapat dilakukan dengan membandingkan nilai AIC dan memilih nilai yang paling minimum. Persamaan dari kriteria AIC dirumuskan sebagai berikut[1]:

$$AIC_{(p+q)} = \ln|\hat{\Sigma}_{(p+q)}| + \frac{2m^2(p+q)}{n} \quad (6)$$



Gambar 2. (a) Plot MACF, (b) Plot MPACF Return Saham Sektor Perbankan.

Tabel 7.  
Hasil estimasi risiko value at risk

Saham	Tingkat Kepercayaan	Estimasi Value at Risk (%)
BBCA	99%	6,837917
	95%	1,347398
	90%	0,031299
BBRI	99%	7,688542
	95%	2,506826
	90%	1,097853
BMRI	99%	7,180341
	95%	2,955273
	90%	1,656480

dengan  $\hat{\Sigma}_{(p+q)}$  : estimasi dari matriks varians kovarians,  $p$  : orde AR,  $q$  : orde MA,  $2m^2(p + q)$  : jumlah parameter dari AR dan MA, serta  $n$  : jumlah data.

F. Pengujian Signifikansi Parameter

Maximum Likelihood Estimation merupakan metode yang digunakan dalam mengestimasi parameter dari model yang telah didapatkan. Estimasi parameter pada penelitian ini menggunakan MLE dengan asumsi normalitas. Jika diberikan pengamatan  $Z_1, \dots, Z_N$ , estimasi parameter dari model VARMA  $(p, q)$  model dengan  $\Phi(B)Z_t = \Theta(B)a_t$  didefinisikan sebagai berikut [3]:

$$L = |\Sigma|^{-N/2} |\Omega|^{-1/2} |D|^{-1/2} \exp \left\{ -\left(\frac{1}{2}\right) [\Sigma_{t=1}^N \hat{a}_t' \Sigma^{-1} \hat{a}_t + \hat{a}'_t \Omega^{-1} \hat{a}_t] \right\} \quad (7)$$

Jika Estimasi parameter yang telah diperoleh akan diuji kelayakannya dengan menggunakan distribusi  $t$  atau  $t$ -test dengan persamaan model Vector Autoregressive (VAR) sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}_{ij}^1}{SE(\hat{\phi}_{ij}^1)} \quad (8)$$

Kemudian, untuk model Vector Moving Average (VMA) sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}_{ij}^1}{SE(\hat{\theta}_{ij}^1)} \quad (9)$$

Apabila ditetapkan taraf signifikan  $\alpha$ , maka daerah penolakannya adalah tolak dugaan awal bahwa parameter tidak signifikan apabila diperoleh  $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, df, (n-p-1)}$  atau  $p$ -value <  $\alpha$ , dengan  $n$  banyaknya pengamatan dengan  $k$  adalah banyaknya parameter [1].

G. Vector Autoregressive Moving Average (VARMA)

Model Vector Autoregressive Moving Average (VARMA) merupakan gabungan dari Vector Autoregressive (VAR)

Tabel 5.  
Hasil estimasi risiko expected shortfall

Saham	Tingkat Kepercayaan	Estimasi Value at Risk (%)
BBCA	99%	-6,806207
	95%	-1,340138
	90%	-2,254718
BBRI	99%	-7,682878
	95%	-2,525554
	90%	-2,903667
BMRI	99%	-7,219653
	95%	-3,944346
	90%	-3,022074

Tabel 6.  
Hasil uji kausalitas granger

Hipotesis	F-statistic	p-value
BBRI tidak mempengaruhi BBCA	5,8098	0,0160
BMRI tidak mempengaruhi BBCA	1,2474	0,2643
BBCA tidak mempengaruhi BBRI	2,3741	0,1236
BMRI tidak mempengaruhi BBRI	2,9712	0,0850
BBCA tidak mempengaruhi BMRI	0,0012	0,9726
BBRI tidak mempengaruhi BMRI	15,0710	0,0001

dengan Vector Moving Average (VMA). Model VARMA secara umum dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut [1]:

$$\dot{Z}_t = \Phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \Phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (10)$$

dimana  $\dot{Z}_t$  : vektor  $Z_t$  yang berukuran  $k \times 1$  berisi  $k$  variabel yang masuk dalam model vector autoregressive (VAR),  $a_t$  : vektor error yang berukuran  $k \times 1$ ,  $\Phi_i$  : matriks parameter koefisien VAR ke- $i$  dengan  $i = 1, 2, \dots, p$  berukuran  $(k \times k)$ ,  $\theta_j$  : matriks parameter VMA ke- $j$  dengan  $j = 1, 2, \dots, q$ .

H. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)

Model GARCH adalah model perkembangan dari model ARCH yang dipopulerkan oleh Engle (1982) dan merupakan model yang mampu diaplikasikan pada data keuangan [1]. Pada data keuangan, kasus adanya volatilitas tidak konstan yang disebut sebagai heteroskedastisitas dapat diatasi oleh model ARCH. Secara umum model GARCH( $r, s$ ) adalah sebagai berikut [1]:

$$\sigma_t^2 = + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (11)$$

dengan  $\sigma_t^2$  : variansi dari residual pada waktu  $t$ ,  $\alpha_0$  : komponen konstanta,  $\alpha_i$  : parameter dari ARCH,  $\alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2$  : kuadrat dari residual pada waktu  $t - i$ ,  $\beta_j$  : parameter dari GARCH,  $\sigma_{t-j}^2$  : variansi dari residual pada saat  $t - j$  [4].

I. Value at Risk (VaR)

Value at Risk (VaR) merupakan suatu kerugian yang dapat ditoleransi dengan tingkat kepercayaan (keamanan) tertentu [5]. Persamaan yang digunakan untuk menentukan VaR pada derajat kebebasan  $100(1 - \alpha)\%$  adalah sebagai berikut [6]:

$$VaR_{CF\alpha(x)} = \mu + \sigma Z_{CF(1-\alpha)} \quad (12)$$

dengan  $Z_{CF}$  merupakan modifikasi dari nilai  $Z$  yang mempertimbangkan skewness dan kurtosis. VaR hanya dapat menyatakan kerugian atau risiko yang mungkin didapatkan oleh investor, namun tidak dapat memberikan kemungkinan besar kerugian yang benar-benar akan terjadi dan tidak bisa

secara pasti memberikan kemungkinan paling buruk dari sebuah investasi [7].

*J. Expected Shortfall (ES)*

*Expected Shortfall (ES)* dikembangkan oleh Artzner dkk. (1999) untuk mengurangi masalah yang melekat pada Value at Risk (VaR). ES merupakan metode lain untuk mengukur ekspektasi kerugian bersyarat maksimum yang melebihi VaR pada derajat kebebasan  $100(1-\alpha)\%$  dengan persamaan sebagai berikut:

$$ES_{\alpha}^t(X) = -\hat{\mu}_t + \frac{\hat{\sigma}_t}{\alpha\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(F^{-1}(\alpha))^2}{2}} \quad (13)$$

dengan  $ES_{\alpha}^t$  adalah nilai *Expected Shortfall* pada waktu ke- $t$  dengan tingkat kepercayaan  $\alpha$ ,  $\hat{\mu}_t$  : taksiran rata-rata dari *return* pada waktu ke- $t$ ,  $F^{-1}(\alpha)$ : kuantil  $\alpha$  dari distribusi normal,  $\hat{\sigma}_t$  : varian dari *return* pada waktu ke- $t$  [6].

*K. Uji Kausalitas Granger*

Uji Kausalitas Granger adalah metode yang digunakan dalam menganalisis hubungan kausalitas antar variabel yang diamati, apakah suatu variabel mempunyai hubungan dua arah (saling mempengaruhi), mempunyai hubungan satu arah saja atau bahkan tidak ada hubungan antar variabel tersebut. Pengujian Kausalitas Granger menggunakan statistik uji F sebagai berikut:

$$F_{hitung} = \frac{\frac{(RSS_R - RSS_{UR})}{p}}{\frac{RSS_{UR}}{n-b}} \quad (14)$$

dengan:

$$RSS_R = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2$$

$$RSS_{UR} = \sum_{i=1}^n (y_i - \overline{y_iUR})^2$$

$RSS_R$  : Jumlah residual kuadrat restricted (*sum square error* terbatas)

$SS_{UR}$  : Jumlah residual kuadrat unrestricted (*sum square error* tidak terbatas)

$p$  : Banyak lag

$n$  : Banyak data pengamatan

$b$  : Banyak parameter yang diestimasi pada model

III. METODOLOGI PENELITIAN

*A. Sumber Data*

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari [www.yahooofinance.com](http://www.yahooofinance.com). Data tersebut berupa *historical data* dari tiga saham sektor perbankan Indonesia, yang diantaranya adalah saham PT. Bank Central Asia Tbk dengan kode saham BBKA, saham PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk dengan kode saham BBRI, dan saham PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk dengan kode saham BMRI. Jenis data yang digunakan adalah data harian (*daily*) dari penutupan harga saham dengan periode selama 5 tahun, yaitu dari 2 Januari 2017 hingga 30 Desember 2021 dengan jumlah data sebanyak 1259 data dari masing-masing saham.

*B. Variabel Penelitian*

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan pada Tabel 1.

*C. Langkah Analitis*

Langkah-langkah analisis pada penelitian ini diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Pengumpulan data.
2. *Preprocessing* data dengan menghilangkan *missing value*.
3. Perhitungan *return* saham.
4. Melakukan uji stasioneritas pada data.
5. Identifikasi model VARMA menggunakan *Matrix Autocorrelation Function* (MACF) dan *Matrix Partial Autocorrelation Function* (MPACF).
6. Pengujian signifikansi parameter Model VARMA.
7. Melakukan uji asumsi residual meliputi model uji *white noise* dan uji normalitas residual.
8. Pemilihan model terbaik dengan MAPE.
9. Melakukan uji heteroskedastisitas residual.
10. Jika terdapat unsur heteroskedastisitas maka dilakukan pemodelan GARCH.
11. Melakukan pengujian ulang pada residual GARCH dengan uji asumsi residual dan uji heteroskedastisitas.
12. Melakukan penghitungan *return* dari estimasi *fitted value* model.
13. Melakukan penghitungan *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES).
14. Melakukan uji kausalitas granger untuk menganalisis pengaruh antar variable.
15. Menarik kesimpulan..

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

*A. Gambaran Umum Objek Penelitian*

Pada penelitian ini digunakan data *closing price* dari saham BBKA, BBRI, dan BMRI selama 5 tahun, yaitu dari 2 Januari 2017 hingga 30 Desember 2021 dengan jumlah data sebanyak 1260 data dari masing-masing saham. Data *closing price* tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai *return*. Plot *time series* dari data *return* saham BBKA, BBRI, dan BMRI dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa pola grafik dari ketiga saham sektor perbankan berada disekitar garis (0,0), yang berarti data *return* saham stasioner terhadap rata-rata. Pada grafik *return* saham terlihat kenaikan yang cukup signifikan pada awal tahun hingga pertengahan tahun 2020 (Maret – Juli 2020). Pada rentang data tersebut harga penutupan mengalami penurunan yang cukup signifikan sehingga *return* saham juga mengalami kenaikan yang signifikan. Statistika deskriptif dari *return* saham BBKA, BBRI, dan BMRI dapat dilihat pada Tabel 2.

*B. Uji Stasioneritas Data*

Pada tahap Tahap ini dilakukan uji stasioneritas pada data *return* saham sektor perbankan agar model yang dihasilkan sesuai dan memenuhi kondisi stasioner dalam *mean* dan varians. Stasioneritas dalam varians dapat dianalisis melalui plot *time series*. Namun, untuk memastikan secara pasti apakah data telah stasioner dalam varians dapat dilihat melalui plot *box-cox*. Dari *box-cox plot* diketahui bahwa

ketiga saham belum memenuhi stasioneritas dalam varians, dimana rounded value dari ketiga saham belum menghasilkan angka satu. Rounded value ( $\lambda$ ) pada masing-masing saham dapat dilihat pada Tabel 3.

Dalam mengatasi ketidakstasioneran data terhadap varians maka dilakukan transformasi *Box-Cox*. Setelah dilakukan transformasi, ketiga saham sudah stasioner terhadap varians. Kemudian dilakukan uji stasioneritas dalam *mean* dengan *Augmented Dickey Fuller Test*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga data *return* saham stasioner dalam *mean* dengan nilai *p-value* dari ketiganya sebesar 0,01.

### C. Identifikasi Model VARMA

Plot MACF dan MPACF dapat menunjukkan dugaan orde untuk VARMA. Plot MACF dan MPACF dari *return* saham dapat dilihat pada Gambar 2.

Plot MACF dan MPACF pada Gambar 2 terbilang cukup sulit digunakan dalam mengidentifikasi orde VARMA. Hal tersebut terjadi karena terdapat banyak *lag-lag* yang signifikan atau memuat tanda positif, negatif, maupun keduanya yang muncul. Sehingga identifikasi model VARMA dilakukan dengan menganalisis dari orde sederhana hingga orde lebih tinggi. Hasil identifikasi diperoleh beberapa dugaan model yang memiliki parameter signifikan terhadap model, yaitu VARMA (0,2), VARMA (0,3), VARMA (0,4), VARMA (2,0), VARMA (3,0), VARMA (4,0), dan VARMA (5,0). Sehingga persamaan model VARMA pada masing-masing dugaan model sebagai berikut:

#### 1. Persamaan Model VARMA (0,2)

$$\dot{Z}_{1t} = -0,104857a_{1,t-1} + 0,062602a_{1,t-2} + a_{1t}$$

$$\dot{Z}_{2t} = -0,125423a_{2,t-2} + a_{2t}$$

$$\dot{Z}_{3t} = 0,144063a_{1,t-2} - 0,111269a_{1,t-3} + a_{3t}$$

#### 2. Persamaan Model VARMA (0,3)

$$\dot{Z}_{1t} = -0,110843a_{1,t-1} + 0,060039a_{1,t-2} + a_{1t}$$

$$\dot{Z}_{2t} = 0,139489a_{3,t-1} + a_{2t}$$

$$\dot{Z}_{3t} = 0,144998a_{1,t-2} - 0,107845a_{1,t-3} + \\ -0,121502a_{2,t-2} + 0,190015a_{3,t-1} + a_{3t}$$

#### 3. Persamaan Model VARMA (0,4)

$$\dot{Z}_{1t} = -0,119468a_{1,t-1} + 0,080952a_{4,t-2} - \\ 0,108558a_{4,t-3} + a_{1t}$$

$$\dot{Z}_{2t} = -0,122765a_{2,t-2} + 0,146819a_{3,t-1} + a_{2t}$$

$$\dot{Z}_{3t} = 0,151708a_{1,t-2} - 0,113395a_{1,t-3} + \\ 0,183546a_{3,t-1} - 0,106605a_{4,t-3} + a_{3t}$$

#### 4. Persamaan Model VARMA (2,0)

$$\dot{Z}_{1t} = -0,112269Z_{1,t-1} + a_{1t}$$

$$\dot{Z}_{2t} = -0,114740Z_{2,t-2} + a_{2t}$$

$$\dot{Z}_{3t} = 0,142092Z_{1,t-2} - 0,105481Z_{1,t-3} + a_{3t}$$

#### 5. Persamaan Model VARMA (3,0)

$$\dot{Z}_{1t} = -0,110431Z_{1,t-1} + 0,058525Z_{1,t-2} + a_{1t}$$

$$\dot{Z}_{2t} = 0,098112Z_{2,t-1} \pm 0,120665Z_{2,t-2} + \\ 0,178107Z_{3,t-1} + a_{2t}$$

$$\dot{Z}_{3t} = 0,138823Z_{1,t-2} - 0,104565Z_{1,t-3} + \\ 0,188470Z_{3,t-1} + a_{3t}$$

#### 6. Persamaan Model VARMA (4,0)

$$\dot{Z}_{1t} = -0,109563Z_{1,t-1} + 0,060015Z_{1,t-2} + \\ -0,084428Z_{4,t-3} + a_{1t}$$

$$\dot{Z}_{2t} = 0,097121Z_{2,t-1} - 0,124279Z_{2,t-2} + \\ 0,171288Z_{3,t-1} + a_{2t}$$

$$\dot{Z}_{3t} = 0,139302Z_{1,t-2} - 0,106550Z_{1,t-3} + \\ 0,191984Z_{3,t-1} + a_{3t}$$

#### 7. Persamaan Model VARMA (5,0)

$$\dot{Z}_{1t} = -0,114378Z_{1,t-1} + \\ 0,064366Z_{1,t-2} - 0,095342Z_{4,t-3} + a_{1t}$$

$$\dot{Z}_{2t} = -0,124914Z_{2,t-2} + 0,167365Z_{3,t-1} + a_{2t}$$

$$\dot{Z}_{3t} = 0,148606Z_{1,t-2} - 0,110278Z_{1,t-3} - \\ 0,081010Z_{2,t-3} + 0,189391Z_{3,t-1} - \\ 0,094519Z_{4,t-3} + 0,098401Z_{5,t-2} + a_{3t}$$

dengan  $\dot{Z}_{1t}$  adalah variabel untuk return saham BBCA,  $\dot{Z}_{2t}$  adalah variabel untuk return saham BBRI, dan  $\dot{Z}_{3t}$  adalah variabel untuk return saham BMRI.

### D. Uji Asumsi Residual

Setelah dugaan model didapatkan maka akan dilakukan *diagnostic checking* pada model untuk melihat apakah asumsi dari residual model telah terpenuhi. Uji *white noise* digunakan untuk menguji ada tidaknya korelasi antar residual. Hasil uji *white noise* pada semua residual dugaan model VARMA menunjukkan bahwa tidak semua model *white noise*. Model yang memenuhi asumsi *white noise* adalah model VARMA (0,3), VARMA (0,4), VARMA (3,0), VARMA (4,0), dan VARMA (5,0). Kemudian dilakukan uji normalitas menggunakan statistik uji Jarque Bera. Hasil uji menunjukkan bahwa semua residual tidak berdistribusi normal. Ketidaknormalan pada residual model ini dapat terjadi karena adanya efek heteroskedastisitas pada data yang menjadikan data tidak homogen, mengingat pada penelitian ini memang akan dilakukan pemodelan pada varians.

### E. Pemilihan Model Terbaik

Dugaan model VARMA yang telah memenuhi uji asumsi residual kemudian dilakukan pemilihan model terbaik menggunakan Akaike's Information Criterion (AIC). Nilai AIC dari dugaan model VARMA dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan nilai AIC pada Tabel 4, dapat diketahui bahwa dugaan model yang memiliki nilai AIC terkecil adalah model VARMA (0,4).

Sehingga dapat disimpulkan bahwa model VARMA (0,4) merupakan model terbaik. Persamaan dari model VARMA (0,4) dirumuskan sebagai berikut:

$$\hat{Z}_{1t} = \mu_1 - 0,1201a_{1,t-1} + 0,0603a_{2,t-1} + 0,0807a_{2,t-4} - 0,1084a_{3,t-4} + a_{1t}$$

$$\hat{Z}_{2t} = \mu_2 - 0,1233a_{2,t-2} + 0,1480a_{1,t-3} + a_{2t}$$

$$\hat{Z}_{3t} = \mu_3 + 0,1518a_{2,t-1} - 0,1134a_{3,t-1} + 0,1835a_{1,t-3} - 0,1068a_{3,t-4} + a_{3t}$$

#### F. Uji Heterokedastitas

Pengujian heteroskedastisitas dilakukan dengan menggunakan Uji *Lagrange Multiplier* (LM Test). Uji LM Test digunakan untuk menguji adanya unsur *heteroskedasticity*. Hasil uji *Lagrange Multiplier* menunjukkan bahwa nilai *p-value* dari semua *lag* kurang dari taraf signifikansi  $\alpha(0,05)$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat efek heteroskedastisitas pada varian residual. Sehingga pemodelan GARCH pada residual dapat dilakukan.

#### G. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)

Pemodelan GARCH bertujuan untuk mengatasi adanya efek heteroskedastisitas pada varian residual model VARMA yang telah diuji dilangkah sebelumnya. Identifikasi model GARCH dilakukan dengan memilih model terbaik melalui pemodelan dari orde GARCH yang paling sederhana. Model dengan estimasi parameter yang tidak signifikan akan diabaikan. Berdasarkan identifikasi model GARCH diperoleh model terbaik dengan estimasi parameter yang telah signifikan dan memenuhi asumsi *white noise*. Model GARCH terbaik untuk saham BBKA adalah model GARCH (1,1), model GARCH terbaik untuk saham BBRI adalah model GARCH (1,1), dan model GARCH terbaik untuk saham BMRI adalah model GARCH (1,1). Sehingga persamaan GARCH untuk masing-masing saham dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_{1t}^2 = 1,147 \times 10^{-5} + 9,359 \times 10^{-2} \varepsilon_{t-1}^2 + 8,504 \times 10^{-3} \sigma_{t-1}^2$$

$$\sigma_{2t}^2 = 1,025 \times 10^{-5} + 9,013 \times 10^{-2} \varepsilon_{t-1}^2 + 8,858 \times 10^{-1} \sigma_{t-1}^2$$

$$\sigma_{3t}^2 = 8,468 \times 10^{-6} + 5,586 \times 10^{-2} \varepsilon_{t-1}^2 + 9,225 \times 10^{-1} \sigma_{t-1}^2$$

Dengan  $\sigma_{1t}^2$  adalah variansi dari residual saham BBKA,  $\sigma_{2t}^2$  adalah variansi dari residual saham BBRI,  $\sigma_{3t}^2$  adalah variansi dari residual saham BMRI.

#### H. Analisis Value at Risk

Estimasi risiko *Value at Risk* (VaR) dihitung dengan pendekatan *Cornish-Fisher* dikarenakan distribusi *return* tidak mengikuti distribusi normal. Tabel 5 menunjukkan estimasi risiko VaR dari masing-masing saham dengan tingkat kepercayaan 99%, 95%, dan 90%. Berdasarkan Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa pada tingkat kepercayaan 99%, nilai VaR tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai VaR sebesar 7,688542%, sedangkan nilai VaR terendah

dimiliki oleh saham BBKA dengan nilai VaR sebesar 6,837917%.

#### I. Analisis Expected Shortfall

Perhitungan *Expected Shortfall* (ES) pada penelitian ini dilakukan untuk mengurangi masalah yang ada pada *Value at Risk* (VaR). ES merupakan metode lain untuk mengukur ekspektasi kerugian bersyarat maksimum yang melebihi VaR pada derajat kebebasan  $100(1 - \alpha)\%$ . Perhitungan *Expected Shortfall* dilakukan dengan menggunakan tingkat kepercayaan 99%, 95%, dan 90% untuk melihat perbandingan dari ketiga tingkat kepercayaan. Hasil perhitungan *Expected Shortfall* pada masing-masing saham dapat dilihat pada Tabel 6.

Pada perhitungan ES pada Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa pada tingkat kepercayaan 99%, nilai ES tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai VaR sebesar 12,419326%, sedangkan nilai ES terendah dimiliki oleh saham BMRI dengan nilai ES sebesar 10,785528%.

Sedangkan nilai ES dengan tingkat kepercayaan 90% pada masing-masing saham memiliki nilai yang lebih besar daripada nilai VaR, dimana hal tersebut menunjukkan bahwa ES hanya terdeteksi pada tingkat kepercayaan 90%.

#### J. Analisis Kausalitas Granger

Uji *Kausalitas Granger* digunakan dalam menganalisis hubungan kausalitas antar variabel yang diamati, apakah suatu variabel mempunyai hubungan dua arah (saling mempengaruhi), mempunyai hubungan satu arah saja atau bahkan tidak ada hubungan antar variabel tersebut. Hasil pengujian Kausalitas Granger pada variabel saham sektor perbankan dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan uji Kausalitas Granger pada Tabel 7 dapat diketahui bahwa tidak semua variabel berpengaruh terhadap variabel lain, karena hanya terdapat dua nilai *p-value* yang kurang dari taraf signifikansi  $\alpha(0,05)$ . Pada Tabel 7, nilai *p-value* pada hubungan BBKA terhadap BBRI menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,01608 yang kurang dari taraf signifikansi  $\alpha(0,05)$ , artinya saham BBKA berpengaruh secara signifikan pada saham BBRI. Sehingga saham BBKA dan BBRI memiliki hubungan satu arah. Pada hubungan BMRI terhadap BBRI nilai *p-value* yang dihasilkan sebesar 0,0001089 yang kurang dari taraf signifikansi  $\alpha(0,05)$ , artinya saham BMRI berpengaruh secara signifikan pada saham BBRI. Sehingga saham BMRI dan BBRI memiliki hubungan satu arah. Sedangkan hubungan yang terjadi antar variabel lainnya menunjukkan nilai *p-value* lebih dari taraf signifikansi  $\alpha(0,05)$ , artinya tidak ada hubungan antar variabel yang terjadi.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil analisis adalah return terendah dari ketiga saham sektor perbankan dimiliki oleh saham BMRI dengan return sebesar -0,12992 dan return tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan return sebesar 0,20492. Rata-rata dari return saham BBKA, BBRI, dan BMRI adalah 0,00080; 0,00066; dan 0,00038. Nilai standar deviasi dari return ketiga saham cukup tinggi jika dibandingkan dengan nilai rata-ratanya, artinya tingkat keragaman dari data cukup tinggi, dimana nilai standar deviasi tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai

sebesar 0,02142 dan nilai standar deviasi terendah dimiliki oleh saham BBCA dengan nilai sebesar 0,01547. Nilai skewness dari ketiga saham berada pada rentang -2 dan 2 yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, dimana nilai skewness dari saham BBCA, BBRI, dan BMRI sebesar 1,12933; 0,71420; dan 0,25355. Ketiga saham juga memiliki nilai kurtosis positif yang menunjukkan bahwa grafik dari data mempunyai puncak yang lebih tinggi dari kurva normal.

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh model VARMA terbaik adalah VARMA (0,4) dan model GARCH terbaik adalah GARCH (1,1) untuk masing-masing saham. Persamaan dari model VARMA-GARCH pada masing-masing saham sektor perbankan adalah sebagai berikut: (a) Model VARMA saham BBCA:  $\hat{Z}_{1t} = 0,1195a_{1,t-1} + 0,0810a_{2,t-4} - 0,1086a_{3,t-4} + a_{1t}$ , (b) Model VARMA saham BBRI:  $\hat{Z}_{2t} = 0,1228a_{2,t-2} + 0,1468a_{1,t-3} + a_{2t}$ , (c) Model VARMA saham BMRI:  $\hat{Z}_{3t} = 0,1517a_{2,t-1} - 0,1134a_{3,t-1} + 0,1835a_{1,t-3} - 0,1067a_{3,t-4} + a_{3t}$ , (d) Model GARCH (1,1) saham BBCA:  $\sigma_{1t}^2 = 1,143 \times 10^{-5} + 9,360 \times 10^{-2}\varepsilon_{t-1}^2 + 8,506 \times 10^{-3}\sigma_{t-1}^2$ , (e) Model GARCH (1,1) saham BBRI:  $\sigma_{2t}^2 = 1,018 \times 10^{-5} + 8,967 \times 10^{-2}\varepsilon_{t-1}^2 + 8,864 \times 10^{-1}\sigma_{t-1}^2$ , (f) Model GARCH (1,1) saham BMRI:  $\sigma_{3t}^2 = 8,451 \times 10^{-6} + 5,596 \times 10^{-2}\varepsilon_{t-1}^2 + 9,224 \times 10^{-1}\sigma_{t-1}^2$ .

Estimasi risiko pada saham sektor perbankan disimpulkan bahwa: (a) Hasil estimasi risiko tertinggi berdasarkan nilai *Value at Risk* (VaR) dimiliki oleh saham BBRI pada tingkat kepercayaan 99% dengan nilai VaR sebesar 7,688542%. Sedangkan nilai VaR terendah dimiliki oleh saham BBCA pada tingkat kepercayaan 90% dengan nilai VaR sebesar 0,031299%. (b) Hasil estimasi risiko tertinggi berdasarkan nilai *Expected Shortfall* (ES) dimiliki oleh saham BBRI pada tingkat kepercayaan 99% dengan nilai ES sebesar 12,419326%. Sedangkan nilai ES terendah dimiliki oleh saham BBCA pada tingkat kepercayaan 90% dengan nilai ES sebesar 2,744818%. (c) Pada perhitungan risiko menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* dapat disimpulkan bahwa semakin besar tingkat kepercayaan yang digunakan, maka semakin besar pula nilai VaR dan ES yang dihasilkan. (d) Hasil perhitungan VaR dan ES dengan pendekatan model VARMA-GARCH memiliki nilai yang

hampir sama dengan nilai pada perhitungan VaR dan ES dari data empiris.

Berdasarkan Uji Kausalitas Granger, didapatkan kesimpulan bahwa saham BBCA berpengaruh secara signifikan terhadap saham BBRI namun saham BBRI tidak berpengaruh secara signifikan terhadap saham BBCA. Sehingga hubungan antara kedua variabel merupakan hubungan satu arah. Pada saham BMRI dan BBRI juga terdapat hubungan satu arah, dimana saham BMRI berpengaruh secara signifikan terhadap saham BBRI namun saham BBRI tidak berpengaruh secara signifikan terhadap saham BMRI. Sedangkan untuk hubungan antara saham lainnya menunjukkan kesimpulan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antar saham

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut: (a) Penelitian ini dapat bermanfaat bagi investor dalam memprediksi risiko saham, khususnya saham sektor perbankan, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam investasi. (b) Hasil analisis pengaruh yang dimiliki antar saham juga dapat digunakan oleh investor dalam menganalisis pergerakan saham, sehingga investor dapat mengantisipasi adanya perubahan harga saham berdasarkan pergerakan harga saham lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. W. S. Wei, *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*, 2nd ed. Canada: Greg Tobin, 2006.
- [2] J. Jusmawati, M. Hadijati, and N. Fitriyani, "Penerapan model vector autoregressive integrate moving average dalam peramalan laju inflasi dan suku bunga di Indonesia," *Eigen Mathematics Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 73–82, Dec. 2020, doi: 10.29303/emj.v3i2.62.
- [3] G. E. P. Box, G. M. Jenkins, G. C. Reinsel, and G. M. Ljung, *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons Inc., 2016.
- [4] T. Bollerslev, R. Y. Chou, and K. F. Kroner, "ARCH modeling in finance: a review of the theory and empirical evidence," *J Econom.*, vol. 52, no. 1, pp. 5–59, 1992, doi: 10.1016/0304-4076(92)90064-X.
- [5] T. Sunaryo, *Manajemen Risiko Finansial*. Jakarta: Salemba Empat, 2007, pp. 248, ISBN 978-979-691-418-0.
- [6] P. Artzner, F. Delbaen, J.-M. Eber, and D. Heath, "Coherent measures of risk," *Math Financ.*, vol. 9, no. 3, pp. 203–228, 1999, doi: 10.1111/1467-9965.00068.
- [7] P. Jorion, *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*, 3rd ed. New York: Mc-Graw-Hill, 2006.