

Received: 4 March 2022

Revised: 11 June 2022

Accepted: 26 June 2022

Published: 30 June 2022

Prediksi Pergerakan Saham Menggunakan Metode Simulasi *Monte Carlo* untuk Pembentukan Portofolio Optimal dengan Pendekatan Model *Markowitz*

(Studi Kasus pada Saham Jakarta Islamic Index 70 (JII70))

Megawati^{1, a)}, Resmawan^{2, b)}, Bobby Rantow Payu^{3, c)}, Amanda Adityaningrum^{4, d)}

^{1,2,4} *Jurusan Matematika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango 96119, Indonesia*

³ *Jurusan Ekonomi, Universitas Negeri Gorontalo, Kota Gorontalo, 96128, Indonesia*

Email: ^{a)}mw.ramly@gmail.com, ^{b)}resmawan@ung.ac.id,
^{c)}boby.payu@gmail.com, ^{d)}amanda@ung.ac.id

Abstract

Stock movements that follow a stochastic process move randomly at certain times, have led stock prices challenging to predict. For this reason, the Monte Carlo simulation method is used to get the possibilities of stock prices in the future. This case study focused on the shares listed on the Jakarta Islamic Index 70 in 2018, by simulating 10 times the daily closing price data, thus, the possible stock prices in 2019 were obtained. Portfolio optimization was then carried out using the Markowitz model approach from the predicted data. Based on the prediction data, there are 20 stocks have a positive expected return. The stocks that have the largest weight is ICBP.JK (Indofood CBP Sukses Makmur Tbk.) stocks, with 0.1396, while the stock with the smallest weight is INAF.JK (Indofarma (Persero) Tbk.) at 0.0053. Historical simulations calculate the Value at Risk of 20 stocks that provide optimal returns if investors invest Rp. 100,000,000.00 the maximum risk or loss that will be obtained is Rp. 2,910,410.00 for 1 year.

Keywords: Jakarta Islamic Index 70, Monte Carlo Simulation, Markowitz Model, Value at Risk.

Abstrak

Pergerakan saham yang mengikuti proses stokastik bergerak acak pada waktu tertentu, menyebabkan harga saham sulit diprediksi. Oleh karena itu, metode simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk mendapatkan kemungkinan-kemungkinan harga saham yang terjadi dimasa akan datang. Studi kasus yang digunakan pada penelitian ini adalah saham-saham yang terdaftar di Jakarta Islamic Index 70 tahun 2018, dengan menyimulasikan sebanyak 10 kali data harga penutupan (*close price*) harian, didapatkan kemungkinan harga saham tahun 2019. Dari data hasil prediksi, selanjutnya dilakukan optimasi portofolio dengan pendekatan model *Markowitz*. Berdasarkan data prediksi terdapat 20 saham yang memiliki *expected return* positif, saham yang

memiliki bobot terbesar adalah saham ICBP.JK (Indofood CBP Sukses Makmur Tbk) yaitu 0.1396, sedangkan saham yang memiliki bobot terkecil adalah saham INAF.JK (Indofarma (Persero) Tbk) yaitu 0.0053. *Value at Risk* dari 20 saham yang memberikan *return* optimal dihitung menggunakan simulasi historis, jika investor menanam modal sebesar Rp.100.000.000,00 risiko atau kerugian maksimal yang akan diperoleh adalah Rp. 2.910.410,00 selama 1 tahun.

Kata-kata kunci: Jakarta *Islamic Index 70*, Simulasi Monte Carlo, Model Markowitz, *Value at Risk*

PENDAHULUAN

Metode simulasi *monte carlo* didasarkan pada analogi probabilitas dan pembangkit bilangan acak (Glasserman, 2004). *Sampling simulation* atau *simulation monte carlo sampling technique* merupakan istilah lain dari simulasi monte carlo yang menggambarkan kemungkinan penggunaan data sampel dalam metodenya menggunakan data yang sudah ada (*historical data*) (Kakiy, 2004). Hal ini sesuai dengan sifat data yang terdiri dari urutan kejadian yang tidak saling bebas (terikat) sehingga metode ini sangat cocok digunakan pada bursa saham (Eraker et al, 2003).

Bursa saham merupakan investasi yang sangat berisiko karena pasarnya sangat *volatile*, tetapi meskipun *volatile* investasi di bursa saham menjanjikan *return* yang cukup tinggi sehingga perlu ada suatu metode untuk memilih portofolio yang terdiri atas beberapa saham. Kumpulan dari beberapa surat berharga (sekuritas) yang berbeda seperti saham dan obligasi yang dikombinasikan dan dianggap sebagai aset tunggal disebut portofolio (Both dan Cleary, 2010). Dengan menggabungkan beberapa sekuritas berbeda dalam portofolio, para pemodal (*investor*) berharap dapat meminimalisir kerugian atau risiko dalam berinvestasi. Pemodelan portofolio dapat memberikan informasi besar proporsi *return* yang optimal dalam suatu instrumen sehingga investor dapat menentukan besarnya dana yang dialokasikan. Dalam memilih portofolio optimal terdapat banyak metode baik yang menggunakan basis keuangan seperti *single index model* dan *capital asset pricing* model maupun basis teknikal seperti pengaplikasian simulasi *monte carlo* yang digunakan pada penelitian ini.

Penelitian terkait optimisasi portofolio saham, telah dilakukan oleh Putri *et al.* (2018) dengan menggunakan metode *antithetic variate* pada simulasi monte carlo untuk menentukan harga jual *opsi barrier* tipe Eropa Afriana *et al.* (2017) juga melakukan kajian terkait portofolio pada saham LQ45 menggunakan pendekatan metode *Markowitz*. Lebih lanjut, penelitian yang dilakukan oleh Lusiana *et al.* (2018) menggunakan pendekatan metode *Monte Carlo* untuk mengestimasi pergerakan harga saham. Beberapa penerapan metode *Monte Carlo* dalam masalah lain dilakukan oleh Mahboubeh dan Longsheng (2020) yaitu *probabilistic approach for optimal portfolio selection using a hybrid Monte Carlo simulation and Markowitz model*. Dari sekian banyak penelitian mengenai metode *monte carlo* di Indonesia belum ditemukan adanya penerapan pada kasus portofolio saham, padahal metode ini sangat baik digunakan untuk kasus saham tersebut (Eraker *et al.* 2003).

Dalam kasus yang diangkat pada penelitian ini, *monte carlo simulation method* digunakan untuk melakukan prediksi pergerakan saham, kemudian melakukan optimisasi portofolio menggunakan model *markowitz* dengan studi kasus pada saham *Jakarta Islamic Index 70 (JII70)*. JII70 menjadi sasaran untuk mendapatkan portofolio optimal karena Indonesia merupakan pangsa pasar dengan salah satu daerah yang memiliki penduduk muslim terbesar didunia sedangkan untuk pangsa pasar syariah hanya 9,08% dari jumlah penduduk (Bank Indonesia, 2019), jauh dibandingkan dari Malaysia, Brunei Darussalam dan Dubai yang memiliki jumlah penduduk lebih sedikit tetapi memiliki pangsa syariah yang lebih besar sehingga penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran tentang bagaimana potensi untuk berinvestasi pada saham syariah di Indonesia.

METODOLOGI

Bahan dan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari saham-saham yang terdaftar di *Jakarta Islamic Index 70 (JII70)* selama 1 tahun, yang didapat dari IDX dan *Yahoo Finance* melalui *official website* <https://finance.yahoo.com>. Variabel yang digunakan adalah data nilai *close price* harian seluruh saham yang terdaftar pada JII70 pada tahun 2018 periode Juni. Penarikan sampel dalam penyelesaian penelitian ini menggunakan teknik *non probability sampling* yaitu sampling jenuh atau metode dimana seluruh populasi dijadikan sampel.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan terhitung sejak bulan Februari 2021 hingga Juli 2021. Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu:

1. Input data.
2. Memprediksi pergerakan saham dengan metode simulasi *monte carlo*
 - Menghitung nilai *return* $\left(R_t = \ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right)\right)$,
 - Menghitung nilai *expected return* $\left(E(R_t) = \frac{\sum_{t=1}^n}{N}\right)$,
 - Menghitung varians dari nilai *return* $\left(\sigma_t^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - X_{t-1})^2}{n-1}\right)$ dan volatilitas
$$\left(\sigma = \sqrt{N \cdot \left(\frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2}{n-1}\right)}\right)$$
,
 - Menghitung arah dari *return* $\left(\mu = E(R_t) - \frac{1}{2}\sigma^2\right)$,
 - Melakukan Simulasi acak sebanyak 10 kali, untuk menghasilkan prediksi atau perkiraan harga tahun berikutnya yaitu tahun 2019 dengan cara mengonstruksikan nilai *return*, *expected return*, varian, volatilitas dan arah *return* yang telah didapatkan.
3. Membuat model markowitz dari hasil data saham prediksi
 - Menghitung *expected return* $(E(R_t))$ dan varians *return* saham,
 - Menentukan jumlah aset susunan portofolio berdasarkan nilai *expected return*,
 - Menghitung bobot menggunakan metode *MVEP*,
 - Menghitung matriks kovarian dan korelasi antar *return* saham,
 - Menghitung *expected return* portofolio.
4. Menentukan portofolio optimal dari data hasil prediksi.
5. Menghitung *value at risk* menggunakan simulasi historis.
6. Selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persamaan Stokastik

Proses stokastik terjadi apabila setiap variabel yang nilainya berubah dari waktu ke waktu. Proses Stokastik juga didefinisikan kumpulan variabel acak $\{fW(t); t \in T\}$ dengan t menyatakan waktu dan $fW(t)$ menyatakan proses pada saat t . Realisasi dari fW disebut jalur sampel.

Simulasi *Monte Carlo*

Dasar dari simulasi *monte carlo* adalah percobaan elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel random (acak). Menurut Saiful *et al.* (2013) metode ini memiliki lima tahapan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada, diantaranya yaitu:

1. Membuat distribusi kemungkinan untuk variabel penting,
2. Membangun distribusi kumulatif untuk tiap-tiap variabel ditahap pertama,
3. Menentukan interval bilangan random,
4. Membangkitkan angka random,
5. Membuat simulasi dalam rangkaian percobaan.

Return Saham

Return dari suatu aset adalah tingkat pengembalian aset atau keuntungan yang diperoleh akibat melakukan investasi (Ruppert, 2004). *Return* dapat berupa *capital gain* dan dividen, tetapi suatu aset yang hanya bisa dipegang selama satu hari atau tidak dividen, sehingga *return* hanya merupakan selisih antara harga jual dan harga beli (Ghozali, 2007). Persamaan *return* realisasi asset tunggal tanpa dividen yang sering banyak digunakan menurut (Jorion, 2002) adalah sebagai berikut:

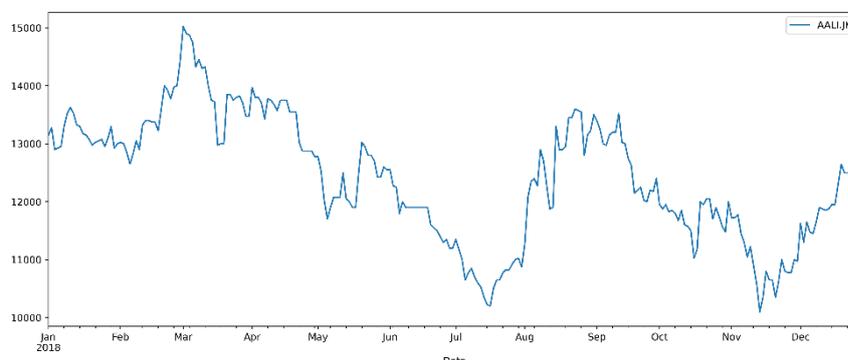
$$R_t = \ln \left(\frac{X_t}{X_{t-1}} \right) \quad (1)$$

Dengan R_t adalah *return* periode ke- t , dan X_t merupakan harga saham pada periode ke- t .

Prediksi Pergerakan Harga Saham dengan Metode Simulasi *Monte Carlo*

Metode simulasi *monte carlo* pada tahap ini digunakan untuk memprediksi harga saham harian selama 1 tahun yaitu 1 Januari 2019 – 31 Desember 2019, sebelum menghitung portofolio optimal menggunakan model *markowitz*. Saham yang digunakan untuk memprediksi pergerakan harga adalah saham-saham yang terdaftar di *Jakarta Islamic Index (JII70)* periode Mei - Juni 2018 dengan mengambil keseluruhan harga penutup harian dari saham-saham tersebut selama 1 tahun, yaitu 1 Januari 2018 - 31 Desember 2018.

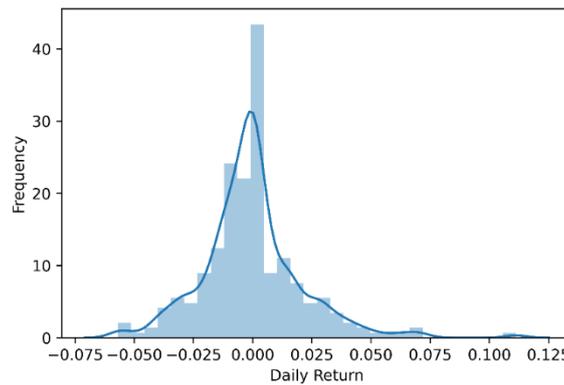
Langkah-langkah untuk mendapatkan harga prediksi pada tahun 2019 menggunakan metode simulasi *monte carlo* dimulai dari saham pertama yaitu AALIJK, dengan mengidentifikasi *close price* pada tahun 2018 seperti yang tersaji pada GAMBAR 1.



GAMBAR 1. Harga saham AALIJK tahun 2018

Menghitung Nilai *Return*, *Expected Return*, Varian, Volatilitas dan Arah dari Harga Saham

Harga saham awal digunakan sebagai acuan untuk memprediksi keuntungan yang mungkin didapatkan, dengan kata lain jika diberikan harga saham awal (S_0) yaitu harga saham pada saat waktu $t = 0$. Karena pergerakan saham pada dasarnya tidak dapat diprediksi secara pasti, maka S_t merupakan sebuah variabel random untuk setiap waktu ke- t . Nilai *return* yang diharapkan pada saat tersebut dapat dihitung menggunakan logaritma natural dari saham hari ini dibagi dengan saham sehari sebelumnya, yang dapat dilihat pada persamaan (1). Nilai *return* tersebut digunakan untuk membangun distribusi kumulatif sebagai langkah dalam simulasi *monte carlo*. GAMBAR 2 merupakan distribusi kumulatif *return* saham AALI.JK tahun 2018.



GAMBAR 2. Distribusi Kumulatif AALI.JK Tahun 2018

Dari *return* yang telah didapatkan, investor juga membutuhkan *expected return* ($E(R_t)$) untuk mendapatkan gambaran keuntungan jika berinvestasi pada saham tersebut. *Expected return* dihitung dengan menjumlahkan semua nilai *return* harian yang telah didapatkan pada saham AALI.JK yaitu -0.1062 dibagi dengan jumlah hari yang diamati yaitu 259 hari sepanjang tahun 2018. Dengan menggunakan perhitungan *software python* nilai *expected return* saham AALI.JK adalah -0.0041.

Untuk mengetahui seberapa jauh penyebaran data dari nilai *expected return*, maka perlu mengetahui seberapa besar nilai varian (*var*). *return* saham yang mendekati *expected return* menandakan nilai varian kecil. Sebaliknya, ketika *return* saham menjauhi nilai *expexted return* berarti nilai variansinya besar. Dengan memasukkan nilai yang telah didapat yaitu *return* dan *expected return*, akan didapatkan nilai varian saham AALI.JK adalah 0.0451. Dari nilai tersebut dapat dihitung arah dari tingkat *return* adalah $-0.0041 - \frac{1}{2} (0.0451) = -0.0635$.

Melakukan Simulasi Acak dengan Metode *Monte Carlo*

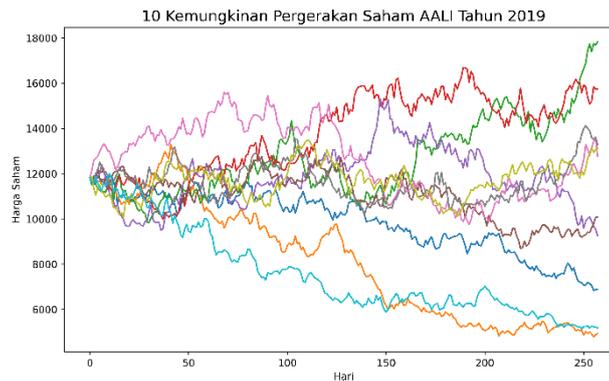
Setelah mendapatkan nilai σ^2, σ, μ dan mengaplikasikan *Z score* yaitu fungsi yang menghasilkan area persentase di bawah kurva dan ($rand(0,1)$). Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (2) yaitu:

$$(S_T) = (S_{T-1}) \cdot \exp \left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T + \sigma Z \sqrt{T} \right) \tag{2}$$

harga saham AALI.JK akan dilakukan simulasi untuk mendapatkan kemungkinan pergerakan harga penutup (*close price*) tahun berikutnya yaitu 2019 (258 hari). Simulasi dilakukan sebanyak 10 kali dengan metode *monte carlo*, dengan bantuan *software python*. *Z score* di atas dapat digantikan dengan fungsi “norm.ppf” dan e pada rumus merupakan bilangan *euler* (2.718281828) atau pada *python* dapat digunakan fungsi “np.exp”. Dengan penggabungan *Z score* dan ($rand(0,1)$) maka akan didapatkan nilai

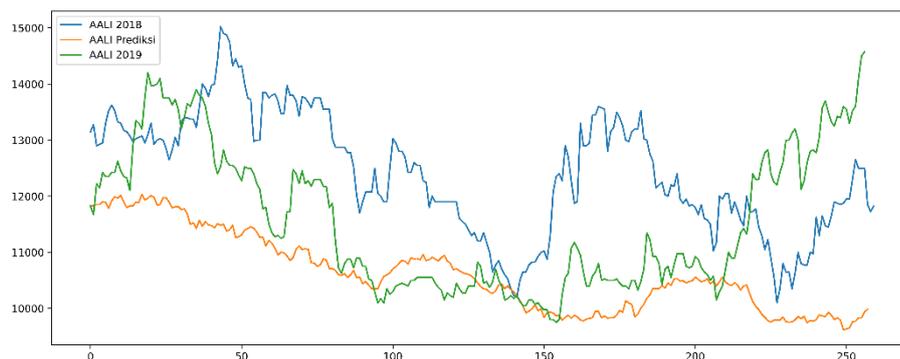
dari harga saham AALI.JK pertama, dan dengan mengulangi sebanyak t -interval maka akan memperoleh 258 hari perkiraan harga saham. Peneliti menggunakan 10 kali simulasi karena setelah membandingkan dengan hasil simulasi sebanyak 50 kali dan 100 kali, masing-masing simulasi menunjukkan plot yang tidak jauh berbeda.

Untuk mempermudah melihat pergerakan saham, grafik di bawah merupakan visualisasi 10 kemungkinan pergerakan saham AALI.JK dalam 1 tahun mendatang dan dapat menyusun strategi untuk memaksimalkan potensi keuntungan.



GAMBAR 3. 10 Kemungkinan pergerakan harga saham AALI.JK

Setelah memperoleh 10 kemungkinan pergerakan harga pada saham AALI.JK, pergerakan saham lainnya yang terdaftar pada Jakarta Islamic Index 70 (JII70) dihitung dengan step yang sama menggunakan *software python*. Selanjutnya, saham AALI.JK yang telah didapatkan 10 kali kemungkinan pergerakannya akan dihitung rata-rata dari 10 kemungkinan tersebut dengan bantuan *software microsoft excel*. Hasil dari berhitungannya rata-rata tersebut merupakan hasil prediksi harga saham AALI.JK tahun 2019. Gambar di bawah ini merupakan visualisasi perbandingan harga saham AALI.JK tahun 2018, harga Saham Hasil Prediksi AALI.JK tahun 2019 dan harga saham *real* AALI.JK tahun 2019.



GAMBAR 4. Perbandingan Plot Harga Saham JII70 2018, Harga Hasil Prediksi JII70 2019 dan Harga Saham *Real* JII70 2019.

Tahapan berikutnya, untuk mendapatkan portofolio optimal akan diselesaikan dengan Model *Markowitz* menggunakan data *real* dari saham harian *Jakarta Islamic Index 70* tahun 2019 dan data dari hasil prediksi tahun 2019.

Penentuan Portofolio Optimal dengan Model Markowitz

Model *markowitz* dapat membantu investor yang akan memberikan dananya dalam format portofolio guna memilih saham yang akan diinvestasikan. Seleksi portofolio *markowitz* didasarkan pada saham yang memiliki nilai *expected return* positif dari masing-masing portofolio. Faktor penentu portofolio optimal terletak pada hasil bobot untuk masing-masing saham.

Menghitung Expected Return ($E(R_t)$) Prediksi Saham JII70

Hasil perhitungan *expected return* saham dengan bantuan *Ms. Excel* terdapat 20 saham yang memiliki *expected return* positif antara lain: ACES, AGII, ANTM, ASII, BTEK, CPIN, CTRA, ICBP, INAF, JPFA, LINK, NIKL, PGAS, PTBA, PWON, RALS, SMGR, TOPS, TPIA dan WIKA. Artinya 20 saham tersebut memenuhi kriteria dan dapat dipertimbangkan untuk masuk dalam perhitungan portofolio optimal karena dapat memberikan *return* yang optimal bagi investor.

Selain itu, terdapat 47 saham yang memiliki *expected return* negatif. Artinya saham-saham tersebut memenuhi kriteria dan dapat dipertimbangkan untuk masuk dalam perhitungan portofolio optimal karena dapat memberikan *return* yang optimal bagi investor.

Sebanyak 20 saham yang *expected return* bernilai positif, saham CPIN memiliki nilai *expected return* tertinggi dengan nilai 0.0039 atau 0.39% dan risiko sebesar 0.0103 atau 1.03%. Sedangkan saham LINK memiliki nilai *expected return* terendah nilai 0.0002 atau 0.02% dan risiko sebesar 0.058 atau 0.58%. Risiko saham berbanding lurus dengan besarnya nilai *expected return* yang akan diterima investor. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar *expected return* yang akan diterima oleh investor, maka semakin besar pula risiko yang harus diterima ketika berinvestasi pada saham tersebut.

Menghitung Bobot Saham JII70 Prediksi dengan Metode MVEP

Metode *MVEP* yang digunakan untuk menghitung bobot diperlukan matriks kovarian dan matriks korelasi. Saham yang dijadikan acuan dalam tahap ini adalah hanya saham yang memiliki *expected return* positif, artinya hanya terdapat 20 saham. *Software R Studio* digunakan untuk membantu perhitungan matriks kovarian dan matriks korelasi. Hasil perhitungan disajikan pada TABEL 1 dan TABEL 2.

TABEL 1. Hasil perhitungan kovarian antar *return* prediksi saham portofolio *markowitz*

	ACES	AGII	ANTM	ASII	...	WIKA
ACES	0.0057	0.0004	0.0001	0.0001	...	0
AGII	0.0004	0.0069	-0.0008	0.0001	...	0.0005
ANTM	0.0001	-0.0008	0.0073	-0.0001	...	-0.0007
ASII	0.0001	0.0001	-0.0001	0.0035	...	0.0003
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
WIKA	0	0.0005	-0.0007	0.0003	...	0.0088

TABEL 1 menerangkan nilai kovarian antar *return* saham. Berdasarkan TABEL 1, kovarian yang bernilai positif diartikan bahwa gabungan antar dua buah saham tersebut bergerak ke arah yang sama. Nilai kovarian negatif menandakan dua saham tersebut bergerak secara berlawanan, dalam artian apabila suatu saham mengalami kenaikan *return*, maka satu saham lainnya akan mengalami penurunan *return*.

Besar kecilnya nilai korelasi dapat berpengaruh terhadap risiko portofolio yang dibuat. Metode *Markowitz* menunjukkan apabila aset-aset keuangan dalam satu portofolio memiliki korelasi *return* yang lebih kecil dari +1, maka risiko portofolio secara keseluruhan dapat diturunkan (Sartono dan Andika, 2006).

TABEL 2. Hasil perhitungan korelasi antar *return* prediksi saham portofolio *markowitz*

	ACES	AGII	ANTM	ASII	...	WIKA
ACES	1	0.0682	0.0094	0.0271	...	-0.0023
AGII	0.0682	1	-0.1140	0.0155	...	0.0634
ANTM	0.0094	-0.1140	1	-0.0215	...	-0.092
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
WIKA	-0.0023	0.0634	-0.092	0.0536	...	1

Metode MVEP yang digunakan dalam menghitung bobot portofolio, dibutuhkan invers dari matriks *variance-covariance* dari data *return* saham yang pembentuk portofolio optimal. Nilai kovarian pada TABEL 1 dapat ditulis dalam notasi invers matriks dihitung dengan bantuan software R Studio sebagai berikut:

$$\Sigma^{-1} = \begin{bmatrix} -18965.3304 & -883.5293 & -28.9469 & \dots & 144.7125 \\ -883.5293 & 15399.9034 & 1765.7443 & \dots & -661.8176 \\ -28.9469 & 1765.7443 & 15009.8060 & \dots & 1459.2075 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 144.7125 & -661.8176 & 1459.2075 & \dots & 12149.1217 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Matriks *variance-covariance* yang telah didapatkan, tahapan berikutnya akan dihitung bobot masing-masing saham pada portofolio dengan menyubstitusikan persamaan (3) ke dalam persamaan (4) yaitu:

$$w = \frac{\Sigma^{-1} \mathbf{1}_N}{\mathbf{1}_N^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_N} \quad (4)$$

dengan Σ^{-1} adalah *invers* varian-kovarian (Maruddani, 2012), dengan demikian menggunakan *software R studio* diperoleh bobot saham-saham yang akan membentuk portofolio. Bobot portofolio tersaji pada TABEL 3.

TABEL 3. Bobot portofolio *markowitz* prediksi saham JII70

No.	Saham	Bobot Saham (w_i)	No.	Saham	Bobot Saham (w_i)
1	ACES	0.0589	11	LINK	0.1155
2	AGII	0.0501	12	NIKL	0.0069
3	ANTM	0.0462	13	PGAS	0.0272
4	ASII	0.081	14	PTBA	0.0598
5	BTEK	0.0119	15	PWON	0.0661
6	CPIN	0.0464	16	RALS	0.0225
7	CTRA	0.0415	17	SMGR	0.0622
8	ICBP	0.1396	18	TOPS	0.0518
9	INAF	0.0053	19	TPIA	0.046
10	JPFA	0.0327	20	WIKA	0.0281

TABEL 3 di atas menerangkan saham ICBP.JK (Indofood CBP Sukses Makmur Tbk) adalah aset yang memiliki bobot terbesar, sedangkan saham INAF.JK (Indofarma (Persero) Tbk) merupakan aset yang memiliki bobot paling kecil.

Value at Risk pada Portofolio Optimal

Penelitian yang dilakukan oleh Akhtekhane dan Mohammadi (2012) menerangkan hasil perhitungan menggunakan metode historis lebih bagus dari metode yang lain karena dalam metode ini mengandung efek jangka waktu yang didapat dari VaR. Dari hasil perhitungan bobot saham *Jakarta Islamic Index 70* pada data hasil prediksi, terdapat 20 yang masuk dalam portofolio optimal, terdapat pada TABEL 4.

TABEL 4. Portofolio Optimal

ACES	AGII	ANTM	ASII
BTEK	CPIN	CTRA	ICBP
INAF	JPFA	LINK	NIKL
PGAS	PTBA	PWON	RALS
SMGR	TOPS	TPIA	WIKA

Saham-saham tersebut dapat menjadi pilihan bagi investor untuk menanam modal mulai berinvestasi. Nilai *Value at Risk* portofolio dihitung menggunakan simulasi historis. Persamaan untuk menghitung *VaR* adalah:

$$VaR = -(S_0 \cdot w, \alpha \cdot \sqrt{hp}) \quad (5)$$

Dimisalkan modal (S_0) yang akan ditanamkan sebesar Rp. 100.000.000,00 estimasi kerugian maksimum dengan bantuan *software R Studio* pada tingkat kepercayaan 95% nilai *Value at Risk* yang diperoleh selama periode 1 tahun (hp) atau 257 hari sebesar Rp. 2.910.410,00 Hasil perhitungan nilai *VaR* pada portofolio tersebut merupakan kerugian maksimum yang didapatkan seorang investor ketika akan berinvestasi pada portofolio yang telah dibentuk, selama periode 1 tahun.

KESIMPULAN

Hasil data prediksi pergerakan saham harian dengan metode simulasi monte carlo pada saham *Jakarta Islamic Index 70* tahun 2019 memiliki perbedaan dengan data real saham harian di *Jakarta Islamic Index 70* tahun 2019, terlihat pada GAMBAR 4. Harga penutup pada data real cenderung lebih besar dibandingkan harga penutup pada hasil prediksi, tetapi saat harga pada data real mengalami peningkatan, harga.

Hasil dari data prediksi saham-saham yang terdaftar pada *Jakarta Islamic Index 70* tahun 2019, setelah dihitung dengan model markowitz terdapat 20 saham yang menghasilkan return optimal yaitu ACES, AGII, ANTM, ASII, BTEK, CPIN, CTRA, ICBP, INAF, JPFA, LINK, NIKL, PGAS, PTBA, PWON, RALS, SMGR, TOPS, TPIA dan WIKA.

Risiko atau kerugian maksimal yang diperoleh investor jika menanam modal sebesar Rp.100.000.000,00 pada 20 saham yang masuk pada portofolio optimal, diperoleh risiko maksimal Rp. 2.910.410,00 selama 1 tahun.

REFERENSI

- Afriana, T, Tarno, S, 2017, 'Analisis Pembentukan Portofolio pada Perusahaan yang Terdaftar di LQ45 dengan Pendekatan Metode Markowitz Menggunakan Gui Matlab', *Jurnal Gaussian*, 6(2), 251260.
- Akhtekhane, S & Mohammadi, P, 2012, 'Measuring Exchange Rate Fluctuations Risk Using the Value-at-Risk', *Journal of Applied Banking*, hh. 65-79.
- Booth, L. dan Cleary, W.S, 2010. 'Introduction to Corporate Finance', *John Wiley and Sons*, Canada.
- Eraker, B., Johannes, M., & Polson, N, 2003, 'The Impact of Jumps in Volatility and Returns', *Journal of Finance*, 58(3), 12691300. <https://doi.org/10.1111/1540-6261.00566>.

- Ghozali, I, 2007. *Manajemen Risiko Perbankan*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Glasserman, P, 2004, *Monte Carlo Method in Financial Engineering*, Springer: New York.
- Jorion, P, H 2002, *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*, 2nd edn, New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Kakiay, Thomas J, 2004. *Pengantar Sitem Simulasi*. Andi: Yogyakarta.
- Lusiana, Martha, S., & Rizki, S. W, 2018, 'Simulasi Pergerakan Harga Saham Menggunakan Pendekatan Metode Monte Carlo', *Buletin Ilmiah Math.Stat Dan Terapannya (Bimaster)*, 07(2), 119126.
- Maruddani, D. A. I., & Purbowati, A, 2012, 'Pengukuran Value at Risk Pada Aset Tunggal Dan Portofolio Dengan Simulasi Monte Carlo', *Media Statistika*, 2(2), 93104. <https://doi.org/10.14710/medstat.2.2.93-104>.
- Putri, L. H. T. W., Dharmawan, K., & Sumarjaya, I. W, 2018, 'Penentuan Harga Jual Opsi Barrier Tipe Eropa Dengan Metode Antithetic Variate Pada Simulasi Monte Carlo', *E-Jurnal Matematika*, 7(2), 71. <https://doi.org/10.24843/mtk.2018.v07.i02.p187>
- Putri, L. H. T. W., Dharmawan, K., & Sumarjaya, I. W, 2018, 'Penentuan Harga Jual Opsi Barrier Tipe Eropa Dengan Metode Antithetic Variate Pada Simulasi Monte Carlo', *E-Jurnal Matematika*, 7(2), 71. <https://doi.org/10.24843/mtk.2018.v07.i02.p187>
- Ruppert, D, 2004. *Statistics and Finance An Introduction*, Springer: New York.
- Saful., Mulyadi., Mardin, F. & Husnawati, 2013, 'Analisis Risiko Finansial dengan Metode Simulasi Monte Carlo', *Prosiding Fakultas Teknik*, Universitas Hasanuddin.
- Sartono, R. A., & Setiawan, A. A, 2006, 'VAR Portfolio Optimal: Perbandingan Antara Metode Markowitz dan Mean Absolute Deviation', *Jurnal Siasat Bisnis*, 11(1), hh. 37–50. <https://doi.org/10.20885/jsb.vol11.iss1.art3>
- Shadabfar, M., & Cheng, L, 2020, 'Probabilistic approach for optimal portfolio selection using a hybrid Monte Carlo simulation and Markowitz model', *Alexandria Engineering Journal*, 59(5), hh. 3381–3393. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.05.006>