

ANALISIS PORTOFOLIO OPTIMUM MENGGUNAKAN METODE SIMULASI MONTE CARLO PADA SEPULUH SAHAM LQ45 TERBAIK DI INDONESIA

Herlisa¹⁾

¹⁾Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

E-mail: herlisaica715@gmail.com

Arman^{1,a)}, La Ode Saidi^{2,b)}, La Gubu^{1,c)}, Ruslan^{1,d)} dan Jufra^{1,e)}

¹⁾Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

²⁾Program Studi Ilmu Komputer, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

E-mail: ^{a)}arman.mtmk@uho.ac.id, ^{b)}saidi.laode@uho.ac.id, ^{c)}lagubu2014@gmail.com, rushlan@gmail.com
^{e)}jufralect@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil analisis risiko dan penerapan portofolio optimum menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo pada sepuluh saham LQ45 terbaik di Indonesia. Objek pada penelitian ini adalah sepuluh saham LQ45 periode Februari-Juli 2021. Peneliti tertarik mengambil penelitian ini karena ingin mengembangkan kembali penelitian sebelumnya dan menyelesaikan permasalahan yang ada misalnya investor kesulitan dalam memilih portofolio optimum yang nantinya akan dilakukan investasi dan meminimalisir risiko yang ada.

Hasil penelitian menunjukkan dari penerapan portofolio optimum menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo pada sepuluh saham LQ45 terbaik di Indonesia pada periode Februari-Juli 2021 terletak pada saham UNVR sebesar 90%, saham BCA sebesar 77,99%, saham JSMR sebesar 32,53%, saham PGAS sebesar 30,77%, saham BRI sebesar 28,62%, dan saham ASII sebesar 10,29%. Hasil analisis menunjukkan dari sepuluh saham ada 6 saham yang dijadikan sebagai portofolio optimum dan ada 4 saham dengan bobot portofolio yang lebih rendah adalah saham BNI sebesar 10,07%, saham ACES sebesar 7,69%, saham MDKA sebesar 2,01%, dan saham ANTM sebesar 1,03%. Hal ini disebabkan adanya efek diversifikasi antara saham sehingga dapat menurunkan risiko. Efek diversifikasi akan semakin bernilai besar jika korelasi antara saham rendah.

Kata Kunci: Portofolio Optimum, Simulasi Monte Carlo, Saham LQ45.

ABSTRACT

This study aims to determine the results of risk analysis and optimal portfolio implementation using the Monte Carlo Simulation Method on the ten best LQ45 stocks in Indonesia. The object of this study are ten LQ45 stocks for the period February-July 2021. Researchers are interested in taking this research because they want to develop previous research and solve existing problems, for example investors have difficulty choosing the optimal portfolio in which to invest later and minimize existing risks.

The results show that the optimum portfolio implementation using the Monte Carlo Simulation Method for the ten best LQ45 stocks in Indonesia in the February-July 2021 period lies in UNVR shares of 90%, BCA shares of 77,99%, JSMR shares of 32,53%, PGAS shares of 30,77%, BRI shares of 28,62%, and ASII shares of 10,29%. The results of the analysis show that of the ten stocks, there are 4 stocks with lower portfolio weights, namely BNI shares 10,07%, ACES shares of 7,69%, MDKA shares of 2,01%, and ANTM shares of 1,03%. This is due to the diversification effect between stocks so as to reduce risk. The diversification effect will be of greater value if the correlation between stocks is low.

Keywords: Portfolio Optimum, Monte Carlo Simulation, LQ45 Stocks.

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi, masyarakat dihadapkan kepada realitas dunia yang canggih, tak terkecuali di dalamnya masalah ekonomi dan keuangan. Dalam

bidang keuangan berupa investasi yang dimiliki oleh institusi atau perusahaan. Investasi tersebut dapat berupa deposito, emas, tanah, obligasi, saham, dan lain-lain.

Pasar modal merupakan sarana perusahaan

untuk meningkatkan kebutuhan jangka panjang dengan menjual saham atau mengeluarkan obligasi, selain itu pasar modal merupakan salah satu alternatif bagi perusahaan untuk menghimpun dana dari investor. Dalam melakukan investasi, *return* menjadi salah satu motivasi investor, yaitu imbal hasil yang diterima atas keberanian dalam menghadapi risiko investasi. Perubahan *return* merupakan fenomena wajar yang selalu terjadi di setiap saham dan di setiap periode. Terdapat indeks yang diminati oleh banyak investor, salah satunya LQ45 yang terdiri dari 45 saham pilihan teraktif yang diperjualbelikan di Bursa Efek Indonesia berdasarkan likuiditas dan kapitalisasi pasar yang tinggi.

Saham LQ45 merupakan saham yang diminati oleh banyak investor. Hal ini bisa diperhatikan dari data frekuensi perdagangan. Frekuensi perdagangan menunjukkan berapa kali suatu saham diperjualbelikan pada periode tertentu. Pergerakan harga saham salah satunya diakibatkan adanya interaksi pasar. Dikatakan saham tersebut likuid jika frekuensi perdagangan sahamnya besar. Sedangkan, dikatakan saham tidak likuid atau tidak membuat investor tertarik jika frekuensi perdagangan sahamnya kecil. Oleh karena itu, frekuensi perdagangan menjadi perhatian investor untuk menentukan strategi investasi yang tepat.

Simulasi Monte Carlo merupakan simulasi probabilistik dimana suatu solusi dari suatu masalah diberikan berdasarkan proses randomisasi. Proses randomisasi ini melibatkan suatu distribusi probabilitas dari variabel data yang dikumpulkan berdasarkan data masa lalu maupun distribusi probabilitas teoritis. Pada penelitian ini Simulasi Monte Carlo berdasarkan data historis yang digunakan Analisis Portofolio Optimum Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo Pada Sepuluh Saham LQ45 Terbaik di Indonesia.

Pada bagian dua membahas tentang matriks, variabel random, distribusi normal, distribusi normal multivariat, uji Kolmogorov-smirnov untuk kenormalan, saham, investasi, *return*, risiko, portofolio, diversifikasi, metode simulasi monte carlo, dan *mean variance efficient portfolio*. Pada bagian tiga dijelaskan mengenai metode penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini. Pada bagian empat menjelaskan tentang hasil penelitian dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan. Pada bagian lima membahas tentang kesimpulan dan saran.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai dari bulan September sampai dengan Desember 2022. Penelitian ini berlokasi di Laboratorium Komputasi Matematika,

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo.

2.2. Sumber data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yakni data harga penutupan (*closing price*) saham harian dari sepuluh saham LQ45 terbaik di Indonesia, yaitu Bank Central Asia (BCA), Bank Negara Indonesia (BNI), Bank Rakyat Indonesia (BRI), PT. Aneka Tambang (ANTM), PT. Astra International (ASII), PT. Merdeka Copper Gold (MDKA), PT. Unilever Indonesia (UNVR), Jasa Marga (Persero) Tbk (JSMR), PT. Ace Hardware Indonesia Tbk (ACES), dan Pertamina Gas Negara (PGAS) yang diperoleh dari Bursa Efek Indonesia (BEI) dalam enam bulan perdagangan, periode Februari sampai dengan Juli 2021. Data saham tersebut dapat diakses di www.yahoofinance.com.

2.3 Alat/Instrumen Penelitian

Alat/instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat komputer dengan sistem operasi Microsoft Word 2010, Microsoft Excel, Mendeley, Matlab dan SPSS.

2.4 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data historis dari harga penutupan (*closing price*) saham harian BCA, BNI, BRI, ANTM, ASII, MDKA, UNVR, JSMR, ACES, dan PGAS dari periode Februari 2021 sampai dengan Juli 2021 di Bursa Efek Indonesia (BEI).
2. Menguji normalitas *return* saham dari data historis.
3. Menentukan nilai parameter untuk variabel-variabel dari data historis *return* diasumsikan mengikuti distribusi normal sehingga parameter yang dibutuhkan diantaranya *mean return* dan variansi. Dengan menentukan nilai korelasi antar variabel untuk mengetahui ada atau tidaknya efek diversifikasi.
4. Melakukan Simulasi Monte Carlo dengan membangkitkan secara acak *return* portofolio dengan parameter *mean return* dan standar deviasi.
5. Membentuk bobot atau proporsi dengan menggunakan Persamaan (25).
6. Menarik kesimpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Deskripsi Data

Data yang digunakan adalah data historis saham dari harga penutupan saham (*closing price*)

saham harian sepuluh saham LQ45 terbaik di Indonesia yang diperoleh dari situs www.yahoofinance.com, yaitu BCA, BNI, BRI, ANTM, ASII, MDKA, UNVR, JSMR, ACES dan PGAS selama enam bulan perdagangan di Bursa Efek Indonesia (BEI) yaitu mulai 1 Februari sampai dengan 30 Juli 2021.

Dari sepuluh saham tersebut dihitung tingkat keuntungan (*return*) harian menggunakan Persamaan (14). Tingkat keuntungan ini sangat penting karena sebagai dasar bagi analisis portofolio optimum menggunakan metode Simulasi Monte Carlo berdasarkan data historis saham.

3.2. Menentukan Return Saham Dari Data Historis

Data saham dari data historis yang dihitung nilai *return* dengan menggunakan Persamaan (14), diperoleh nilai *return* dari masing-masing BCA, BNI, BRI, ANTM, ASII, MDKA, UNVR, JSMR, ACES dan PGAS.

3.3 Uji Normalitas Data Return Saham LQ45

e. Perhitungan

Tabel 3.1 Output SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov Saham BCA

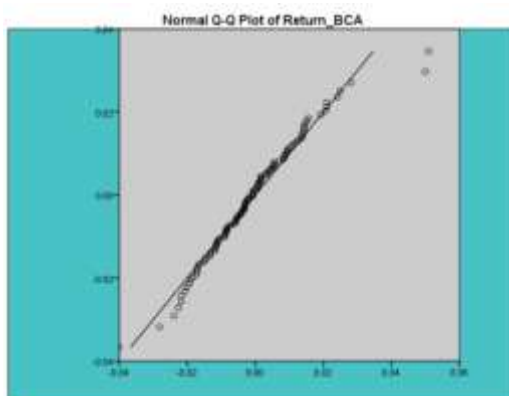
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		Return_BCA	
N		120	
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-.0010133	
	Std. Deviation	.01390580	
Most Extreme Differences	Absolute	.082	
	Positive	.082	
	Negative	-.035	
Test Statistic		.082	
Asymp. Sig. (2-tailed)		.044 ^c	
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.	.367 ^d	
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.355
		Upper Bound	.380

f. Keputusan

Dari hasil perhitungan uji Kolmogorov-Smirnov yang terlihat dari *output* SPSS bahwa pada *return* saham BCA diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,044, karena *p-value* > 0,05 maka H_0 diterima.

g. Kesimpulan

Data *return* saham BCA mengikuti distribusi normal.



Sebelum melakukan perhitungan portofolio optimum, terlebih dahulu yang dilakukan adalah melakukan uji asumsi kenormalan dan *return* saham BCA, BNI, BRI, ANTM, ASII, MDKA, UNVR, JSMR, ACES dan PGAS. Untuk mengetahui apakah benar data *return* saham tersebut mengikuti distribusi normal multivariat. Uji dapat dilakukan dengan memanfaatkan plot kuantil-kuantil. Plot kuantil-kuantil yang digunakan dalam kasus univariat adalah kuantil normal.

1. Uji Normalitas Saham Bank Central Asia (BCA)

a. Hipotesis

H_0 : data *return* saham BCA mengikuti distribusi normal

H_1 : data *return* saham BCA tidak mengikuti distribusi normal

b. Statistik Uji

$$D = \sup_X |F^*(X) - S(X)|$$

c. Tingkat Signifikansi $\alpha = 5\%$

d. Kriteria Uji

H_0 ditolak jika *p-value* < α

Gambar 3.1 Plot Uji Normalitas Saham BCA

3.4. Perhitungan Portofolio Optimum Saham LQ45 Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo

3.4.1 Menentukan Nilai Parameter

Dengan menggunakan Persamaan (14), (15), dan (16) maka dapat diperoleh nilai *mean return* (\bar{R}_t), variansi (S^2), dan standar deviasi (S) dari masing-masing saham LQ45 diatas adalah pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan *Mean*, Variansi, dan Standar Deviasi

Saham	\bar{R}_t	S^2	S
BCA	-0.0092	0.0084	0.0918
BNI	-0.0097	0.0086	0.0929
BRI	-0.0095	0.0085	0.0925
ANTM	-0.0079	0.0094	0.0971
ASII	-0.0101	0.0085	0.0924
MDKA	-0.0073	0.0091	0.0956
UNVR	-0.0123	0.0085	0.0922
JSMR	-0.0093	0.0086	0.0930
ACES	-0.0096	0.0086	0.0932
PGAS	-0.0112	0.0087	0.0937

Matriks variansi kovariansi dibutuhkan dalam mencari proporsi saham (w) yang optimal. Dengan menggunakan Persamaan (7), diperoleh matriks variansi-kovariansi dari *return* saham BCA, BNI, BRI, ANTM, ASII, MDKA, UNVR, JSMR, ACES dan PGAS adalah sebagai berikut:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 0,008369 & 0,008308 & 0,008282 & 0,008309 & 0,008247 & 0,008278 & 0,008259 & 0,008240 & 0,008241 & 0,008171 \\ 0,008308 & 0,008565 & 0,008354 & 0,008385 & 0,008275 & 0,008326 & 0,008239 & 0,008229 & 0,008222 & 0,008201 \\ 0,008282 & 0,008354 & 0,008494 & 0,008298 & 0,008300 & 0,008266 & 0,008297 & 0,008219 & 0,008182 & 0,008211 \\ 0,008309 & 0,008385 & 0,008298 & 0,008493 & 0,008296 & 0,008315 & 0,008276 & 0,008221 & 0,008291 & 0,008172 \\ 0,008247 & 0,008275 & 0,008300 & 0,008296 & 0,009362 & 0,008286 & 0,008691 & 0,008260 & 0,008267 & 0,008167 \\ 0,008278 & 0,008326 & 0,008266 & 0,008315 & 0,008286 & 0,008468 & 0,008246 & 0,008279 & 0,008244 & 0,008212 \\ 0,008259 & 0,008239 & 0,008297 & 0,008276 & 0,008691 & 0,008246 & 0,009080 & 0,008158 & 0,008269 & 0,008192 \\ 0,008240 & 0,008229 & 0,008219 & 0,008221 & 0,008260 & 0,008279 & 0,008158 & 0,008514 & 0,008252 & 0,008204 \\ 0,008241 & 0,008222 & 0,008182 & 0,008291 & 0,008267 & 0,008244 & 0,008269 & 0,008252 & 0,008787 & 0,008170 \\ 0,008171 & 0,008201 & 0,008211 & 0,008172 & 0,008167 & 0,008212 & 0,008192 & 0,008204 & 0,008170 & 0,008437 \end{bmatrix}$$

3.4.2 Menentukan Nilai Korelasi

Korelasi menunjukkan besarnya hubungan pergerakan antara aset. Dalam penelitian ini korelasi yang dimaksud adalah korelasi yang menunjukkan hubungan tingkat keuntungan antara perusahaan yang dicerminkan pada harga penutupan saham. Korelasi yang terbentuk dari penggabungan saham BCA, BNI, BRI, ANTM, ASII, MDKA, UNVR, JSMR, ACES dan PGAS.

Tabel 3.3 Korelasi antara *Return* Saham

Saham	BCA	BNI	BRI	ANTM	ASII	MDKA	UNVR	JSMR	ACES	PGAS
BCA	1	0,981	0,982	0,931	0,983	0,947	0,972	0,973	0,968	0,965
BNI	0,981	1	0,979	0,924	0,977	0,934	0,964	0,966	0,957	0,966
BRI	0,982	0,979	1	0,930	0,974	0,944	0,969	0,967	0,954	0,960
ANTM	0,931	0,924	0,930	1	0,930	0,942	0,918	0,933	0,919	0,935
ASII	0,983	0,977	0,974	0,930	1	0,940	0,971	0,973	0,962	0,964
MDKA	0,947	0,934	0,944	0,942	0,940	1	0,935	0,944	0,931	0,927
UNVR	0,972	0,964	0,969	0,918	0,971	0,935	1	0,959	0,955	0,956
JSMR	0,973	0,966	0,967	0,933	0,973	0,944	0,959	1	0,952	0,960

ACES	0,968	0,957	0,954	0,919	0,962	0,931	0,955	0,952	1	0,954
PGAS	0,965	0,966	0,960	0,935	0,964	0,972	0,956	0,960	0,954	1

Pada Tabel 3.3 di atas, terlihat bahwa korelasi antara sepuluh *return* saham bernilai diatas 0,5, salah satunya yaitu korelasi saham ASII dan BCA dan saham yang terendah yaitu korelasi antara saham ANTM dan UNVR. Hal ini menunjukkan kecenderungan kenaikan atau penurunan tingkat keuntungan antara *return* saham memiliki hubungan yang kuat atau signifikan.

3.5. Membentuk Bobot atau Proporsi Portofolio

Bobot atau proporsi yang diberikan untuk masing-masing saham pada setiap portofolio dihitung dengan menggunakan metode *Mean Variance Efficient Portfolio* (MVEP). Perhitungan bobot portofolio yang terdiri dari sepuluh saham adalah sebagai berikut:

$$\Sigma^{-1} = \begin{bmatrix} 7,0535 & -1,0343 & -1,8506 & 1,1743 & -1,6692 & -0,3896 & -0,3826 & -0,5379 & -1,0377 & -0,2928 \\ -1,2551 & 4,5520 & -1,5886 & 0,1461 & -0,9940 & -0,1359 & 0,0930 & -0,1098 & -0,1106 & -0,8733 \\ -1,7901 & -1,7218 & 4,7316 & -0,2277 & -0,0370 & -0,2948 & -0,8782 & -0,3022 & 0,2985 & 0,2338 \\ 0,1248 & -0,1425 & -0,1750 & 1,2853 & -0,1428 & -0,6527 & 0,1437 & -0,1527 & -0,0314 & -0,5413 \\ 1,6378 & -1,0502 & -0,0169 & -0,1499 & 5,1159 & 0,1212 & -0,8547 & -1,0614 & -0,3322 & -0,1296 \\ -0,3695 & -0,1365 & -0,3173 & -0,6503 & 0,1217 & 1,5954 & -0,2007 & -0,3875 & -0,1929 & 0,2654 \\ -0,4114 & 0,0874 & -0,8394 & -0,1486 & -0,8460 & -0,2053 & 2,8698 & -0,0606 & -0,3273 & -0,3776 \\ -0,5667 & -0,1318 & -0,2551 & -0,1544 & -1,0545 & -0,3897 & -0,0663 & 3,0540 & 0,0189 & -0,4403 \\ -1,0649 & -0,1562 & 0,3500 & -0,0412 & -0,3251 & -0,1916 & -0,3384 & 0,0128 & 2,1830 & -0,4096 \\ -0,0495 & -0,8276 & -0,0272 & -0,5303 & -0,1648 & 0,2720 & -0,3473 & -0,4408 & -0,4495 & 2,5686 \end{bmatrix}$$

$$1_{10}^T = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$$

$$w = \begin{bmatrix} 0,7799 \\ 0,1007 \\ 0,2862 \\ 0,0103 \\ 0,1029 \\ 0,0201 \\ 0,9000 \\ 0,3253 \\ 0,0769 \\ 0,3077 \end{bmatrix}$$

- w_1 = bobot/proporsi saham BCA
- w_2 = bobot/proporsi saham BNI
- w_3 = bobot/proporsi saham BRI
- w_4 = bobot/proporsi saham ANTM
- w_5 = bobot/proporsi saham ASII
- w_6 = bobot/proporsi saham MDKA
- w_7 = bobot/proporsi saham UNVR
- w_8 = bobot/proporsi saham JSMR
- w_9 = bobot/proporsi saham ACES
- w_{10} = bobot/proporsi saham PGAS

saham BCA, 10,07% untuk saham BNI, 28,62% untuk saham BRI, 1,03% untuk saham ANTM, 10,29% untuk saham ASII, 2,01% untuk saham MDKA, 90% untuk saham UNVR, 32,53% untuk saham JSMR, 7,69% untuk saham ACES, dan 30,77% untuk saham PGAS.

4. Penutup

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis risiko portofolio optimum menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo dari sepuluh saham yang paling optimum dengan bobot portofolio, terlihat nilai bobot portofolio yang paling optimum saham UNVR, saham BCA, saham JSMR, saham PGAS, saham BRI dan saham ASII, dan saham yang lebih rendah ada 4 saham adalah

- saham BNI, saham ACES, saham MDKA, dan saham ANTM, karena selain dapat meminimalkan risiko juga dapat memaksimalkan *return*.
2. Dari penerapan portofolio optimum menggunakan Metode Simulai Monte Carlo pada sepuluh saham LQ45 terbaik di Indonesia pada periode Februari-Juli 2021 terletak pada saham UNVR sebesar 90%, saham BCA sebesar 77,99%, saham JSMR sebesar 32,53%, saham PGAS sebesar 30,77%, saham BRI sebesar 28,62% dan saham ASII sebesar 10,29%. Hasil analisis yang menunjukkan dari sepuluh saham ada 6 saham yang dijadikan sebagai portofolio optimum dan ada 4 saham bobot portofolio yang lebih rendah adalah saham BNI sebesar 10,07%, saham ACES sebesar 7,69%, saham MDKA sebesar 2,01% dan saham ANTM sebesar 1,03%. Hal ini disebabkan adanya efek diversifikasi antara saham sehingga dapat menurunkan risiko. Efek diversifikasi akan semakin bernilai besar jika korelasi antara saham rendah.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka penulis memberikan saran:

1. Bagi para investor untuk memahami portofolio optimum sehingga diharapkan dapat melakukan yang terbaik bagi portofolionya agar dapat memperkecil kerugian.
2. Melanjutkan pembahasan tentang portofolio saham yang optimum dengan menggunakan metode lain seperti metode Indeks Tunggal dan metode Markowitz.

Ucapan Terimakasih. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada dosen pembimbing yang telah membantu, mengarahkan, dan memberikan bimbingannya selama penulisan tugas akhir ini serta kepada segenap civitas akademika lingkup Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam maupun lingkup Universitas Halu Oleo.

Daftar Pustaka

- [1] B. M. Oktaviani, dan A. Wijayanto. 2015. Aplikasi Single Index Model Dalam Pembentukan Portofolio Optimal Saham LQ45 dan Jakarta Islamic Index. *Management Analysis Journal*, 4(1), 189–202.
- [2] C. P. Cahyani, Y. T., Permadhy, dan A. Aziz. 2021. Analisis Return Saham LQ45 di Bursa Efek Indonesia. *Prosiding konferensi Riset Nasional Ekonomi, Manajemen, dan Akuntansi*, 2, 349–361.
- [3] D. A. I. Maruddani, dan A. Purbowati. 2009. Pengukuran Value at Risk Pada Aset Tunggal dan Portofolio Dengan Simulasi Monte Carlo. *Media Statistika*, 2(2), 93–104.
- [4] E. M. S. Rochman, dan A. Djunaidy. 2014. Prediksi Harga Saham Yang Mempertimbangkan Faktor Eksternal Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. *Jurnal Ilmiah NERO*, 1(2), 5–11.
- [5] H. Anton, and C. Rorres. 2013. *Elementary Linear Algebra*. Eleven Edition. Inggris: Wiley.
- [6] H. D. Hutahaean. 2018. Analisa Simulasi Monte Carlo Untuk Memprediksi Tingkat Kehadiran Mahasiswa Dalam Perkuliahan. *Journal of Informatic Pelita Nusantara*, 3(1), 41–45.
- [7] I. G. R. R. Margana, dan L. G. S. Artini. 2017. Pembentukan Portofolio Optimal Menggunakan Model Indeks Tunggal. *E-Jurnal Manajemen Unud*, 6(2), 748–771.
- [8] J. Hartono. 2017. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi Edisi Kesebelas*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- [9] L. J. Bain, and M. Engelhardt. 1992. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics*. Second Edition. California: Duxbury.
- [10] M. I. Adnyana. 2020. *Manajemen Investasi dan Portofolio*. Jakarta : LPU-UNAS.
- [11] R. A. Johnson, and D. W. Wichern. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Fifth Edition. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- [12] R. Y. Rubinstein. 1981. *Simulation and the Monte Carlo Method*. New York: Wiley and Sons.
- [13] S. Lestari, dan A. Sudaryono. 2008. Pengaruh Stock Split : Analisis Likuiditas Saham Pada Perusahaan Go Public di Bursa Efek Indonesia Dengan Memperhatikan Pertumbuhan dan Ukuran Perusahaan. *Jurnal Bisnis dan Akuntansi*, 10(3), 139–148.
- [14] W. J. Conover. 2000. *Practical Nonparametric Statistic*. Third Edition. New York: John Wiley and Son.
- [15] Y. Saepudin, H. Yasin, dan R. Santoso. 2017. Analisis Risiko Investasi Saham Tunggal Syariah Dengan Value at Risk (VaR) dan Expected Shortfall (ES). *Jurnal Gaussian*, 6(2), 271–280.