

Simulasi *Monte Carlo* dan Penerapannya dalam Menentukan Probabilitas Pergerakan Saham Indeks LQ-45

Vira Anastasia¹, Muhammad Subhan²

^{1,2}.Prodi Matematika,Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang (UNP)

Article Info

Article history:

Received October 07, 2022

Revised November 05, 2022

Accepted December 15, 2022

Keywords:

Investment

LQ-45 Index

Stock Movement

Monte Carlo Simulation

Kata Kunci:

Investasi

Indeks LQ-45

Pergerakan Saham

Simulasi Monte Carlo

ABSTRACT

The problem for investors when investing is determine stocks that have the opportunity to move up that they get maximum profits in the future. The purpose of this study is to determine the opportunities for movement of the LQ-45 index stock. This study uses data on closing prices for daily stocks listed the LQ-45 index in the period February 2021-January 2022. To find out the opportunities for stock movements, a *monte carlo* simulation is used which based on the stock price movement model, the stock price movement model is influenced by the latest stock price and *brown geometry* motion 100 times and 10000 times simulation for 10 days of stock trading. Based on the results of the simulation analysis, the average share price was Rp. 916 - Rp. 23000, the value of forecasting accuracy namely very good forecasting accuracy with an average error of less than 10%. Companies that have increased opportunities for 10 trading days in February 2022 are CPIN.JK, INCO.JK, INKP.JK, and TBIG.JK.

ABSTRAK

Permasalahan bagi investor saat berinvestasi adalah menentukan saham yang memiliki peluang pergerakan yang naik sehingga mendapatkan keuntungan yang maksimal di masa depan. Tujuan penelitian ini mengetahui probabilitas pergerakan saham indeks LQ-45. Penelitian ini menggunakan data harga saham penutupan harian yang terdaftar pada indeks LQ-45 periode Februari 2021-Januari 2022. Untuk mengetahui peluang pergerakan saham digunakan simulasi *monte carlo* yang berdasarkan model pergerakan harga saham, model pergerakan harga saham dipengaruhi oleh harga terakhir saham dan gerak *brown geometri* sebanyak 100 kali dan 10000 kali simulasi selama 10 hari perdagangan saham. Berdasarkan hasil analisis simulasi didapatkan rata-rata harga sahamnya adalah Rp. 916 – Rp.23000 dengan nilai akurasi peramalannya yaitu akurasi peramalan yang sangat baik dengan rata-rata kesalahan kecil dari 10%. Perusahaan yang memiliki peluang yang naik untuk 10 hari perdagangan di bulan Februari tahun 2022 adalah perusahaan CPIN.JK, INCO.JK, INKP.JK dan TBIG.JK.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis pertama/sesuai:

(Vira Anastasia)

Prodi Matematika,Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang, Jl.Prof.Dr. Hamka,Air Tawar barat,Padang Utara, Padang, 25171

Email: viraanastasia10@gmail.com

Padang,Sumatera Barat

1. PENDAHULUAN

Pasar keuangan atau investasi adalah sistem stokastik dan kompleks [1]. Investasi adalah penempatan sejumlah uang di sebuah perusahaan untuk memperoleh keuntungan di masa datang [2]. Orang yang berinvestasi dinamakan dengan investor. Saat melakukan investasi, investor harus mampu menyetarakan tingkat keuntungan dan risiko yang mungkin didapatkan berdasarkan pergerakan harga saham yang akan datang. Investor juga harus jeli dalam menentukan pergerakan saham dan menentukan saham apa saja yang sekiranya dapat memberi keuntungan yang baik di masa depan.

Saat melakukan investasi, investor sangat memperhatikan tingkat risiko dan keuntungan, namun tidak mengetahui tingkat keuntungan dan risiko yang didapatkan saat investasi [3]. Maka dari itu, penting bagi investor untuk mengetahui kemungkinan pergerakan saham tersebut secara ilmiah agar keputusan dalam berinvestasi dapat menghasilkan manfaat dan keuntungan yang produktif. Apabila investor tidak cermat dalam menentukan pergerakan saham, maka besar kemungkinan bagi investor untuk mengalami kerugian. Dengan adanya simulasi probabilitas pergerakan saham, maka dapat membantu investor dalam menentukan kebijakan dalam berinvestasi, investor dapat menentukan saham apa saja yang sekiranya akan memberikan keuntungan di masa depan.

Analisis yang digunakan untuk melihat peluang pergerakan saham di masa akan datang dapat dilakukan dengan analisis fundamental dan analisis teknikal [4]. Karena data harga saham bergerak fluktuatif dan mengikuti proses stokastik, maka perhitungan pergerakan harga saham juga dapat dilakukan dengan analisis pembangkit bilangan acak dan gerak *brown geometri*, sistem perhitungannya dinamakan simulasi *monte carlo* (*Monte Carlo Simulation*) [5].

Simulasi *monte carlo* akan menghasilkan solusi yang akan mendekati nilai sebenarnya dengan semakin banyaknya jumlah simulasi yang digunakan [6], *Monte Carlo* telah digunakan pada berbagai bidang diantaranya biokimia, biologi meteorologi, financial, desain komputer, transportasi, dan manajemen proyek [7]. Maka dari itu simulasi ini cocok digunakan untuk digunakan untuk menentukan probabilitas pergerakan harga saham di masa yang akan datang.

Penelitian ini menggunakan simulasi *monte carlo* dengan membangkitkan bilangan acak dari harga saham sebelumnya yang dilandaskan pada model harga saham. Model pergerakan harga saham untuk simulasi *monte carlo* ditentukan berdasarkan harga saham sebelumnya yang dikalikan dengan nilai eksponensial dari dua komponen gerak *brown geometri* yaitu nilai *drift* yang didapatkan dari nilai rata-rata *return* saham dan nilai variansinya, dan komponen yang kedua yaitu nilai standar deviasi yang dibangkitkan dengan nilai volatilitas harga saham tersebut.

Analisis uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov* dan alfa yang digunakan adalah 0.05. Nilai *return* dicari dengan menentukan logaritma natural dari perbandingan perubahan harga saham. Nilai volatilitas didapatkan dengan mencari akar dari kuadrat jumlah selisih antara nilai rata-rata *return* saham dengan data aktualnya. Selanjutnya yaitu mencari peluang pergerakan harga saham dengan simulasi *Monte Carlo*. Nilai kesalahan dalam melakukan simulasi akan peneliti cari dengan menggunakan MAPE yaitu dengan mencari perbandingan antara selisih harga yang sesungguhnya dan harga simulasi dengan jumlah observasi. Skala pengukuran hasil MAPE menurut persamaan yang terdapat pada [8] dicari berdasarkan perbandingan harga aktual dan harga simulasi yang didapatkan.



2. METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian terapan. Data yang digunakan adalah data primer yaitu data harga saham penutupan harian indeks LQ-45 selama Februari 2021- Januari 2022 yang terdaftar dalam Bursa Efek Indonesia. Dalam menentukan probabilitas pergerakan saham yang terdapat di indeks LQ-45, terdapat langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan penelitian. Maka teknik analisis untuk menyelesaikan masalah penelitian ini adalah:

1. Mempersiapkan dan menganalisis data harga saham yang akan digunakan.
2. Menentukan nilai *return* dan rata-rata *return* harga saham dengan mencari nilai logaritma natural dari perbandingan perubahan harga saham.
3. Menentukan uji normalitas nilai *return* saham dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* ($\alpha = 0,05$).
4. Menghitung nilai volatilitas harian masing-masing saham indeks LQ-45 periode Februari 2021 – Januari 2022 yang nilai *return* nya berdistribusi normal.
5. Menghitung simulasi harga saham indeks LQ-45 untuk 10 hari perdagangan dengan simulasi *monte carlo* untuk beberapa percobaan (Pada simulasi tersebut dipilih banyak percobaan yaitu $M = 100$ dan $M = 10000$).
6. Menghitung nilai akurasi dari simulasi yang dilakukan dengan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yaitu berdasarkan jumlah rata-rata selisih nilai aktual dan nilai simulasi yang didapatkan.
7. Menentukan peluang pergerakan saham indeks LQ-45 dengan simulasi *monte carlo*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Normalitas Nilai Return Saham

Uji normalitas nilai *return* saham menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, dengan hipotesisnya:

H_0 = Nilai *return* berdistribusi normal

H_1 = Nilai *return* tidak berdistribusi normal

Kesimpulan dari uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* yaitu:

Jika $p\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima

Hasil uji normalitas disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Analisis Uji Normalitas Return Harga Saham Penutupan

No.	Kode Perusahaan	Nilai $p\text{-value}$	Kesimpulan $\alpha = 0,05$
1	ACES.JK, ASIL.JK, BBRI.JK, BMRI.JK, CPIN.JK, INCO.JK, INKP.JK, INTP.JK, ITMG.JK, JSMR.JK, MIKA.JK, PTPP.JK, SMGR.JK, TBIG.JK, TPIA.JK, UNTR.JK	> 0.05	Nilai <i>return</i> berdistribusi normal
2	AKRA.JK, ANTM.JK, ADRO.JK, BBKA.JK, BBTN.JK, BBNL.JK, BSDE.JK, EXCL.JK, ERAA.JK, GGRM.JK, HMSP.JK, ICBP.JK, INDF.JK, KLBF.JK, MDKA.JK, MEDC.JK, MNCN.JK, JPFA.JK, JSMR.JK, PGAS.JK, PTBA.JK, PWON.JK, SMRA.JK, TKIM.JK., TLKM.JK, TOWR.JK, UNVR.JK, WIKA.JK	< 0.05	Nilai <i>return</i> tidak berdistribusi normal

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 1. Diperoleh 16 perusahaan dari 43 perusahaan terdaftar pada indeks LQ-45 yang memiliki nilai $p\text{-value} > 0,05$ yang artinya nilai *return* harga saham tersebut berdistribusi normal. Oleh karena itu, untuk analisis selanjutnya digunakan 16 perusahaan yang berdistribusi normal.

3.2 Nilai Volatilitas Saham yang Nilai *Return*nya Ber distribusi Normal

Nilai volatilitas harian nilai *return* saham merupakan hasil dari akar kuadrat selisih nilai rata-rata *return* saham dengan data aktualnya, sehingga didapatkan nilai volatilitas harian masing-masing saham pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Nilai volatilitas harian perusahaan

No.	Kode Perusahaan	Volatilitas harian
1	ACES.JK	0,022
2	ASII.JK	0,019
3	BBRI.JK	0,018
4	BMRI.JK	0,017
5	CPIN.JK	0,021
6	INCO.JK	0,024
7	INKP.JK	0,031
8	INTP.JK	0,022
9	ITMG.JK	0,029
10	JSMR.JK	0,020
11	MIKA.JK	0,022
12	PTPP.JK	0,028
13	SMGR.JK	0,024
14	TBIG.JK	0,026
15	TPIA.JK	0,022
16	UNTR.JK	0,024

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 2. Diperoleh rata-rata volatilitas dari 16 perusahaan dengan volatilitas tertinggi sebesar 0,031 dan nilai volatilitas terendah sebesar 0,017, yang artinya nilai *return* dari 16 perusahaan tersebut tersebar sejauh 0,017 – 0,031 terhadap nilai rata-rata *return*nya.

3.3 Peluang Pergerakan Saham dengan Simulasi *Monte Carlo*

Peluang pergerakan saham dengan nilai *return* berdistribusi normal didapatkan dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo* yaitu membangkitkan suatu bilangan acak dari 0 dan nilai volatilitas terhadap model pergerakan harga saham nya yaitu:

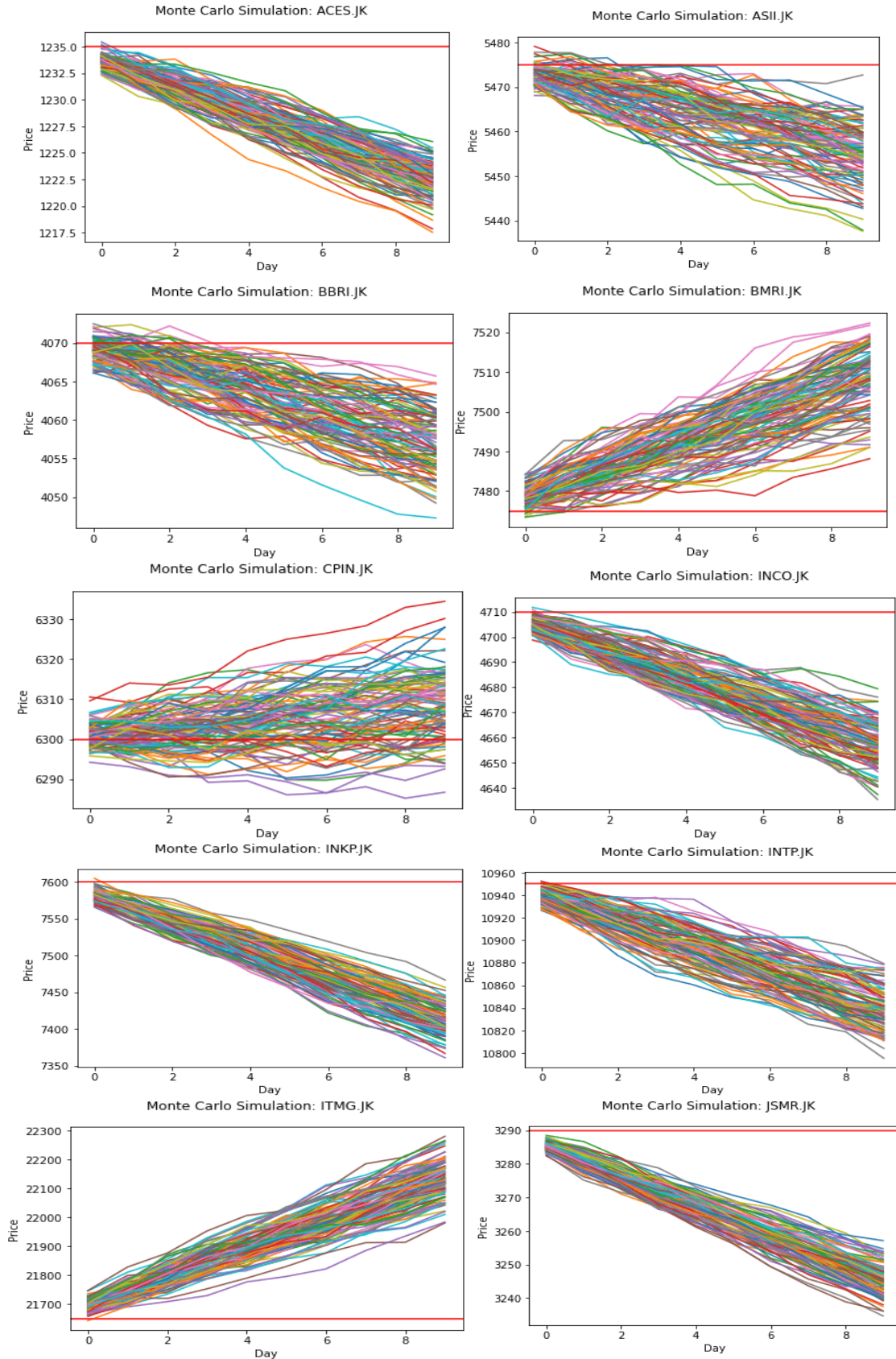
$$\hat{S}(t) = S(t-1)e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t-(t-1)) + \sigma(W(t) - W(t-1))}$$

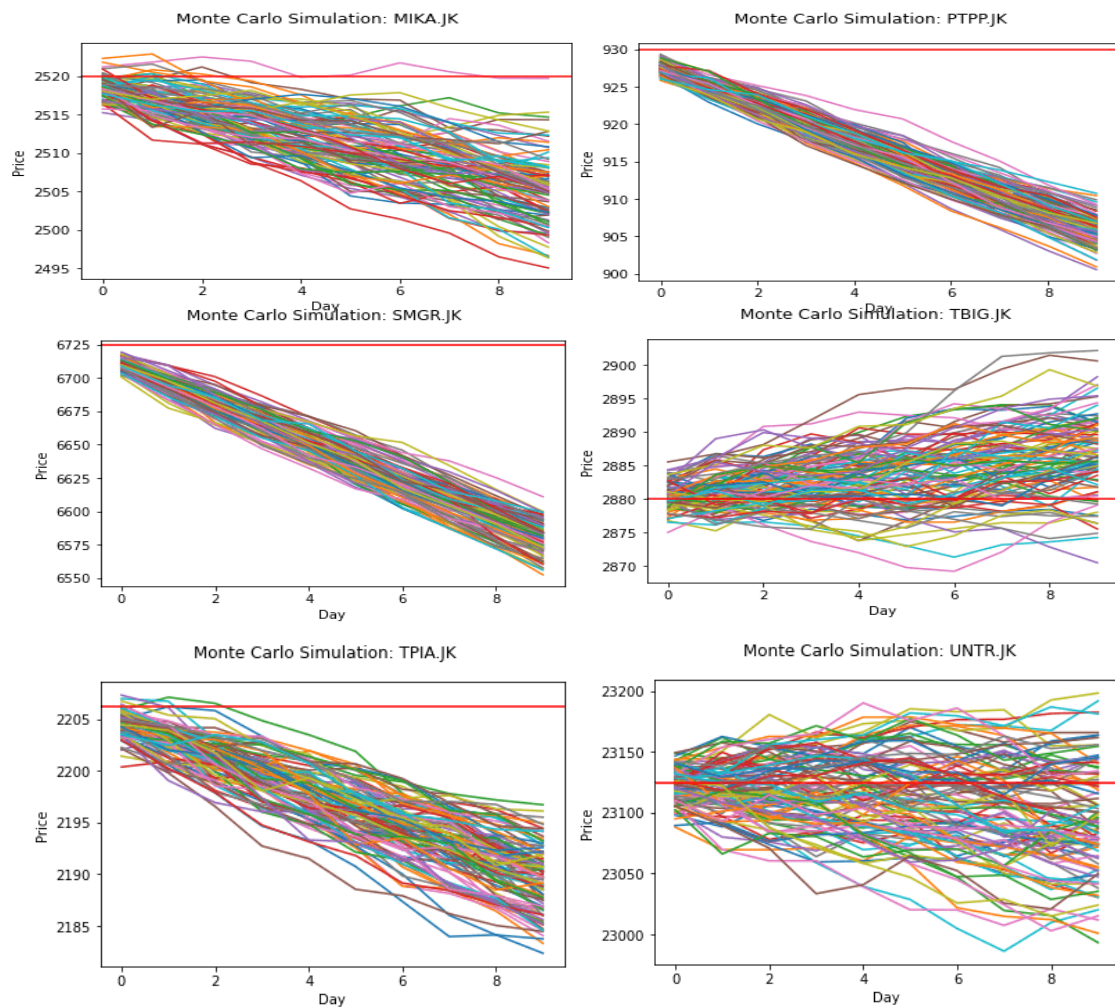
Model pergerakan harga saham tersebut dipengaruhi oleh harga saham sebelumnya dan gerak *brown geometri*. Gerak *brown geometri* terdiri dari 2 komponen utama yaitu *drift* yang dipengaruhi oleh rata-rata *return* harian dan nilai variansinya. Komponen yang kedua yaitu nilai standar deviasi dan bilangan acak yang dibangkitkan.

Simulasi pergerakan saham indeks LQ-45 dicari sebanyak 10 hari perdagangan saham dan banyaknya simulasi yang digunakan 100 kali dan 10000 kali simulasi. Hasil dari simulasi pergerakan saham disajikan dalam gambar berikut:



3.3.1 Untuk simulasi 100 kali





Gambar 1. Output *python* pergerakan saham indeks LQ-45 dengan simulasi 100 kali

Berdasarkan Gambar 1. Dengan jumlah perubahan pergerakan 10 hari perdagangan, didapatkan rata-rata harga saham untuk 16 perusahaan sebagai berikut:

Tabel 3. Rata-rata harga saham dengan 100 kali simulasi

No.	Kode Perusahaan	Rata-Rata Harga Saham
1	ACES.JK	1228.046856
2	ASII.JK	5463.893811
3	BBRI.JK	4063.158043
4	BMRI.JK	7493.267151
5	CPIN.JK	6304.580932
6	INCO.JK	4681.069559
7	INKP.JK	7497.563458
8	INTP.JK	10889.4227
9	ITMG.JK	21915.34174
10	JSMR.JK	3265.341352
11	MIKA.JK	2511.832792



No.	Kode Perusahaan	Rata-Rata Harga Saham
12	PTPP.JK	916.4800074
13	SMGR.JK	6644.571123
14	TBIG.JK	2883.578782
15	TPIA.JK	2197.033272
16	UNTR.JK	23110.97256

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 3. Diperoleh rata-rata harga saham tertinggi adalah UNTR.JK dengan rata-rata nya yaitu Rp. 23110.97256, dan rata-rata harga saham terendah adalah PTPP. JK dengan nilai rata-ratanya adalah Rp. 916.4800074, yang artinya harga saham untuk 16 perusahaan yang terdaftar pada indeks LQ-45 berada diantara Rp. 916,48 – Rp. 23119,97. Peluang pergerakan saham dengan 100 kali simulasi adalah sebagai berikut:

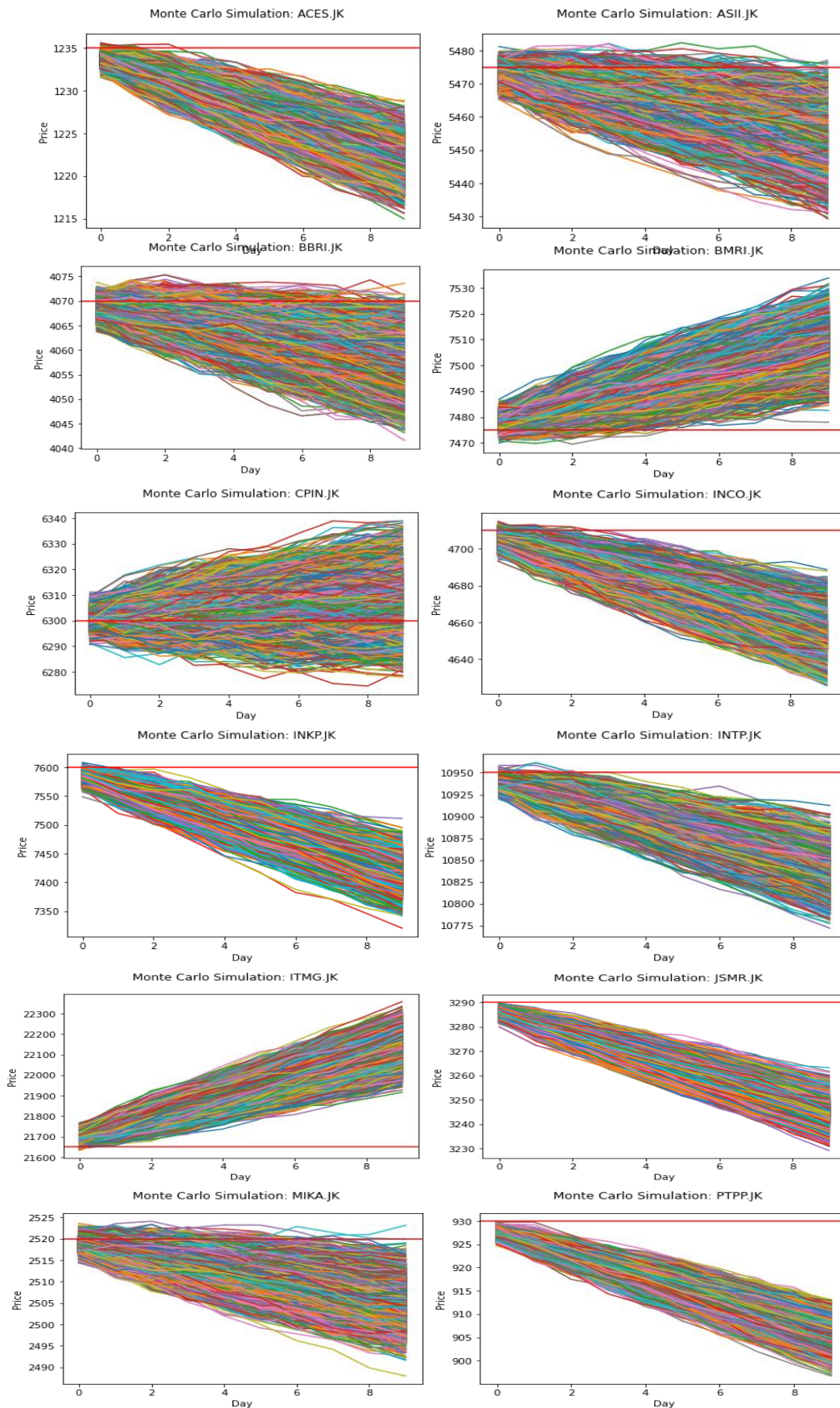
Tabel 4. Peluang pergerakan saham dengan simulasi 100 kali

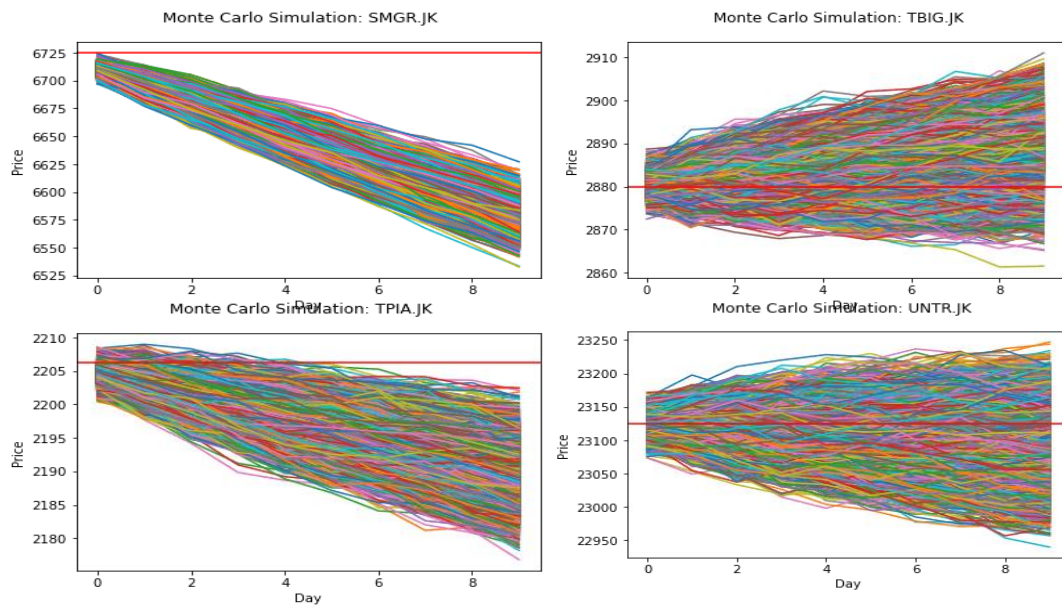
No.	Kode Perusahaan	Peluang $n(A)/n(S)$	Kesimpulan
1	ACES.JK	0.55556	Peluang Naik
2	ASII.JK	0.22222	Peluang Turun
3	BBRI.JK	0.22222	Peluang Turun
4	BMRI.JK	0.88889	Peluang Naik
5	CPIN.JK	0.88889	Peluang Naik
6	INCO.JK	0.88889	Peluang Naik
7	INKP.JK	0.77778	Peluang Naik
8	INTP.JK	0.44444	Peluang Turun
9	ITMG.JK	0.22222	Peluang Turun
10	JSMR.JK	0.11111	Peluang Turun
11	MIKA.JK	0.88889	Peluang Naik
12	PTPP.JK	0.88889	Peluang Naik
13	SMGR.JK	0.33333	Peluang Turun
14	TBIG.JK	0.66667	Peluang Naik
15	TPIA.JK	0.44444	Peluang Turun
16	UNTR.JK	0.11111	Peluang Turun

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 4. Perusahaan yang memiliki peluang pergerakan saham yang naik adalah ACES.JK, BMRI.JK, CPIN.JK, INCO.JK, INKP.JK, MIKA.JK, PTPP.JK, dan TBIG.JK, artinya 8 perusahaan tersebut memiliki pergerakan yang cenderung meningkat dari hari ke harinya dibandingkan dengan perusahaan lain, atau saat berinvestasi perusahaan tersebut akan memberikan keuntungan yang lebih besar dibandingkan dengan perusahaan lainnya.

3.3.2 Untuk simulasi 10000 kali





Gambar 2. Output *python* pergerakan saham indeks LQ-45 dengan simulasi 10000 kali

Berdasarkan Gambar 2. Dengan jumlah perubahan pergerakan 10 hari perdagangan, didapatkan rata-rata harga saham untuk 16 perusahaan sebagai berikut:

Tabel 5. Rata-rata harga saham dengan 10000 kali simulasi

No.	Kode	Rata-Rata Harga Saham
1	ACES.JK	1227.81785
2	ASII.JK	5463.27092
3	BBRI.JK	4062.95586
4	BMRI.JK	7493.19965
5	CPIN.JK	6304.49653
6	INCO.JK	4680.44893
7	INKP.JK	7499.74487
8	INTP.JK	10888.4201
9	ITMG.JK	21916.6137
10	JSMR.JK	3265.69955
11	MIKA.JK	2511.69608
12	PTPP.JK	916.49012
13	SMGR.JK	6644.82922
14	TBIG.JK	2884.05677
15	TPIA.JK	2197.16687
16	UNTR.JK	23108.6777

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 5. Diperoleh rata-rata harga saham tertinggi adalah UNTR.JK dengan rata-rata nya yaitu Rp. 23108.67, dan rata-rata harga saham terendah adalah PTPP. JK dengan nilai rata-ratanya adalah Rp. 916.49, yang artinya harga saham untuk 16 perusahaan yang terdaftar pada indeks LQ-45 berada diantara Rp. 916,49 – Rp. 23108,67. Peluang pergerakan saham dengan 10000 kali simulasi adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Peluang pergerakan saham dengan simulasi 10000 kali

No.	Kode Perusahaan	Peluang $n(A/n(S))$	Kesimpulan
1	ACES.JK	0.44444	Peluang Turun
2	ASII.JK	0.44444	Peluang Turun
3	BBRI.JK	0.66667	Peluang Naik
4	BMRI.JK	0.22222	Peluang Turun
5	CPIN.JK	0.55556	Peluang Naik
6	INCO.JK	0.77778	Peluang Naik
7	INKP.JK	0.55556	Peluang Naik
8	INTP.JK	0.88889	Peluang Naik
9	ITMG.JK	0.22222	Peluang Turun
10	JSMR.JK	0.77778	Peluang Naik
11	MIKA.JK	0.11111	Peluang Turun
12	PTPP.JK	0.22222	Peluang Turun
13	SMGR.JK	0.33333	Peluang Turun
14	TBIG.JK	0.55556	Peluang Naik
15	TPIA.JK	0.22222	Peluang Turun
16	UNTR.JK	0.22222	Peluang Turun

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 6. Perusahaan yang memiliki peluang pergerakan yang naik adalah BBRI.JK, CPIN.JK, INCO.JK, INKP.JK, INTP.JK, JSMR.JK, dan TBIG.JK yang artinya 7 perusahaan tersebut memiliki pergerakan yang cenderung meningkat dari hari kehari nya dibandingkan dengan perusahaan lain, atau saat berinvestasi perusahaan akan memberikan keuntungan yang lebih besar daripada perusahaan lainnya.

3.4 Analisis Nilai MAPE Peluang Pergerakan Saham dengan Indeks LQ-45

Nilai MAPE merupakan presentasi kesalahan dari perbandingan harga aktual dengan harga simulasi. Analisis nilai MAPE untuk 10 hari simulasi yaitu pada tabel berikut:

Tabel 7. Nilai akurasi untuk prediksi pergerakan saham indeks LQ-45 dengan simulasi 100 kali

No.	Kode	MAPE	Kesimpulan
1	ASII.JK, BBRI.JK, BMRI.JK, CPIN.JK, INTP.JK, INCO.JK, INKP.JK, ITMG.JK, JSMR.JK, MIKA.JK, PTPP.Jk, SMGR.JK, TBIG.JK, TPIA.JK, UNTR.JK	< 10%	Akurasi peramalan sangat baik
2	ACES.JK,	11% - 20%	Akurasi peramalan baik

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 7. Rata-rata akurasi pergerakan saham indeks LQ-45 dengan simulasi *Monte Carlo* dengan simulasi 100 kali adalah akurasi peramalan yang sangat baik dengan nilai kesalahan kecil dari 10%.



Tabel 8. Nilai akurasi untuk prediksi pergerakan saham indeks LQ-45 dengan simulasi 10000 kali

No.	Kode	MAPE	Kesimpulan
1	ASII.JK, BBRI.JK, BMRI.JK, CPIN.JK, INTP.JK, INCO.JK, INKP.JK, ITMG.JK, JSMR.JK, MIKA.JK, PTPP.Jk, SMGR.JK, TBIG.JK, TPIA.JK, UNTR.JK	< 10%	Akurasi peramalan sangat baik
2	ACES.JK,	11% – 20%	Akurasi peramalan baik

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 8. Rata-rata akurasi pergerakan saham indeks LQ-45 dengan simulasi *Monte Carlo* dengan banyaknya simulasi 10000 kali adalah akurasi peramalan yang sangat baik dengan nilai kesalahan kecil dari 10%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, maka diambil kesimpulan dalam memprediksi peluang pergerakan enam belas perusahaan yang terdaftar pada indeks LQ-45 yang nilai *return* nya berdistribusi normal, rata-rata harga saham untuk 100 kali simulasi adalah berada diantara Rp. 916,48 – Rp. 23119, untuk 10000 kali simulasi rata-rata harganya adalah Rp. 916,49 – Rp. 23108,67.

Nilai kesalahan rata-rata dalam memprediksi pergerakan saham indeks LQ-45 dengan menggunakan 100 kali dan 10000 kali simulasi yaitu simulasi yang sangat baik dengan rata-rata kesalahan kecil dari 10%.

Perusahaan yang memiliki peluang yang naik untuk 10 hari perdagangan dengan menggunakan simulasi *monte carlo* berdasarkan harga terakhir saham tersebut dan gerak *brown geometri* dengan simulasi 100 kali dan 10000 kali adalah perusahaan CPIN.JK, INCO.JK, INKP.JK, dan TBIG.JK. Dari hasil tersebut, 4 perusahaan inilah yang akan memberi keuntungan yang lebih besar dari perusahaan lainnya untuk 10 hari perdagangan pada februari 2022 menurut simulasi *monte carlo*.

REFERENSI

- [1] Brodd, Tobias, dan Adrian Djerf. 2018. Monte Carlo Simulations of Stocks Prices Modelling the Probability of Future Stock Returns. *Jurnal Economics, Business*. Swedia. Hal(6-30).
- [2] Herlianto, Didit. 2013. *Manajemen Investasi Plus Jurus Mendeteksi Investasi Bodong*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- [3] Budiarti, Retno., Peramalan Harga Saham Sharp Dengan Menggunakan Model Arima-Garch dan Model Generalisasi Proses Wiener, Departemen Matematika FMIPA, IPB, Bogor. 2012.
- [4] Husnan, Suad. 2015. *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- [5] Hendrawan R. & Yanida P., Analisis Perbandingan Kinerja Value at Risk Berbasis ARCH, GARCH, dan EGARCH Sebelum, Saat dan Setelah Krisis Global Tahun 2008 pada JKSE, KLSE, KLSE, STI, PSEI, HIS, KOSPI, SSEddan N225. *Jurnal Manajemen Indonesia*., Vol. 12 – No.4. 2013.
- [6] Rubinstein, Reuven Y. 1981. *Simulation and the Monte Carlo Method*. Kanada: John Wiley & Sons.
- [7] Y.H. Kwak and L. Ingall. 2007. Exploring Monte Carlo Simulation Applications for Project Management. Vol. 9:83-89.
- [8] Trimono, Maruddani, D. A. I. & Ispriyanti, D., 2017. Pemodelan Harga Saham Dengan Geometric Brownian Motion Dan Value At Risk Pt Ciputra Development Tbk. *Jurnal Gaussian*, Vi(2), Pp. 261-270.