

Pendekatan Metode Monte Carlo untuk Simulasi Pergerakan Harga Saham

Ahmad Taufiq Ramadhan
Universitas Negeri Medan

Faishal Hilmy F. G.
Universitas Negeri Medan

Alamat: Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20221, Indonesia

Korespondensi penulis: ahmadtrmd@mhs.unimed.ac.id

Abstract. *This research applies the Monte Carlo simulation method to predict the movement of Apple Inc.'s stock price over a long period of time. Using historical data of Apple's stock price from 12 December 1980 to 24 March 2022, this study aims to generate a probability distribution of the future stock price. The method involves several steps, including data collection, log return calculation, parameter estimation, and simulation of the stock price path through random iterations based on the log return distribution. The simulation results show that the closing price of Apple stock can be predicted by following the historical trend, although there are differences with the real data due to the stochastic nature of the Monte Carlo technique. This research also applies a variance reduction method to improve simulation efficiency. The findings provide a valuable perspective for investors and financial analysts in identifying investment risks and opportunities through an in-depth understanding of the dynamics of stock price movements using Monte Carlo simulation. Suggestions for future research include the use of VaR methods with historical variance and covariance approaches, as well as considering longer data periods and more stock indices for more comprehensive results.*

Keywords: *Monte Carlo Simulation, Stock Price, Stock Prediction, Apple Inc.*

Abstrak. Penelitian ini menerapkan metode simulasi Monte Carlo untuk memprediksi pergerakan harga saham Apple Inc. dalam jangka waktu yang panjang. Dengan menggunakan data historis harga saham Apple dari tanggal 12 Desember 1980 hingga 24 Maret 2022, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan distribusi probabilitas harga saham di masa depan. Metode ini melibatkan beberapa langkah, termasuk pengumpulan data, perhitungan log return, estimasi parameter, dan simulasi jalur harga saham melalui iterasi acak berdasarkan distribusi log return. Hasil simulasi menunjukkan bahwa harga penutupan saham Apple dapat diprediksi dengan mengikuti tren historis, meskipun terdapat perbedaan dengan data riil karena sifat stokastik dari teknik Monte Carlo. Penelitian ini juga menerapkan metode pengurangan varians untuk meningkatkan efisiensi simulasi. Temuan ini memberikan perspektif yang berharga bagi investor dan analis keuangan dalam mengidentifikasi risiko dan peluang investasi melalui pemahaman yang mendalam mengenai dinamika pergerakan harga saham dengan menggunakan simulasi Monte Carlo. Saran untuk penelitian selanjutnya antara lain penggunaan metode VaR dengan pendekatan varians historis dan kovarians, serta mempertimbangkan periode data yang lebih panjang dan lebih banyak indeks saham untuk hasil yang lebih komprehensif.

Kata kunci: Simulasi Monte Carlo, Harga Saham, Prediksi Saham, Apple Inc.

LATAR BELAKANG

Dalam berinvestasi saham, para investor akan dihadapkan pada resiko-resiko keuangan (Lesmana et al., 2023) sehingga diperlukan analisis keuangan dalam meminimalisir resiko. Analisis laporan keuangan melibatkan penilaian kinerja perusahaan dalam konteks industri dan ekonomi untuk mendukung pengambilan keputusan tertentu. Biasanya, keputusan ini berkaitan dengan penyediaan modal untuk perusahaan, baik oleh investor yang ingin berinvestasi maupun oleh lembaga pemberi pinjaman yang mempertimbangkan pemberian kredit (Aulya, 2021). Pada era modern ini, bidang analisis keuangan secara progresif bergantung pada metodologi statistik dan matematika untuk secara efektif memperkirakan fluktuasi harga saham. Sebagai sarana untuk memahami dan mencegah dinamika pasar, pakar keuangan menggunakan berbagai metodologi dan alat. Salah satu metodologi yang dapat digunakan untuk memprediksi dan menganalisa keuangan adalah Simulasi Monte Carlo.

Menurut penelitian yang dilakukan (Rantow Payu, Adityaningrum, & Matematika, 2022) mengenai prediksi pergerakan saham harian dengan metode simulasi Monte Carlo pada saham Jakarta Islamic Index 70 tahun 2019, ditemukan adanya perbedaan antara hasil prediksi dan data real saham harian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa harga penutup pada data real cenderung lebih besar dibandingkan harga penutup pada hasil prediksi. Namun, ketika harga pada data real mengalami peningkatan, hasil prediksi mengikuti tren yang serupa. Selain itu, penelitian ini juga mengaplikasikan model Markowitz untuk menghitung portofolio optimal dari saham-saham yang terdaftar pada Jakarta Islamic Index 70. Dari hasil perhitungan, 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. Penelitian ini juga menghitung risiko atau kerugian maksimal yang diperoleh investor jika menanam modal sebesar Rp. 100.000.000,00 pada 20 saham tersebut, dengan hasil risiko maksimal sebesar Rp. 2.910.410,00 selama 1 tahun.

Menurut penelitian yang dilakukan (JANNAH, DHARMAWAN, & HARINI, 2022) diperoleh bahwa nilai VaR (Value at Risk) menggunakan metode Simulasi Monte Carlo dan metode Historis dengan tingkat kepercayaan 99% dan periode 1 hari mendapatkan hasil sebesar 3.650.506 dan 1.029.102 secara berturut-turut. Terdapat perbedaan antara kedua metode tersebut dimana nilai VaR menggunakan metode Simulasi Monte Carlo lebih besar dibandingkan dengan metode Historis. Hal ini terjadi karena Simulasi Monte Carlo melakukan iterasi berkali-kali dengan mengikutsertakan pembangkit bilangan acak. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk menggunakan metode Varian Kovarian serta mempertimbangkan penggunaan indeks yang lebih banyak dalam analisis VaR.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan metode Monte Carlo untuk memahami dan mensimulasikan pergerakan harga saham Apple selama periode yang cukup panjang dan di masa yang akan mendatang. Dengan melihat data historis harga saham Apple dan menerapkan metode Monte Carlo, kami bertujuan untuk menghasilkan distribusi probabilitas untuk harga saham di masa depan. Hal ini akan memberikan para investor dan analis keuangan dengan perspektif yang lebih luas dalam mengidentifikasi risiko dan peluang investasi dalam saham Apple.

Dalam penelitian ini, kami menggunakan pendekatan yang terstruktur untuk menghasilkan simulasi yang konsisten dan dapat dipercaya. Kami memulai dengan mengumpulkan data historis harga saham Apple dari sumber yang terpercaya dan kemudian memproses data tersebut untuk analisis lebih lanjut. Selanjutnya, kami menghitung log return dari harga saham untuk memodelkan perilaku harga saham secara relatif terhadap pergerakan harian. Metode Monte Carlo kemudian diterapkan dengan mempertimbangkan distribusi log return yang dihasilkan untuk mensimulasikan pergerakan harga saham di masa depan.

Dengan merangkum, pendekatan ini memberikan kerangka kerja yang kokoh untuk memahami pergerakan harga saham Apple melalui kombinasi data historis dan teknik simulasi canggih. Diharapkan bahwa temuan dari penelitian ini akan memberikan wawasan yang berharga bagi para investor dan analis keuangan dalam mengambil keputusan investasi yang lebih baik.

KAJIAN TEORITIS

Dalam dunia keuangan modern, prediksi harga saham menjadi aspek penting dalam pengambilan keputusan investasi. Harga saham yang selalu berubah dan tidak terduga membuat nilai harga saham susah untuk diprediksi (Aulia, Sulistianingsih, & Andani, 2023) sehingga diperlukan pendekatan yang sesuai. Salah satu pendekatan yang sering digunakan adalah simulasi Monte Carlo, yang memanfaatkan prinsip-prinsip probabilitas dan statistik untuk mensimulasikan berbagai skenario pergerakan harga saham di masa depan. Simulasi adalah teknik pemodelan yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antara sebab-akibat dalam suatu sistem dengan tujuan menghasilkan pola perilaku yang mirip dengan yang diamati dalam sistem nyata (Alfikrizal, Defit, & Yunus, 2020). Sementara menurut Hutahaean, Model simulasi adalah model yang menjelaskan bagaimana relasi sebab dan akibatnya pada sistem komputasi yang dapat memperhitungkan kemungkinan yang terjadi pada sistem yang nyata (Naim & Donoriyanto, 2020).

Penggunaan Simulasi Monte Carlo untuk menganalisis volatilitas dilakukan dengan mengukur risiko secara lebih akurat melalui pembangkitan nilai acak. Metode ini melibatkan pengulangan sebanyak 1000 kali untuk menggambarkan volatilitas suatu aset tertentu (Suryawati, Wardani, & Sarmo, 2019). Metode pengambilan sampel secara acak dari distribusi probabilitas sangat penting dalam berbagai bidang penelitian, karena memungkinkan pemodelan berbagai kemungkinan hasil yang berbeda (Hasanah, 2020). Dalam simulasi pergerakan harga saham, log return digunakan untuk memodelkan perilaku harga saham secara relatif terhadap pergerakan harian. Log return atau dalam bahasa Indonesia adalah Pengembalian logaritma merupakan cara mengukur persentase aset dalam periode tertentu (Awan Saturnus, 2023).

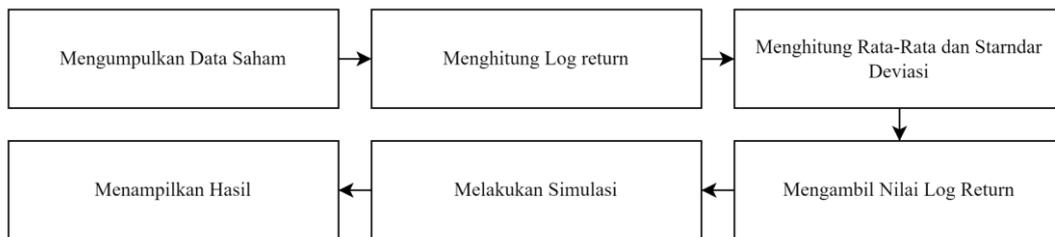
Harga penutupan (close price) sering digunakan sebagai variabel utama dalam analisis dan prediksi harga saham karena lebih stabil dan tidak terlalu dipengaruhi oleh fluktuasi sementara selama hari perdagangan. Menurut Campbell, Lo, dan MacKinlay (2019), harga penutupan memberikan data yang lebih stabil untuk analisis tren pasar (Campbell, 2019). Implementasi simulasi Monte Carlo melibatkan beberapa tahapan utama, termasuk pengumpulan data harga saham historis, penghitungan log return harian, statistik log return, simulasi jalur harga saham, iterasi dan pembuatan jalur simulasi, serta analisis hasil simulasi untuk memahami distribusi kemungkinan harga saham di masa depan (Putra, 2020).

Penggunaan teknik pengurangan varians, seperti varians antitesis dan varians kontrol, dalam simulasi Monte Carlo telah banyak dipelajari. Teknik-teknik ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi simulasi dengan mengurangi varians estimasi. Antithetic variate melibatkan penggunaan pasangan bilangan acak yang berkorelasi negatif, sedangkan control variate menggunakan variabel kontrol yang berkorelasi untuk mengurangi varians. Metode-metode ini telah diterapkan di berbagai bidang, termasuk penelitian eksperimental (Putri, 2024), formulasi krim antioksidan (Saputra & Yudhantara, 2019), dan evaluasi formulasi effervescent herbal (Aloenida & Fatmawati, 2021). Dalam konteks aktivitas antioksidan, kombinasi matoa dan daun sirsak telah terbukti memiliki potensi antioksidan yang kuat (Baslani, Marsiati, & Wuryanti, 2023). Penelitian-penelitian ini secara kolektif menyoroti pentingnya dan efektivitas teknik pengurangan varians dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo memberikan para investor dan analis keuangan perspektif yang lebih luas dalam mengidentifikasi risiko dan peluang investasi, dengan memanfaatkan data historis dan distribusi log return untuk menghasilkan berbagai skenario pergerakan harga saham yang mungkin terjadi di masa depan.

Meskipun hasil simulasi dapat bervariasi karena sifat stokastik dari teknik ini, metode Monte Carlo tetap memberikan wawasan berharga bagi pengambilan keputusan investasi. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk menggunakan metode reduksi variansi dan mempertimbangkan lebih banyak indeks saham serta periode data yang lebih panjang untuk memberikan hasil yang lebih komprehensif dan robust.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penerapan Simulasi Monte Carlo



Gambar 1. Penerapan Simulasi Metode Monte Carlo

Penelitian ini menggunakan metode simulasi Monte Carlo untuk mensimulasikan pergerakan harga saham Apple di masa depan. Proses penelitian dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan dan mengelola Data Saham. Menurut Ujianti dkk, Pengolahan data adalah proses dalam simulasi monte carlo untuk mendapatkan jawaban dari permasalahan (Hafizh & Gema, 2019).
2. Menghitung Log Return: Menghitung nilai log return harian dari data historis harga saham Apple. Log return dihitung menggunakan formula:

$$\text{Log Return} = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

di mana P_t adalah harga penutupan saham dari hari ke- t .

3. Statistik Log Return: Menghitung rata-rata (μ) dan standar deviasi (σ) dari log return yang diperoleh.
4. Simulasi jalur Harga Saham:
 - Menggunakan distribusi dengan rata-rata μ dan standar deviasi σ , menghasilkan nilai log return harian secara acak untuk setiap hari dalam periode simulasi.
 - Harga saham pada hari ke- $t + 1$ dihitung menggunakan harga saham pada hari ke- t dan nilai log return yang dihasilkan, dengan formula:

$$P_{t+1} = P_t \times e^{\text{Log Return}}$$

5. Iterasi dan Pembuatan Jalur Simulasi: Langkah 4 diulangi untuk menghasilkan banyak jalur pergerakan harga saham yang mungkin, sesuai dengan jumlah simulasi yang diinginkan. Setiap jalur simulasi mewakili kemungkinan skenario pergerakan harga saham di masa depan.
6. Analisis Hasil Simulasi: Menganalisis hasil dari berbagai jalur simulasi untuk memahami distribusi kemungkinan harga saham di masa depan, termasuk estimasi resiko dan potensi return.

Penerapan Metode

Penelitian ini menggunakan metode simulasi Monte Carlo. Metode Monte Carlo adalah pendekatan analisis numerik yang menggunakan sampel bilangan acak empiris untuk eksperimen (Astia, Santony, & Sumijan, 2019). Pendekatan ini dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah komputasi yang melibatkan variabel acak. Angka acak dihasilkan sesuai dengan distribusi probabilitas data dan kemudian divalidasi terhadap data otentik untuk memastikan ketepatan hasil (Hartini, Adrial, & Pujiarta, 2019). Hasil dari penggunaan teknik Monte Carlo adalah penggambaran distribusi probabilitas komprehensif dari sistem. Dengan memanfaatkan simulasi Monte Carlo, dimungkinkan untuk mereplikasi prosedur dan fenomena sistem asli, sehingga membantu dalam mitigasi ketidakpastian dalam penilaian keandalan (Kiki Hariani Manurung & Julius Santony, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang diperoleh terdapat 4 variabel yaitu nilai pembukaan, tertinggi, terendah, penutupan saham dan nilai penutupan saham yang telah disesuaikan serta jumlah transaksi saham pada hari tersebut.

Tabel 1. Sampel dari data yang digunakan pada penelitian

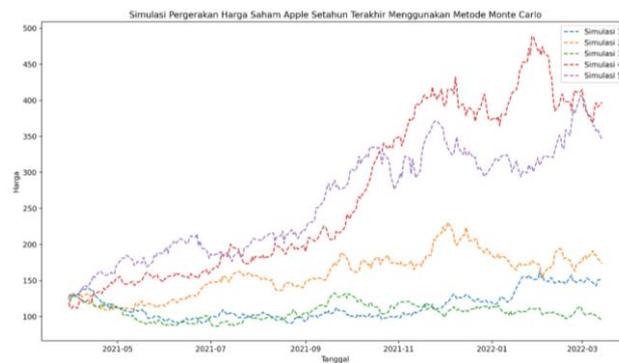
Date	Open	High	Low	Close	Adj Close	Volume
11/03/2022	158929993	159279999	154500000	154729996	154729996	96836300
14/03/2022	151449997	154119995	150100006	150619995	150619995	108732100
15/03/2022	150899994	155570007	150380005	155089996	155089996	92964300
16/03/2022	157050003	160000000	154460007	159589996	159589996	102300200
17/03/2022	158610001	161000000	157630005	160619995	160619995	75615400
18/03/2022	160509995	164479996	159759995	163979996	163979996	123351200
21/03/2022	163509995	166350006	163009995	165380005	165380005	95811400
22/03/2022	165509995	169419998	164910004	168820007	168820007	81532000
23/03/2022	167990005	172639999	167649994	170210007	170210007	98062700
24/03/2022	171059998	174139999	170210007	174070007	174070007	90018700

Dari beberapa variabel tersebut, Variabel Close yang digunakan untuk melakukan perhitungan prediksi harga saham dan melakukan simulasi. Hasil Perhitungan dan Simulasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

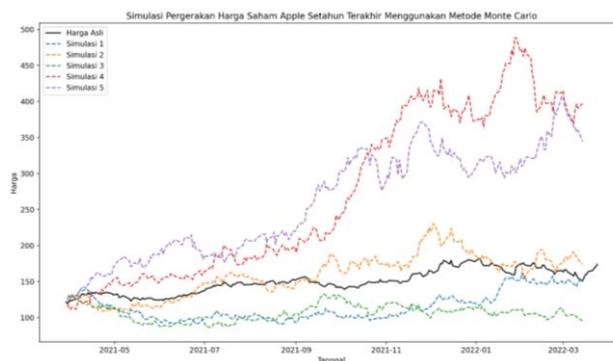
Tabel 2. Perhitungan dan Simulasi Harga Saham

Date	Close	Log Returns	Generate	Simulasi
11/03/2022	154729996	-0,02656241	0,087250628	174070007
14/03/2022	150619995	0,029677341	0,345293142	234175187
15/03/2022	155089996	0,029015411	-0,26374684	172412220
16/03/2022	159589996	0,006454032	0,216738305	209780552
17/03/2022	160619995	0,020918946	-0,06904651	195295938
18/03/2022	163979996	0,008537682	-0,16362681	163340286
21/03/2022	165380005	0,020800592	0,018099278	166296628
22/03/2022	168820007	0,008233621	0,32766745	220786619
23/03/2022	170210007	0,022677868	-0,57571468	93676522
24/03/2022	174070007	-1	0,44212559	135093310

Dari Tabel diatas dapat dilihat simulasi perkiraan harga saham dalam 10 hari yang akan datang dimana pada hari kesepuluh simulasi memprediksi harga penutupan saham berada pada angka \$135.093.310. Selain itu, penulis juga melakukan perhitungan secara komputasi dengan menggunakan bahasa pemrograman python untuk melakukan simulasi harga saham dalam periode waktu yang lebih panjang yaitu 1 tahun dimana grafik nya dapat dilihat di bawah serta perbandingan dari harga saham yang sesungguhnya.

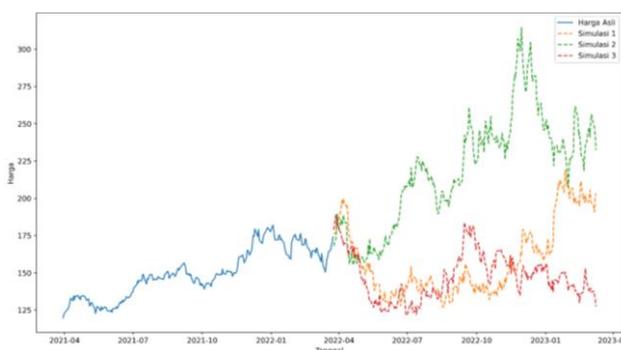


Gambar 2. Prediksi harga saham dalam setahun



Gambar 3. Perbandingan prediksi harga saham dengan data asli

Nilai yang muncul antara tabel dan grafik sangat mungkin terjadi perbedaan karena pada Simulasi monte carlo berlandaskan pengambilan sampel acak dari nilai *log return* dan bersifat dasar stokastik (Thoriq, Syaputra, & Eirlangga, 2022). Berikut juga ditampilkan bagaimana kemungkinan dan prediksi harga saham pada 1 tahun yang akan mendatang dari data harga saham 1 tahun yang lalu.



Gambar 4. Prediksi harga saham selama satu tahun yang akan datang

Dari hasil simulasi yang didapatkan dapat dilihat prediksi harga saham pada Apple inc sehingga metode monte carlo dapat digunakan untuk memprediksi harga saham suatu entitas. Tetapi penggunaan sampel acak dari nilai pada teknik monte carlo juga rentan terhadap perubahan nilai prediksi sehingga perlu untuk mempertimbangkan batasan-batasan nilai acak yang diberikan agar hasil simulasi menjadi lebih stabil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil menerapkan metode Monte Carlo untuk mensimulasikan pergerakan harga saham Apple Inc. Hasilnya menunjukkan bahwa metode ini dapat memberikan gambaran distribusi probabilitas yang komprehensif untuk pergerakan harga saham di masa depan, memungkinkan investor dan analis keuangan untuk mengidentifikasi risiko dan peluang investasi dengan lebih baik. Meskipun hasil simulasi dapat mengikuti tren

data historis, perbedaan antara prediksi dan data realitas adalah hal yang wajar, mengingat sifat stokastik dari proses Monte Carlo.

Oleh karena itu, penelitian ini menyarankan penggunaan metode reduksi varians seperti antithetic variate dan control variate untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi simulasi. Selain itu, mempertimbangkan pendekatan alternatif seperti VaR dan varian kovarian dapat menghasilkan hasil yang lebih komprehensif. Menambahkan lebih banyak indeks saham dan memperluas periode data juga diusulkan untuk memperkuat hasil penelitian. Kesimpulannya, penelitian ini memberikan landasan penting bagi para pemangku kepentingan untuk membuat keputusan investasi yang lebih baik melalui pemahaman yang lebih dalam tentang dinamika pergerakan harga saham menggunakan simulasi Monte Carlo.

DAFTAR REFERENSI

- Alfikrizal, K., Defit, S., & Yunus, Y. (2020). Simulasi Monte Carlo dalam prediksi jumlah penumpang angkutan massal Bus Rapid Transit Kota Padang. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*. <https://doi.org/10.37034/infeb.v3i2.72>
- Aloenida, Y. P., & Fatmawati, F. (2021). Artikel review: Formulasi dan evaluasi sediaan efervesen herbal sebagai antioksidan. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*. Retrieved from <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:235571031>
- Astia, R. Y., Santony, J., & Sumijan, S. (2019). Prediction of amount of use of planning family contraception equipment using Monte Carlo method (Case study in Linggo Sari Baganti District). *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, 2(1). <https://doi.org/10.24014/ijaidm.v2i1.5825>
- Aulia, F. R., Sulistianingsih, E., & Andani, W. (2023). Penerapan model geometric Brownian motion dan perhitungan nilai value at risk pada saham Bank Central Asia Tbk. *Epsilon: Jurnal Matematika Murni dan Terapan*, 17(2), 149-159.
- Aulya, W. (2021). Analisis laporan keuangan. Retrieved from <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:245450423>
- Baslani, C. A., Marsiati, H., & Wuryanti, S. (2023). Aktivitas antioksidan kombinasi daun matoa (*Pometia pinnata*) dan daun sirsak (*Annona muricata* L.) menggunakan metode DPPH dengan berbagai pelarut. *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. Retrieved from <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:258076436>
- Campbell, J. Y., Lo, A. W., & MacKinlay, A. C. (2019). *The econometrics of financial markets*. Princeton University Press.
- Hafizh, M., & Gema, R. L. (2019). Analisa simulasi Monte Carlo dalam menentukan pendapatan penjualan keripik Maco Badarai Istiqomah Padang Sumatera Barat. *JOISIE (Journal of Information Systems and Informatics Engineering)*, 3(2), 51-56.

- Hartini, E., Adrial, H., & Pujiarta, S. (2019). Reliability analysis of primary and purification pumps in RSG-GAS using Monte Carlo simulation approach. *Jurnal Teknologi Reaktor Nuklir Tri Dasa Mega*, 21(1), 15. <https://doi.org/10.17146/tdm.2019.21.1.5311>
- Hasanah, U. (2020). Hubungan antara metode belajar dan motivasi belajar dengan prestasi. *Al-Muaddib: Jurnal Kajian Ilmu Kependidikan*. Retrieved from <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:234717824>
- Jannah, N. N., Dharmawan, K., & Harini, L. P. I. (2022). Penggunaan simulasi Monte Carlo dalam estimasi value at risk (VaR) portofolio yang dibentuk dari indeks harga saham multinasional. *E-Jurnal Matematika*, 11(3), 199. <https://doi.org/10.24843/mtk.2022.v11.i03.p381>
- Lesmana, D. C., Sinaga, R. H., Hadiva, C. R., Salsabilla, M. R., Pratiwi, H. D., Salsabila, A. S., & Nugraha, R. (2023). Penentuan harga opsi Bermuda menggunakan simulasi Monte Carlo reduksi antithetic variates. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 20(3), 341-354.
- Manurung, K. H., & Santony, J. (2021). Simulasi pengadaan barang menggunakan metode Monte Carlo. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, 1, 7-11.
- Naim, M. A., & Donoriyanto, D. S. (2020). Pengendalian persediaan obat di Apotek XYZ dengan menggunakan simulasi Monte Carlo. *Juminten*, 1(2), 1-11.
- Payu, B. R., Adityaningrum, A., & Matematika, J. (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)). *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 6(1). Retrieved from <https://finance.yahoo.com>
- Putra, B. M. (2020). Simulasi Monte Carlo dalam memprediksi tingkat pendapatan advertising. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 80-85.
- Putri, S. A. (2024). Varians dan kontrol dalam penelitian eksperimental. *Psikologiya Journal*. Retrieved from <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:269569080>
- Saputra, A. N., & Yudhantara, S. M. (2019). Formulasi krim ekstrak etanol kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* Linn.) sebagai antioksidan menggunakan variasi asam stearat dan trietanolamin. Retrieved from <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:213465138>
- Saturnus, A. (2023, June 19). Apa itu pengembalian logaritma dan bagaimana menghitungnya dalam kerangka data pandas.
- Suryawati, B. N., Wardani, L., & Sarmo, S. (2019). Analisis volatilitas harga saham terkategori indeks konstituen di Bursa Efek Indonesia dengan penggunaan simulasi Monte Carlo. *Distribusi - Journal of Management and Business*. Retrieved from <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:145892087>
- Thoriq, M., Syaputra, A. E., & Eirlangga, Y. S. (2022). Model simulasi untuk memperkirakan tingkat penjualan garam menggunakan metode Monte Carlo. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 242-246. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i4.244>