



## Penerapan Metode *Monte Carlo Simulation* untuk Estimasi Risiko Portofolio Saham pada Pasar Modal Indonesia

Sunarmi<sup>1\*</sup>, Siti Kholifah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Prodi Manajemen, Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Indonesia

\*Korespondensi penulis: [sunarmi@apji.org](mailto:sunarmi@apji.org)

**Abstract.** *This research explores the application of Monte Carlo Simulation in estimating portfolio risk in the Indonesian stock market. The primary objective is to assess the effectiveness of this method in predicting portfolio return distribution and managing risk compared to traditional methods like Value at Risk (VaR). Data from the Indonesia Stock Exchange (IDX) were used to analyze stock returns, focusing on sectors such as telecommunications and property. Monte Carlo Simulation was applied to generate multiple scenarios of stock returns based on historical data and probabilistic distributions. The findings show that Monte Carlo Simulation provides a more comprehensive risk estimation, especially for stocks with high volatility and small market capitalization. Unlike VaR, which assumes a normal distribution, Monte Carlo Simulation accounts for extreme risk events and market uncertainties. The study also highlights the importance of diversification, as portfolios with a mix of high and low volatility stocks demonstrate a more stable risk profile. The results suggest that Monte Carlo Simulation is an effective tool for investors looking to manage risk in dynamic market conditions, providing more accurate and reliable estimations compared to traditional risk assessment methods. This research recommends further exploration of Monte Carlo Simulation in other sectors or with varied data for broader applications in risk management.*

**Keywords:** *Indonesian Stock Market; Monte Carlo Simulation; Portfolio Diversification; Risk Estimation; Value at Risk (VaR).*

**Abstrak.** Penelitian ini mengkaji penerapan *Monte Carlo Simulation* dalam mengestimasi risiko portofolio saham di pasar modal Indonesia. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menilai efektivitas metode ini dalam memprediksi distribusi return portofolio dan mengelola risiko dibandingkan dengan metode tradisional seperti *Value at Risk* (VaR). Data dari Bursa Efek Indonesia (BEI) digunakan untuk menganalisis return saham, dengan fokus pada sektor-sektor seperti telekomunikasi dan properti. *Monte Carlo Simulation* diterapkan untuk menghasilkan berbagai skenario return saham berdasarkan data historis dan distribusi probabilistik. Temuan penelitian menunjukkan bahwa *Monte Carlo Simulation* memberikan estimasi risiko yang lebih komprehensif, terutama untuk saham dengan volatilitas tinggi dan kapitalisasi pasar kecil. Berbeda dengan VaR yang mengasumsikan distribusi normal, *Monte Carlo Simulation* dapat memperhitungkan kejadian risiko ekstrem dan ketidakpastian pasar. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya diversifikasi, karena portofolio yang terdiri dari saham dengan volatilitas tinggi dan rendah menunjukkan profil risiko yang lebih stabil. Hasil penelitian ini menyarankan bahwa *Monte Carlo Simulation* adalah alat yang efektif bagi investor dalam mengelola risiko di pasar yang dinamis, memberikan estimasi yang lebih akurat dan andal dibandingkan dengan metode tradisional. Penelitian ini merekomendasikan eksplorasi lebih lanjut mengenai penerapan *Monte Carlo Simulation* di sektor lain atau dengan data yang lebih variatif untuk aplikasi yang lebih luas dalam manajemen risiko.

**Kata kunci:** Diversifikasi Portofolio; *Monte Carlo Simulation*; Pasar Modal Indonesia; Pengelolaan Risiko; *Value at Risk* (VaR).

### 1. LATAR BELAKANG

Analisis risiko dalam investasi saham sangat penting karena memungkinkan investor untuk memahami potensi kerugian dan keuntungan yang mungkin terjadi. Risiko yang diukur dengan tepat dapat membantu investor dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dan mengurangi kemungkinan kerugian besar. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengukur risiko adalah *Value at Risk* (VaR), yang bertujuan untuk mengestimasi kerugian terburuk dalam periode waktu tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu (Ratih, Ulama, &

Prastuti, 2018). Misalnya, melalui penggunaan *VaR*, perusahaan dapat menentukan jumlah modal yang harus disediakan untuk menghadapi kerugian yang mungkin terjadi. Di samping itu, pengelolaan risiko yang baik juga dapat meningkatkan stabilitas ekonomi serta meningkatkan kepercayaan investor terhadap pasar modal (Chou, Kuo, & Lo, 2017).

Investor sering menghadapi tantangan dalam menentukan risiko portofolio yang akurat, salah satunya adalah perbedaan panjang sejarah pengembalian aset yang berbeda dalam portofolio. Hal ini dapat mempersulit analisis risiko portofolio secara keseluruhan, terutama saat memperhitungkan volatilitas pasar yang tinggi (Page, 2013). Metode tradisional seperti *Modern Portfolio Theory* (MPT) juga memiliki keterbatasan dalam menghitung risiko portofolio secara akurat, karena hanya mempertimbangkan hubungan antara pasangan saham, bukan interaksi keseluruhan di dalam portofolio (Layyinaturrobaniyah, Herwany, & Zarkasih, 2016). Oleh karena itu, investor membutuhkan metode yang lebih tepat untuk menganalisis risiko secara keseluruhan.

Pasar modal Indonesia memiliki karakteristik yang unik, yang mengharuskan adanya metode yang lebih tepat dalam memprediksi risiko. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model *Volatility Index* (VIX) lebih akurat dalam memprediksi volatilitas kontrak berjangka LQ45 di Indonesia dibandingkan dengan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH), terutama dalam kondisi pasar yang bullish (Khoa & Huynh, 2023). Selain itu, penggunaan algoritma pembelajaran mesin seperti *Support Vector Regression* (SVR) dan model *ARMAX-GARCHX* telah terbukti memberikan hasil yang lebih akurat dalam memprediksi risiko saham di pasar modal Indonesia (Ratih et al., 2018). Pendekatan baru yang menggunakan kombinasi analisis teknikal dan analisis fundamental dengan logika fuzzy juga dapat memberikan sinyal investasi yang lebih baik, yang membantu pengambilan keputusan yang lebih tepat di pasar saham (Ahmad, Soeparno, & Napitupulu, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi distribusi return portofolio saham menggunakan metode *Monte Carlo Simulation*, yang dapat digunakan untuk membuat prediksi harga saham serta menghitung risiko portofolio berdasarkan deviasi standar dan koefisien korelasi (Syahchari & Hapsari, 2022). Metode ini menawarkan estimasi risiko yang lebih akurat dibandingkan dengan metode konvensional seperti *Value at Risk* (VaR), dengan keunggulan dalam menangkap dinamika risiko yang kompleks dan memberikan estimasi *VaR* yang lebih andal, terutama dalam kondisi pasar yang bergejolak. Hal ini penting karena pasar saham seringkali menghadapi volatilitas yang tinggi, dan *Monte Carlo Simulation* dapat memberikan gambaran yang lebih realistis tentang risiko portofolio.

Penelitian ini akan fokus pada saham-saham yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI), dengan penggunaan data historis untuk perhitungan simulasi *Monte Carlo*. Data historis ini akan digunakan untuk mensimulasikan ribuan skenario masa depan yang potensial, memberikan pandangan komprehensif tentang kinerja portofolio di bawah berbagai kondisi pasar (Syahchari & Hapsari, 2022). Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa *Monte Carlo Simulation* dapat digunakan untuk menganalisis risiko portofolio di berbagai sektor yang terdaftar di BEI, seperti sektor telekomunikasi dan properti (Syahchari & Woro Hapsari, 2022).

*Monte Carlo Simulation* adalah metode yang digunakan untuk memprediksi harga saham dan menghitung risiko portofolio dengan mensimulasikan berbagai skenario masa depan berdasarkan data historis. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengukur variasi yang tidak pasti dalam parameter optimal seperti rasio Sharpe dan volatilitas, serta menghasilkan skenario yang berbeda yang mempertimbangkan berbagai kondisi pasar dan ketidakpastian. Hal ini memberikan pandangan komprehensif tentang kinerja portofolio dalam berbagai situasi. Dengan menggunakan *Monte Carlo Simulation*, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kerugian maksimum yang dapat diterima oleh investor dalam portofolio dan menyediakan estimasi *VaR* yang lebih akurat, yang mampu menangkap karakteristik volatilitas tinggi dan unik dari pasar saham (Syahchari & Hapsari, 2022).

## **2. KAJIAN TEORITIS**

Risiko portofolio merujuk pada variabilitas atau ketidakpastian dari pengembalian portofolio investasi yang dapat diukur dengan standar deviasi dari pengembalian portofolio (Torun, Akansu, & Avellaneda, 2011). Risiko ini penting untuk dipahami karena dapat mempengaruhi keputusan investasi secara keseluruhan. Terdapat dua jenis risiko yang mempengaruhi portofolio, yaitu risiko sistematis dan risiko non-sistematis. Risiko sistematis adalah risiko yang tidak dapat dihilangkan melalui diversifikasi, seperti risiko pasar dan risiko ekonomi makro yang mempengaruhi seluruh pasar atau sektor (Sinha & Agnihotri, 2015). Sebaliknya, risiko non-sistematis adalah risiko spesifik yang berkaitan dengan perusahaan tertentu, dan dapat dikurangi atau dihilangkan melalui diversifikasi portofolio yang tepat (Torun et al., 2011). Selain itu, interdependensi risiko mengacu pada saling ketergantungan antara berbagai faktor risiko yang dapat mempengaruhi hasil keseluruhan portofolio. Faktor risiko yang saling terkait ini perlu dianalisis dengan hati-hati untuk memahami bagaimana satu risiko dapat mempengaruhi risiko lainnya dalam portofolio (Riaman, Supian, Sukono, & Bon, 2020).

Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengukur risiko pasar adalah *Value at Risk* (*VaR*). *VaR* adalah metode statistik yang digunakan untuk mengestimasi kerugian terburuk dalam periode waktu tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu (Sinha & Agnihotri, 2015). *VaR* sering digunakan untuk menentukan jumlah modal yang harus disediakan oleh perusahaan untuk menghadapi kemungkinan kerugian. Namun, *VaR* memiliki beberapa keterbatasan, terutama karena sering mengasumsikan distribusi normal dari pengembalian, yang tidak selalu akurat dalam kondisi pasar yang sangat volatil (Sinha & Agnihotri, 2015). Selain itu, *VaR* juga tidak cukup efektif dalam memperhitungkan risiko ekstrem atau kejadian langka yang memiliki dampak besar pada portofolio (Sinha & Agnihotri, 2015; Uppal & Mudakkar, 2014). Keterbatasan lainnya adalah keterbatasan data historis yang mempengaruhi akurasi estimasi *VaR*, terutama di pasar yang sangat fluktuatif (Sinha & Agnihotri, 2015).

Sebagai alternatif untuk mengatasi keterbatasan *VaR*, *Monte Carlo Simulation* menawarkan keuntungan yang lebih besar dalam menganalisis risiko portofolio. *Monte Carlo Simulation* menggunakan simulasi probabilistik untuk menghasilkan berbagai kemungkinan hasil berdasarkan distribusi input yang tidak pasti (Loizou & French, 2012). Metode ini dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang berbagai kemungkinan hasil dan risiko yang terkait dengan portofolio. Salah satu keunggulan utama dari *Monte Carlo Simulation* adalah kemampuannya untuk mengatasi keterbatasan data historis dengan menghasilkan banyak skenario berdasarkan distribusi input yang ditentukan (Micán, Fernandes, & Araújo, 2023). Selain itu, metode ini lebih baik dalam mengakomodasi ketidakpastian dan variabilitas input, memberikan hasil yang lebih robust, terutama dalam menghadapi kondisi pasar yang sangat dinamis (Algdamsi et al., 2019). *Monte Carlo Simulation* juga lebih fleksibel dibandingkan dengan *VaR*, karena dapat digunakan untuk berbagai jenis risiko, seperti risiko pasar, risiko proyek, dan risiko operasional (Loizou & French, 2012).

Tabel berikut menggambarkan perbandingan antara *VaR* dan *Monte Carlo Simulation* berdasarkan beberapa aspek penting. *VaR* sering mengasumsikan distribusi normal untuk pengembalian, sedangkan *Monte Carlo Simulation* tidak terbatas pada distribusi normal dan dapat menggunakan berbagai distribusi untuk mensimulasikan hasil (Micán et al., 2023). Selain itu, *VaR* kurang akurat dalam mengestimasi risiko ekstrem, sedangkan *Monte Carlo Simulation* lebih baik dalam memperhitungkan risiko ekstrem (Loizou & French, 2012). *VaR* juga terbatas oleh data historis yang tersedia, sementara *Monte Carlo Simulation* dapat mengatasi keterbatasan data dengan menghasilkan berbagai skenario yang lebih fleksibel (Micán et al.,

2023). Dengan demikian, *Monte Carlo Simulation* menawarkan berbagai keunggulan dibandingkan dengan metode *VaR*, terutama dalam analisis risiko yang lebih komprehensif dan akurat.

*Monte Carlo Simulation* adalah metode statistik yang digunakan untuk memodelkan probabilitas berbagai hasil dalam proses yang tidak dapat diprediksi secara deterministik. Metode ini didasarkan pada teorema limit dalam teori probabilitas, yang menyatakan bahwa nilai rata-rata dari hasil eksperimen yang dilakukan berulang kali akan mendekati nilai konstan tertentu seiring dengan peningkatan jumlah eksperimen (Trofimets & Trofimets, 2022). Dalam simulasi ini, nilai deterministik dalam persamaan digantikan dengan nilai probabilistik, dan hasilnya dihitung melalui sampling acak dari distribusi probabilitas yang ditentukan. *Monte Carlo Simulation* sering digunakan untuk mengevaluasi estimasi statistik, memodelkan proses stokastik, serta menyelesaikan masalah kompleks yang tidak dapat diselesaikan dengan metode analitik tradisional (Dapor, 2017). Metode ini memerlukan penggunaan komputer untuk melakukan sejumlah besar eksperimen yang memungkinkan untuk mendapatkan hasil signifikan secara statistik dalam waktu yang relatif singkat (Trofimets & Trofimets, 2022).

Beberapa penelitian telah menerapkan *Monte Carlo Simulation* untuk mengestimasi risiko portofolio saham di pasar modal Indonesia. Salah satunya adalah studi yang menganalisis *Value at Risk* (*VaR*) dari saham maskapai penerbangan Indonesia, seperti PT Garuda Indonesia dan PT AirAsia Indonesia. Penelitian ini menggunakan data return harian dan menunjukkan bahwa meskipun PT Garuda Indonesia memiliki return yang lebih tinggi, saham ini juga memiliki volatilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan PT AirAsia Indonesia. Portofolio yang terdiversifikasi dengan bobot yang sama menunjukkan manfaat diversifikasi yang signifikan, dengan nilai *VaR* yang positif pada semua tingkat kepercayaan, menunjukkan perlindungan downside yang kuat (Syahchari & Hapsari, 2022).

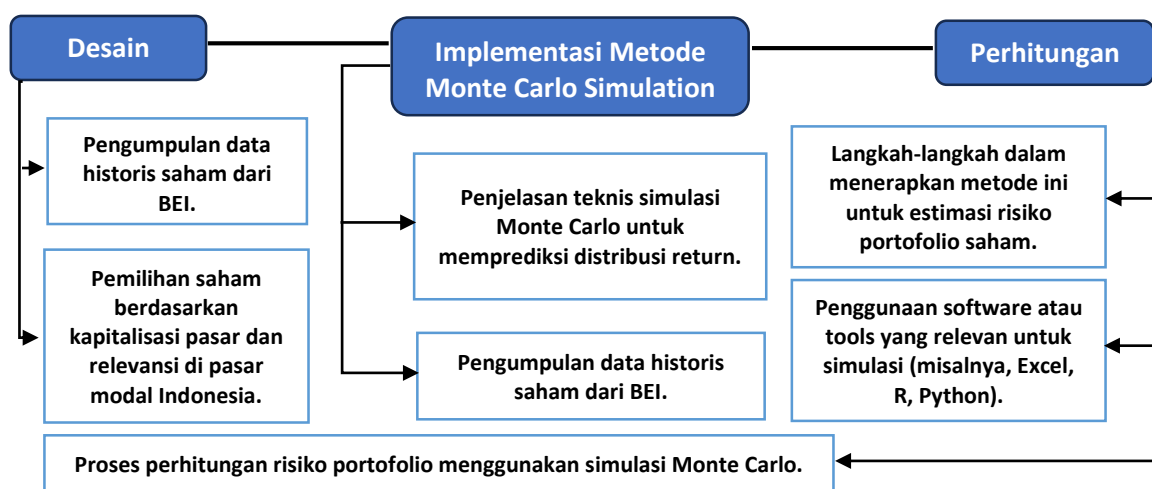
Penerapan *Monte Carlo Simulation* juga telah dilakukan dalam menghitung *VaR* untuk portofolio saham di sektor telekomunikasi di Bursa Efek Indonesia, termasuk saham PT Smartfren Telecom Tbk, PT Indosat Tbk, dan PT XL Axiata Tbk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa investasi pada saham-saham ini dapat menyebabkan kerugian, dengan nilai *VaR* yang menunjukkan potensi kerugian maksimum yang signifikan (Hersugondo, Ghozali, Handriani, Trimono, & Pamungkas, 2022). Penelitian lain pada sektor properti dan real estate, seperti saham PT Pollux Property Indonesia Tbk dan PT Bumi Serpong Damai Tbk, juga menunjukkan potensi kerugian yang signifikan, dengan nilai *VaR* yang menggambarkan kerugian maksimum yang dapat terjadi dari investasi di saham-saham tersebut (Syahchari & Hapsari, 2022).

Selain itu, penelitian juga dilakukan dengan menggunakan *Monte Carlo Simulation* untuk memprediksi harga dan risiko kerugian dari *Jakarta Islamic Index* (JKII). Hasilnya menunjukkan bahwa metode ini sangat akurat dalam memprediksi harga dan risiko kerugian, dengan nilai *VaR* yang menunjukkan potensi kerugian pada berbagai tingkat kepercayaan (Hersugondo et al., 2022). Ini menunjukkan bahwa *Monte Carlo Simulation* dapat digunakan untuk memodelkan berbagai kemungkinan hasil dan memberikan estimasi risiko yang lebih komprehensif dan realistis, bahkan dalam kondisi pasar yang volatil.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data historis saham dari Bursa Efek Indonesia (BEI) untuk menganalisis risiko portofolio. Pemilihan saham didasarkan pada kapitalisasi pasar dan relevansi di pasar modal Indonesia, fokus pada sektor-sektor besar seperti telekomunikasi dan properti. *Monte Carlo Simulation* diterapkan untuk memprediksi distribusi return dan mengestimasi risiko portofolio saham. Metode ini menggantikan nilai deterministik dalam perhitungan dengan nilai probabilistik, menggunakan sampling acak berdasarkan distribusi probabilitas yang ditentukan dari data historis. Proses ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak seperti Excel, R, atau Python untuk menjalankan simulasi ribuan skenario dan menghasilkan distribusi return portofolio yang lebih akurat.

Setelah simulasi, *Value at Risk* (VaR) dihitung untuk menentukan potensi kerugian maksimum pada berbagai tingkat kepercayaan. Dengan cara ini, *Monte Carlo Simulation* memberikan estimasi risiko yang lebih komprehensif dibandingkan dengan metode tradisional, karena mampu menangani ketidakpastian pasar dan menghasilkan skenario yang lebih realistis.



Gambar 1. Diagram lir Metodologi Penelitian.

## **Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan data historis saham yang diambil dari Bursa Efek Indonesia (BEI) untuk menganalisis dan mengestimasi risiko portofolio saham. Data historis yang digunakan meliputi harga saham harian, yang akan digunakan untuk menghitung distribusi return dan variabilitas pengembalian portofolio. Pemilihan saham untuk analisis dilakukan berdasarkan kapitalisasi pasar dan relevansi saham di pasar modal Indonesia, yang mencakup saham-saham besar dan sektor-sektor yang memiliki potensi dampak besar terhadap pasar, seperti sektor telekomunikasi, properti, dan saham syariah. Pemilihan saham dengan karakteristik ini bertujuan untuk mencerminkan potensi risiko yang lebih tinggi dan memastikan relevansi penelitian dengan kondisi pasar saat ini.

## **Implementasi Metode *Monte Carlo Simulation***

Metode *Monte Carlo Simulation* digunakan untuk memprediksi distribusi return portofolio saham dan mengestimasi risiko yang terkait. *Monte Carlo Simulation* memungkinkan pembuatan berbagai skenario hasil yang berbeda dengan menggunakan input probabilistik untuk menggantikan nilai deterministik dalam perhitungan. Simulasi ini dilakukan dengan mensampling acak dari distribusi probabilitas yang ditentukan berdasarkan data historis return saham. Langkah pertama dalam implementasi adalah mendefinisikan distribusi probabilitas untuk masing-masing saham dalam portofolio, seperti distribusi normal atau distribusi lainnya yang sesuai. Selanjutnya, langkah-langkah berikut dilakukan: (1) Menentukan parameter distribusi untuk setiap saham, (2) Mensimulasikan hasil return menggunakan distribusi yang telah ditentukan, dan (3) Mengulangi simulasi untuk ribuan skenario untuk memperoleh distribusi return portofolio.

Untuk menjalankan simulasi ini, digunakan perangkat lunak seperti Excel, R, atau Python, yang menyediakan fungsi dan pustaka untuk menjalankan *Monte Carlo Simulation* secara efisien. Alat-alat ini memungkinkan analisis data besar dan simulasi yang lebih cepat untuk mendapatkan hasil yang signifikan secara statistik.

## **Perhitungan Risiko**

Setelah melakukan simulasi *Monte Carlo*, langkah berikutnya adalah menghitung risiko portofolio menggunakan estimasi *Value at Risk* (VaR). *VaR* digunakan untuk mengukur potensi kerugian maksimum yang dapat diterima oleh investor dalam periode waktu tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu. Proses perhitungan ini melibatkan analisis distribusi return yang dihasilkan dari simulasi untuk menentukan potensi kerugian pada berbagai tingkat kepercayaan. Dalam penelitian ini, *VaR* dihitung berdasarkan ribuan skenario hasil simulasi yang dihasilkan oleh *Monte Carlo Simulation*, memberikan gambaran yang lebih komprehensif

tentang potensi kerugian portofolio di pasar yang volatil. Dengan demikian, metode *Monte Carlo Simulation* tidak hanya memberikan estimasi risiko yang lebih baik tetapi juga mengatasi keterbatasan data historis dengan menghasilkan banyak skenario yang dapat mencerminkan ketidakpastian pasar.

#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

##### **Hasil**

Hasil simulasi *Monte Carlo* pada portofolio saham yang diteliti menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam potensi risiko antara saham-saham dengan kapitalisasi pasar besar dan kecil. Pada saham berkapitalisasi besar, seperti yang ada di sektor telekomunikasi dan properti, risiko portofolio cenderung lebih stabil. Sebaliknya, saham dengan kapitalisasi pasar kecil menunjukkan volatilitas yang lebih tinggi, dengan fluktuasi yang lebih besar pada harga saham, yang meningkatkan risiko portofolio. Sebagai contoh, portofolio yang mencakup saham PT Garuda Indonesia menunjukkan return yang lebih tinggi, tetapi juga disertai dengan volatilitas yang lebih besar dibandingkan dengan saham seperti PT AirAsia Indonesia yang memiliki volatilitas lebih rendah namun return yang juga lebih rendah.

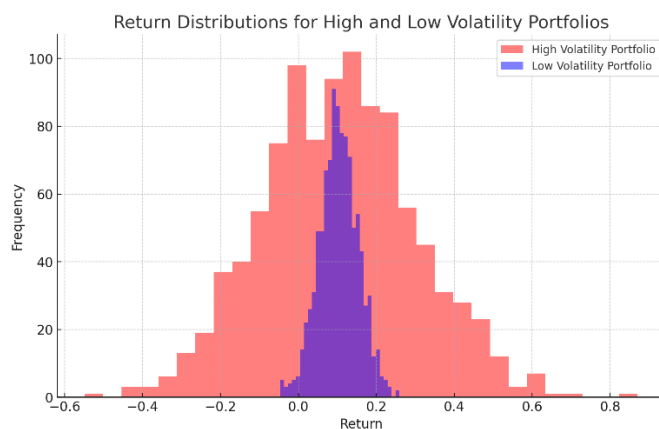
Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa diversifikasi portofolio dengan mencampurkan saham-saham dengan kapitalisasi pasar besar dan kecil dapat memberikan manfaat dalam mengurangi risiko keseluruhan. Dalam simulasi *Monte Carlo*, portofolio yang lebih terdiversifikasi menunjukkan penurunan risiko yang signifikan meskipun melibatkan saham dengan volatilitas yang lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa diversifikasi yang tepat dapat mengurangi potensi kerugian besar yang mungkin terjadi pada portofolio yang hanya berfokus pada saham dengan kapitalisasi besar atau kecil saja.

##### **Pembahasan**

Jika dibandingkan dengan metode *Value at Risk* (VaR) tradisional, hasil simulasi *Monte Carlo* menunjukkan keunggulan dalam memberikan estimasi risiko yang lebih komprehensif. *VaR* seringkali mengasumsikan distribusi normal dari pengembalian saham, yang tidak selalu mencerminkan realitas pasar yang sangat dinamis, terutama dalam kondisi pasar yang volatile. Sebaliknya, *Monte Carlo Simulation* menggunakan berbagai distribusi probabilitas untuk mensimulasikan berbagai skenario hasil, yang memungkinkan untuk memperhitungkan berbagai kondisi pasar yang lebih luas dan ketidakpastian yang lebih besar. Meskipun *VaR* lebih mudah diterapkan dan memberikan hasil yang lebih cepat, metode ini terbatas pada data historis dan lebih fokus pada estimasi risiko yang lebih umum tanpa memperhitungkan kemungkinan kejadian ekstrem yang jarang terjadi.

*Monte Carlo Simulation* juga memiliki keuntungan dalam hal fleksibilitas dan kemampuannya untuk menghasilkan banyak skenario berdasarkan input yang ditentukan. Hal ini memberikan gambaran yang lebih mendalam tentang potensi kerugian dan risiko lainnya dalam portofolio saham, yang sulit dilakukan dengan metode *VaR*. Dengan ribuan skenario yang dihasilkan, *Monte Carlo Simulation* memberikan pemahaman yang lebih jelas tentang risiko yang dapat terjadi dalam berbagai kondisi pasar. Ini sangat penting untuk membantu investor memahami potensi risiko yang dihadapi oleh portofolio mereka, terutama ketika pasar mengalami volatilitas tinggi.

Temuan utama dalam penelitian ini adalah bahwa saham berkapitalisasi kecil memiliki risiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan saham berkapitalisasi besar, terutama dalam hal volatilitas. Hal ini memberikan implikasi penting bagi investor yang mengelola portofolio mereka, karena saham dengan kapitalisasi pasar kecil cenderung lebih berisiko dan memerlukan strategi diversifikasi yang lebih hati-hati. Dengan menggunakan *Monte Carlo Simulation*, investor dapat lebih mudah memperkirakan potensi kerugian dan merencanakan strategi mitigasi risiko yang lebih baik. Oleh karena itu, hasil temuan ini dapat membantu investor dalam mengambil keputusan yang lebih terinformasi dan strategis di pasar modal Indonesia, khususnya dalam memilih saham yang akan dimasukkan ke dalam portofolio mereka.



**Gambar 2.** Diagram Return Distributions for High and Low Volatility Portfolios.

Gambar grafik di atas yang membandingkan distribusi return untuk dua portofolio yang memiliki volatilitas tinggi dan rendah. Portofolio dengan volatilitas tinggi (diwakili oleh warna merah) menunjukkan penyebaran return yang lebih lebar, mencerminkan tingkat fluktuasi yang lebih besar dalam harga saham. Sebaliknya, portofolio dengan volatilitas rendah (diwakili oleh warna biru) menunjukkan distribusi yang lebih terpusat, menunjukkan kestabilan yang lebih tinggi dalam hasil return.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan diskusi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Monte Carlo Simulation* sangat efektif dalam estimasi risiko portofolio saham di pasar modal Indonesia. Metode ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai distribusi return dan risiko yang terkait, serta mampu mengakomodasi ketidakpastian dan volatilitas pasar yang tinggi. Dibandingkan dengan metode tradisional seperti *Value at Risk* (VaR), *Monte Carlo Simulation* lebih fleksibel dalam memperhitungkan berbagai kondisi pasar dan menghasilkan simulasi risiko yang lebih akurat, terutama dalam menghadapi situasi pasar yang sangat dinamis. Hasil simulasi ini juga mengungkapkan bahwa saham berkapitalisasi kecil cenderung memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan dengan saham berkapitalisasi besar, yang mengarah pada perlunya strategi diversifikasi yang lebih cermat dalam pengelolaan portofolio.

### Saran

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar investor menggunakan *Monte Carlo Simulation* sebagai alternatif untuk analisis risiko portofolio yang lebih akurat. Dengan kemampuan simulasi yang lebih dinamis dan fleksibel, metode ini dapat membantu investor dalam membuat keputusan yang lebih informatif dan mengelola risiko dengan lebih baik, terutama di pasar yang fluktuatif seperti pasar modal Indonesia. Selain itu, untuk penelitian lebih lanjut, disarankan agar *Monte Carlo Simulation* diterapkan pada sektor-sektor lain di pasar modal Indonesia atau menggunakan data yang lebih variatif, guna memperoleh gambaran yang lebih luas mengenai estimasi risiko portofolio dalam konteks yang lebih beragam. Penelitian ini juga dapat dikembangkan untuk membandingkan hasil simulasi dengan metode lainnya yang lebih canggih, seperti algoritma pembelajaran mesin, untuk meningkatkan akurasi prediksi risiko.

## DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, M., Soeparno, H., & Napitupulu, T. A. (2020). Stock trading alert: With fuzzy knowledge-based systems and technical analysis. *2020 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI 2020)*, 155–160. <https://doi.org/10.1109/ICITSI50517.2020.9264914>
- Algdamsi, H., Amtereg, A., Agnia, A., Alusta, J., & Alkouh, A. (2019). Evaluation of probability point estimate methods for uncertainty analysis of hydrocarbon in place as an alternative technique to Monte Carlo Simulation. *Society of Petroleum Engineers - Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference (ADIP 2019)*. <https://doi.org/10.2118/197487-MS>

- Chou, Y.-H., Kuo, S.-Y., & Lo, Y.-T. (2017). Portfolio optimization based on funds standardization and genetic algorithm. *IEEE Access*, 5, 21885–21900. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2756842>
- Khoa, B. T., & Huynh, T. T. (2023). The value premium and uncertainty: An approach by support vector regression algorithm. *Cogent Economics and Finance*, 11(1), 2191459. <https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2191459>
- Layyinaturrobianiyah, L., Herwany, A., & Zarkasih, M. (2016). The comparison of explanatory power of volatility index (VIX) and GARCH model in predicting future volatility (empirical studies on the Indonesian stock market). *Academy of Strategic Management Journal*, 15(Specialissue3), 230–238.
- Loizou, P., & French, N. (2012). Risk and uncertainty in development: A critical evaluation of using the Monte Carlo Simulation method as a decision tool in real estate development projects. *Journal of Property Investment & Finance*, 30(2), 198–210. <https://doi.org/10.1108/14635781211206922>
- Mican, C., Fernandes, G., & Araújo, M. (2021). A method for project portfolio risk assessment considering risk interdependencies: A network perspective. *Procedia Computer Science*, 196, 948–955. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.096>
- Micán, C., Fernandes, G., & Araújo, M. (2023). Modeling the risk of an organizational development portfolio. *Procedia Computer Science*, 219, 1930–1937. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.492>
- Page, S. (2013). How to combine long and short return histories efficiently. *Financial Analysts Journal*, 69(1), 45–52. <https://doi.org/10.2469/faj.v69.n1.3>
- Ratih, I. D., Ulama, B. S. S., & Prastuti, M. (2018). Value-at-risk analysis using ARMAX GARCHX approach for estimating risk of banking subsector stock return's. *Journal of Physics: Conference Series*, 974(1), 012029. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/974/1/012029>
- Riaman, S., Supian, S., & Sukono, B. A. T. (2020). Estimated value at risk in stock investments in an insurance company using the extreme value theory method. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 59, 1872–1881. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85105570743&partnerID=40&md5=d23ed09dff5be4c170a5a22caca58472>
- Rosha, M., & Arnellis, A. (2021). Portfolio optimization through MPT on any economic situation on Indonesian Stock Exchange (2010–2020). *Journal of Physics: Conference Series*, 1742(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1742/1/012016>
- Sinha, P., & Agnihotri, S. (2015). Impact of non-normal return and market capitalization on estimation of VaR. *Journal of Indian Business Research*, 7(3), 222–242. <https://doi.org/10.1108/JIBR-12-2014-0090>
- Syahchari, D. H., & Hapsari, A. W. (2022). Utilizing Monte Carlo Simulation to determine value at risk in the wireless telecommunications industry. *8th International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET 2022)*. <https://doi.org/10.1109/ICEET56468.2022.10007118>
- Syahchari, D. H., & Woro Hapsari, A. (2022). Identifying value at risk in the real estate sector through the application of Monte Carlo Simulation. *Proceedings of the 4th International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS 2022)*, 111–117. <https://doi.org/10.1109/ICIMCIS56303.2022.10017562>

- Torun, M. U., Akansu, A. N., & Avellaneda, M. (2011). Portfolio risk in multiple frequencies. *IEEE Signal Processing Magazine*, 28(5), 61–71. <https://doi.org/10.1109/MSP.2011.941552>
- Uppal, J. Y., & Mudakkar, S. R. (2014). Challenges in the application of extreme value theory in emerging markets: A case study of Pakistan. *Contemporary Studies in Economic and Financial Analysis*, 96, 417–437. <https://doi.org/10.1108/S1569-375920140000096018>