

Responsi Pemodelan dan Simulasi

Laporan Analisis Prediksi Saham Intel dengan Simulasi Monte Carlo Geometric Brownian Motion (GBM)



Disusun Oleh :

Nama : Zaki Elias Al Haqqani Kudus

NIM : L0224039

PROGRAM STUDI SAINS DATA

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS DATA

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

2025

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pasar saham merupakan salah satu instrumen keuangan yang memiliki karakteristik utama berupa ketidakpastian dan volatilitas yang tinggi. Pergerakan harga saham dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang bersifat fundamental seperti kinerja perusahaan, kondisi makroekonomi, dan kebijakan moneter, maupun faktor non-fundamental seperti sentimen pasar dan perilaku investor. Kondisi tersebut menyebabkan harga saham sulit diprediksi secara pasti, sehingga diperlukan pendekatan kuantitatif yang mampu menangkap unsur ketidakpastian dalam pergerakan harga.

Pendekatan statistik dan matematika telah banyak digunakan dalam analisis keuangan untuk memodelkan dinamika harga saham. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah simulasi Monte Carlo, yaitu metode numerik yang memanfaatkan bilangan acak untuk mensimulasikan berbagai kemungkinan skenario di masa depan. Metode ini memungkinkan analisis untuk tidak hanya memperoleh satu nilai prediksi harga, tetapi juga distribusi kemungkinan harga saham, sehingga risiko dan ketidakpastian dapat dianalisis secara lebih komprehensif.

Dalam konteks pasar modal, simulasi Monte Carlo sering dikombinasikan dengan model Geometric Brownian Motion (GBM). Model GBM mengasumsikan bahwa return logaritmik harga saham berdistribusi normal dengan parameter drift dan volatilitas yang konstan. Model ini banyak digunakan dalam literatur keuangan karena mampu merepresentasikan karakteristik utama harga saham, seperti sifat non-negatif dan efek pertumbuhan eksponensial.

Penelitian ini menggunakan saham Intel Corporation (INTC) sebagai objek kajian. Intel merupakan salah satu perusahaan teknologi besar yang sahamnya diperdagangkan secara aktif di pasar modal Amerika Serikat. Pergerakan harga saham INTC mencerminkan dinamika sektor teknologi yang sensitif terhadap inovasi, kondisi ekonomi global, serta perubahan kebijakan industri semikonduktor. Oleh karena itu, saham INTC menjadi objek yang relevan untuk dianalisis menggunakan pendekatan simulasi Monte Carlo berbasis Geometric Brownian Motion.

Dengan memanfaatkan data historis harga saham INTC dan pendekatan Monte Carlo, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kemungkinan pergerakan harga saham di masa depan, sekaligus menunjukkan bagaimana metode matematika dan statistik dapat diterapkan dalam analisis pasar keuangan.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan analisis ini yakni :

1. Menerapkan metode simulasi Monte Carlo berbasis Geometric Brownian Motion untuk memodelkan pergerakan harga saham Intel Corporation (INTC).
2. Mengestimasi parameter return dan volatilitas saham INTC berdasarkan data historis harga saham.
3. Menganalisis hasil simulasi Monte Carlo dalam bentuk jalur harga (price paths) dan distribusi kemungkinan harga saham di masa depan.

2. Metodologi

2.1. Alat dan Bahan

1. Bahasa Pemrograman yang digunakan adalah Python versi 3.12.6.
2. Library : Pandas (manipulasi data), Numpy (operasi matematika), Matplotlib (visualisasi), yfinance (mengambil dataset).
3. Dataset : menggunakan closed price saham Intel Corporation dari tahun 1 Januari 2023 - 14 Desember 20205

2.2. Penjelasan Variabel

Variabel dibagi menjadi 3 jenis yakni variabel input, variabel proses, dan variabel output.

2.2.1. Variabel Input

1. Harga Saham Penutupan (last_prices)

Harga penutupan harian saham Intel Corporation (INTC) yang diperoleh dari data historis. Variabel ini menjadi dasar dalam perhitungan return dan simulasi harga saham.

2. Log Return

Log return merupakan return logaritmik yang dihitung dari harga saham penutupan harian

3. Jumlah Simulasi Monte Carlo (num_simulations)

Banyaknya simulasi yang dilakukan

4. Jumlah Hari Simulasi (num_days)

jumlah hari yang disimulasikan

2.2.2. Variabel Proses

1. Rata - rata log return

Nilai rata-rata dari log return harian yang digunakan sebagai parameter *drift* (μ) dalam model Geometric Brownian Motion. Parameter ini mencerminkan kecenderungan pertumbuhan harga saham.

2. Volatilitas

Volatilitas dihitung sebagai simpangan baku dari log return harian. Parameter ini merepresentasikan tingkat risiko atau fluktuasi harga saham.

3. Langkah Waktu (dt)

Parameter waktu dalam simulasi GBM yang menyatakan interval antar langkah simulasi.

2.2.3. Variabel Output

1. Harga Saham Simulasi

Jalur harga saham yang dihasilkan dari simulasi Monte Carlo berbasis GBM. Setiap jalur merepresentasikan satu kemungkinan pergerakan harga saham di masa depan.

2. Visualisasi Jalur Harga

Grafik yang menampilkan berbagai jalur harga hasil simulasi Monte Carlo untuk menggambarkan variasi dan volatilitas pergerakan harga saham.

2.3. Alur Kerja

1. Pengumpulan Data : mengimpor data saham Intel Corporate dari tanggal 1 Januari 2023 - 14 Desember 2025
2. Menghitung Log return : Menghitung Log return untuk melihat persentase perubahan harga
3. Menghitung volatilitas harian : Setelah log return didapatkan dilanjutkan menghitung volatilitas harga harian dari saham
4. Menjalankan simulasi monte carlo : menggunakan parameter geometric brownian motion yang sudah disiapkan (rata-rata log return, volatilitas harian, dan langkah waktu) untuk jalankan simulasi monte carlo
5. Visualisasi dan analisis hasil : Hasil divisualisasikan dalam grafik bentuk jalur harga

3. Implementasi Simulasi Monte Carlo

3.1. Pengambilan Data dan Persiapan data

Tahap awal implementasi adalah pengambilan data historis harga saham Intel Corporation (INTC). Data diambil menggunakan library *yfinance* dengan frekuensi harian. Variabel harga yang digunakan adalah harga penutupan (*closing price*), karena merepresentasikan harga konsensus pasar pada akhir hari perdagangan.

Setelah data diperoleh, dilakukan proses pembersihan data untuk memastikan tidak terdapat nilai kosong (*missing values*). Data harga penutupan kemudian disusun dalam bentuk deret waktu dan digunakan sebagai dasar perhitungan return.

3.2. Menghitung Log return

Log return dihitung dari data harga penutupan harian menggunakan persamaan:

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

Log return digunakan karena memiliki sifat aditif terhadap waktu dan secara empiris lebih mendekati distribusi normal dibandingkan return sederhana. Asumsi ini sejalan dengan dasar teoritis model Geometric Brownian Motion. Hasil perhitungan log return selanjutnya digunakan untuk mengestimasi parameter model, yaitu rata-rata return dan volatilitas.

3.3. Estimasi Parameter Geometric Brownian Motion

Model Geometric Brownian Motion memerlukan dua parameter utama, yaitu *drift* (μ) dan volatilitas (σ). Pada penelitian ini:

- Parameter μ diestimasi sebagai nilai rata-rata dari log return harian.
- Parameter σ diestimasi sebagai simpangan baku (standar deviasi) dari log return harian.

Kedua parameter tersebut diasumsikan konstan selama periode simulasi, sesuai dengan asumsi dasar GBM yang banyak digunakan dalam penelitian keuangan.

3.4. Implementasi dengan model GBM

Simulasi Monte Carlo dilakukan dengan menghasilkan sejumlah jalur harga saham di masa depan berdasarkan model GBM. Secara matematis, pergerakan harga saham dimodelkan dengan persamaan diskrit sebagai berikut:

$$S_{t+1} = S_t((\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t}Z_t)$$

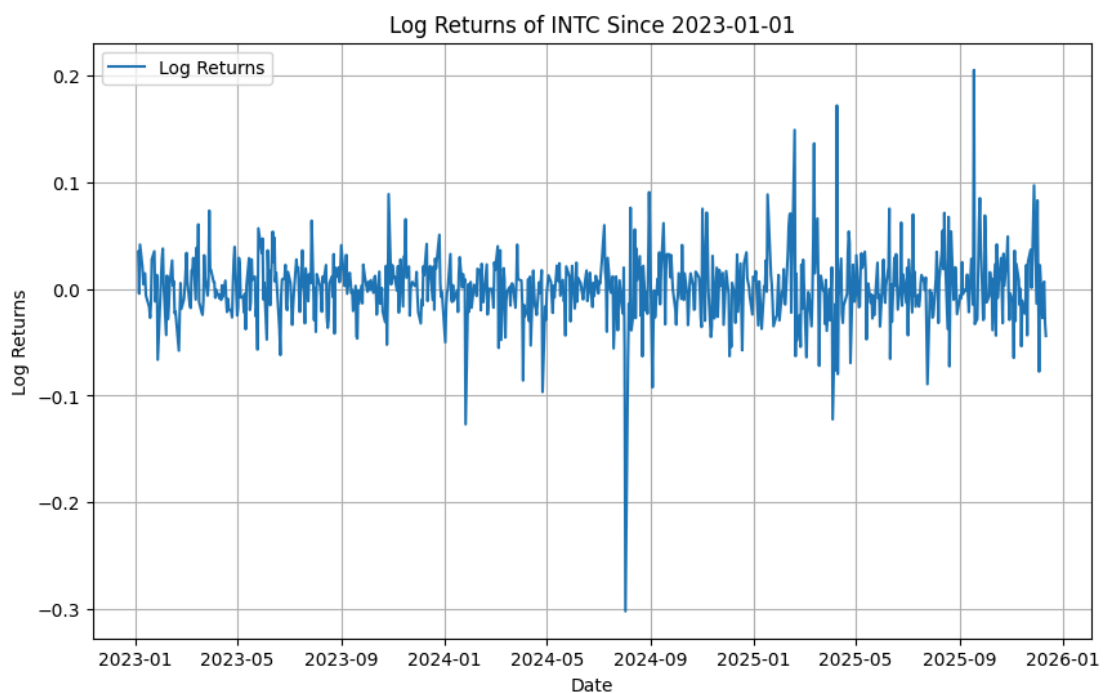
di mana:

- S_t adalah harga saham pada waktu ke- t ,
- μ adalah rata-rata log return,
- σ adalah volatilitas,
- Δt adalah langkah waktu,
- Z_t adalah bilangan acak yang mengikuti distribusi normal standar.

Dalam implementasi ini, langkah waktu ditetapkan $\Delta t=1$, yang merepresentasikan satu hari perdagangan. Jumlah hari simulasi (*num_days*) menunjukkan horizon waktu prediksi, sedangkan jumlah simulasi (*num_simulations*) menentukan banyaknya jalur harga yang dihasilkan.

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah data harga saham Intel Corporation (INTC) di impor, kemudian dilakukan perhitungan log return. Adapun grafik dari log return harga saham Intel Corporation (INTC) sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik log return saham Intel Corporation (INTC)

Rata-rata log returns berkumpul tampak berkumpul di sekitar angka nol, yang merupakan hal yang wajar untuk yang telah diperdagangkan dalam jangka waktu yang cukup lama. yang mana setelah log return didapatkan dilanjutkan dengan mencari volatilitas, yakni standar deviasi dari log return. hasil dari volatilitas harga ada di angka 3,32 % per hari nya

```
def volatility_calc(lr):  
    daily_volatility = np.std(lr)  
    return daily_volatility  
  
log_return = log_returns(data)  
print(volatility_calc(log_return))
```

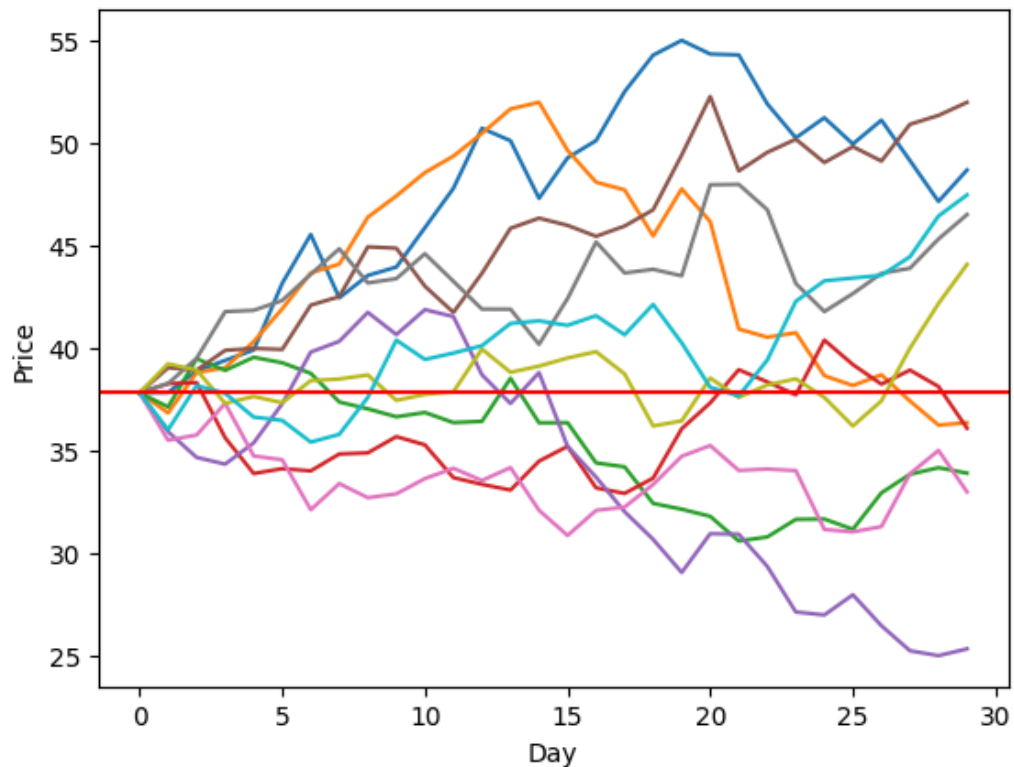
Gambar 2. Code volatilitas harga

0.03326481802242398

Gambar 3. nominal volatilitas harga saham

Berikutnya dilanjutkan dengan menjalankan simulasi monte carlo dengan model geometric brownian motion. Hasil simulasi divisualisasikan dalam bentuk grafik jalur harga (*price paths*) yang merepresentasikan berbagai kemungkinan pergerakan harga saham Intel Corporation (INTC) dalam horizon waktu 30 hari perdagangan. Berikut hasil visualisasinya.

Monte Carlo Simulation for: INTC



Gambar 4. Visualisasi simulasi monte carlo dengan GBM

Pada hari ke-0, seluruh jalur simulasi bertemu pada satu titik yang sama, yaitu harga saham awal (*last price*). Seiring bertambahnya waktu hingga hari ke-30, jalur harga semakin menyebar.

Berdasarkan grafik simulasi, terlihat bahwa sebagian besar jalur harga berada di sekitar atau sedikit di atas harga awal. Meskipun terdapat jalur yang mengalami penurunan cukup signifikan, terdapat pula jalur yang menunjukkan kenaikan harga. Kondisi ini mengindikasikan bahwa nilai rata-rata log return (μ) yang digunakan dalam simulasi relatif kecil dan cenderung positif. Pola tersebut mencerminkan karakteristik saham Intel Corporation (INTC) sebagai saham perusahaan besar (*mature company*), yang umumnya tidak menunjukkan pertumbuhan ekstrem dalam jangka pendek, tetapi tetap memiliki potensi kenaikan dan penurunan harga yang realistis.

Dari hasil simulasi, terlihat adanya beberapa jalur ekstrem yang menunjukkan penurunan harga hingga sekitar 30–35% dari harga awal. Jalur-jalur ini merepresentasikan skenario risiko terburuk (*tail risk*) yang dapat terjadi akibat fluktuasi pasar yang tidak menguntungkan. Keberadaan jalur ekstrem tersebut menunjukkan bahwa meskipun rata-rata pergerakan harga cenderung stabil, risiko penurunan yang signifikan tetap ada dan perlu dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan investasi.

Selain risiko penurunan, simulasi juga menunjukkan adanya jalur harga yang mengalami kenaikan cukup signifikan hingga mendekati dua kali lipat harga awal. Hal ini mengindikasikan adanya potensi keuntungan (*upside potential*) meskipun probabilitasnya relatif lebih kecil.

5. Keterbatasan

Meskipun grafik jalur harga memberikan pemahaman intuitif mengenai dinamika dan ketidakpastian harga saham, hasil simulasi ini belum menyajikan ukuran statistik tambahan seperti nilai harapan (*expected price*), median, interval kepercayaan, maupun ukuran risiko seperti *Value at Risk* (VaR).

Oleh karena itu, hasil visualisasi ini lebih berfungsi sebagai alat eksploratif dan pemahaman awal terhadap perilaku harga saham, bukan sebagai dasar tunggal dalam pengambilan keputusan investasi.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode simulasi Monte Carlo berbasis *Geometric Brownian Motion* (GBM) dapat diterapkan secara efektif untuk memodelkan pergerakan harga saham Intel Corporation (INTC). Model ini mampu merepresentasikan sifat stokastik harga saham yang dipengaruhi oleh ketidakpastian dan volatilitas pasar.
2. Hasil simulasi menunjukkan bahwa seiring bertambahnya horizon waktu, ketidakpastian harga saham semakin meningkat, yang tercermin dari penyebaran jalur harga (*price paths*) yang semakin lebar. Pola ini konsisten dengan teori keuangan dan karakteristik model GBM.
3. Simulasi Monte Carlo menghasilkan berbagai skenario pergerakan harga saham, baik skenario kenaikan maupun penurunan harga. Hal ini menunjukkan bahwa metode ini tidak memberikan satu nilai prediksi tunggal, melainkan distribusi kemungkinan harga saham di masa depan.