

PENENTUAN *VALUE AT RISK* DAN *TAIL VALUE AT RISK RETURN* SAHAM BAYER MENGUNAKAN *HIDDEN MARKOV MODEL*

REZA TRI AHMAD RAMADHAN



**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penentuan *Value at Risk* dan *Tail Value at Risk Return* Saham Bayer Menggunakan *Hidden Markov Model*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Maret 2025

Reza Tri Ahmad Ramadhan
G5402211005

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

REZA TRI AHMAD RAMADHAN. Penentuan *Value at Risk* dan *Tail Value at Risk Return* Saham Bayer Menggunakan *Hidden Markov Model*. Dibimbing oleh BERLIAN SETIAWATY.

Penelitian ini memodelkan harga saham Bayer yang disesuaikan menggunakan *Hidden Markov Model* (HMM) kemudian menentukan *Value at Risk* (VaR) dan *Tail Value at Risk Return* (TVaR) dari *return*. Data dibagi menjadi data latih dan data uji. Metode yang digunakan dalam pemodelan adalah menentukan parameter HMM diskret dari data kemudian mengembangkannya menjadi HMM kontinu dengan menentukan sebaran data yang dibangkitkan pada setiap *hidden state*. Harga saham akhir didapatkan dari rata-rata 17 data harga yang dibangkitkan menggunakan HMM. Prediksi harga saham memberikan keakuratan terbaik saat durasi prediksi yang digunakan pendek, yakni satu bulan. Keakuratan prediksi berkurang seiring bertambahnya panjang durasi prediksi. *Return* kemudian dihitung menggunakan mekanisme *log return*. Nilai VaR dan TVaR dari *return* data latih memberikan keakuratan yang bervariasi dari sangat baik, baik, hingga layak. Pada data uji, keakuratan VaR dan TVaR bervariasi antara sangat baik dan baik. Secara keseluruhan, TVaR pada data uji memiliki keakuratan yang lebih baik dibandingkan VaR.

Kata kunci: Bayer, Harga Saham, *Hidden Markov Model* (HMM), *Tail Value at Risk* (TVaR), *Value at Risk* (VaR).

ABSTRACT

REZA TRI AHMAD RAMADHAN. Estimating Bayer Return Value at Risk and Tail Value at Risk Using Hidden Markov Model. Supervised by BERLIAN SETIAWATY.

This study models the adjusted stock price of Bayer using a Hidden Markov Model (HMM) and determines the Value at Risk (VaR) and Tail Value at Risk (TVaR) of return. Adjusted stock price data is divided into training and testing sets. The method in this study involves estimating the parameters of the discrete HMM from the data and then extending it to a continuous HMM by defining the distribution for each hidden state. The final stock price is obtained as the average of 17 price data points generated using the HMM. Stock price prediction achieves the highest accuracy when the prediction duration is short, specifically one month. The accuracy of the prediction decreases as the prediction duration increases. Returns are calculated using the log return formula. The VaR and TVaR values from the training data returns exhibit accuracy ranging from highly accurate to reasonable forecasting. In the testing data, the accuracy of VaR and TVaR varies between highly accurate and good forecasting. Overall, TVaR in the testing data demonstrates better accuracy compared to VaR.

Keywords: Bayer, Hidden Markov Model (HMM), Stock Price, Tail Value at Risk (TVaR), Value at Risk (VaR).



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**PENENTUAN *VALUE AT RISK*
DAN *TAIL VALUE AT RISK RETURN* SAHAM BAYER
MENGUNAKAN *HIDDEN MARKOV MODEL***

REZA TRI AHMAD RAMADHAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Aktuaria

**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Ir. Ngakan Komang Kutha Ardana, M.Sc.
2. Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S.

Judul Skripsi : Penentuan *Value at Risk* dan *Tail Value at Risk* Return Saham
Bayer Menggunakan *Hidden Markov Model*

Nama : Reza Tri Ahmad Ramadhan
NIM : G5402211005

Disetujui oleh

Pembimbing:
Dr. Dra. Berlian Setiawaty, M.S.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Aktuaria:
Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba DEA.
NIP. 196512181990021001



Tanggal Ujian:
26 Februari 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2024 sampai bulan Februari 2025 ini ialah ekonomi, keuangan, dan aktuarial, dengan judul “Penentuan *Value at Risk* dan *Tail Value at Risk Return* Saham Bayer Menggunakan *Hidden Markov Model*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Berlian Setiawaty, M. S. yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam kehidupan perkuliahan maupun dalam penyusunan karya ilmiah ini.
2. Papa (Muhammad Taufiq), mama (Vanny Indrawaty Butolo), kedua kakak saya (Rahmah Fauziyah dan Rahmih Yunisyah Mawaddah), serta seluruh keluarga dan kerabat yang selalu memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.
3. Seluruh dosen, staf, dan tenaga pendidik yang telah berpartisipasi langsung maupun tidak langsung pada penyelesaian tugas akademik ini.
4. Seluruh teman-teman yang menemani saya menjalani perkuliahan di IPB.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Maret 2025

Reza Tri Ahmad Ramadhan

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
II LANDASAN TEORI	3
2.1 Saham	3
2.2 Peubah Acak Kontinu	3
2.3 Peubah Acak Diskret	4
2.4 Proses Stokastik	5
2.5 <i>Hidden Markov Model</i>	5
2.6 Klasterisasi Data	7
2.7 Metode Kemungkinan Maksimum	8
2.8 <i>Akaike Information Criterion</i>	9
2.9 Uji Kolmogorov-Smirnov	9
2.10 <i>Mean Absolute Percentage Error</i>	9
2.11 <i>Value at Risk</i> dan <i>Tail Value at Risk</i>	10
III METODE PENELITIAN	12
3.1 Pengumpulan Data	12
3.2 Perangkat	12
3.3 Prosedur Kerja	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Eksplorasi Data	13
4.2 Penentuan Parameter HMM Kontinu dengan Diskretisasi	13
4.3 Pemodelan HMM Kontinu Berdasarkan Parameter HMM Diskret	14
4.4 Evaluasi Model HMM	16
4.5 <i>Log Return</i>	18
4.6 <i>Value at Risk</i>	19
4.7 <i>Tail Value at Risk</i>	20
V SIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Simpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	24
RIWAYAT HIDUP	26



DAFTAR TABEL

1	Interpretasi model prediksi berdasarkan nilai MAPE (Lewis 1982)	9
2	Nilai AIC hasil diskretisasi	14
3	Hasil uji KS untuk sebaran harga saham setiap <i>hidden state</i>	16
4	Nilai MAPE harga saham untuk data uji	17
5	Hasil VaR untuk data latih	19
6	Hasil VaR untuk data uji	19
7	Hasil TVaR untuk data latih	20
8	Hasil TVaR untuk data uji	20

DAFTAR GAMBAR

1	Harga penutupan yang disesuaikan saham Bayer	13
2	<i>Hidden state</i> pada saham Bayer berdasarkan model HMM diskret	15
3	Sebaran harga saham berdasarkan <i>hidden state</i>	15
4	Perbandingan harga saham aktual dan harga saham prediksi data latih	17
5	Perbandingan harga saham aktual dan harga saham prediksi data uji	17
6	Diagram garis <i>return</i> yang telah diurutkan (kiri) dan histogram frekuensi <i>return</i> (kanan) dari data uji	18
7	Diagram garis <i>return</i> yang telah diurutkan (kiri) dan histogram frekuensi <i>return</i> (kanan) dari data latih	18