

PEMODELAN *RETURN* SAHAM ASII MENGGUNAKAN *HIDDEN SEMI-MARKOV MODEL*

HANIFAH MUSLIMAH



**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pemodelan *Return Saham ASII Menggunakan Hidden Semi-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, 15 Mei 2026

Hanifah Muslimah
G5402221021



ABSTRAK

HANIFAH MUSLIMAH. Pemodelan *Return* Saham ASII Menggunakan *Hidden Semi-Markov Model*. Dibimbing oleh BERLIAN SETIAWATY.

Hidden Semi-Markov Model (HSMM) merupakan pengembangan dari *Hidden Markov Model* (HMM) yang memungkinkan pemodelan durasi *state* tersembunyi secara fleksibel, sehingga lebih realistis dalam merepresentasikan dinamika pasar saham yang fluktuatif. Penelitian ini memodelkan *return* harian saham PT Astra International Tbk (ASII) periode 26 Mei 2020 hingga 26 Mei 2025 menggunakan HSMM untuk mengidentifikasi karakteristik *state* tersembunyi kondisi pasar dan mengevaluasi kemampuan model dalam mereplikasi data historis. Model terbaik memiliki 3 *state* tersembunyi dengan sebaran observasi normal dan sebaran durasi binomial negatif. Evaluasi secara *in-sample* menggunakan uji Anderson-Darling membuktikan data simulasi mampu mereplikasi sebaran data historis dengan sangat baik. Model merepresentasikan kondisi pasar *bearish* (rata-rata durasi 1.22 hari), *sideways* (15.44 hari), dan *bullish* (1.25 hari) dengan pola transisi dominan *bearish-bullish-sideways* yang mengindikasikan pemulihan pasar yang cepat setelah guncangan negatif. Estimasi risiko yang akurat menggunakan *Value at Risk* (VaR) dan *Tail Value at Risk* (TVaR) ditunjukkan dengan nilai *Absolute Percentage Error* (APE) di bawah 10% pada seluruh tingkat kepercayaan.

Kata kunci: *hidden semi-Markov model*, kondisi pasar, *return* saham, *state* tersembunyi

ABSTRACT

HANIFAH MUSLIMAH. Daily Return Modeling of ASII Stock Using Hidden Semi-Markov Model. Supervised by BERLIAN SETIAWATY.

The Hidden Semi-Markov Model (HSMM) extends the Hidden Markov Model (HMM) by allowing flexible modeling of hidden state sojourn time distributions, making it more realistic in representing fluctuating stock market dynamics. This study models the daily returns of PT Astra International Tbk (ASII) stock from May 26, 2020 to May 26, 2025 using HSMM to identify hidden state characteristics and evaluate the model's ability to replicate historical data. The best model has 3 hidden states with normal observation distribution and negative binomial sojourn distribution. In-sample evaluation using the Anderson-Darling test confirms that simulated data successfully replicates the historical return distribution. The model represents bearish (average sojourn time 1.22 days), sideways (15.44 days), and bullish (1.25 days) market conditions, with a dominant bearish-bullish-sideways transition pattern indicating rapid market recovery following negative shocks. Risk estimation accuracy using Value at Risk (VaR) and Tail Value at Risk (TVaR) is demonstrated by Absolute Percentage Error (APE) values below 10% across all confidence levels.

Keywords: hidden semi-Markov model, hidden states, market conditions, stock returns



@Hak cipta milik IPB University

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 2026
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.



PEMODELAN *RETURN* SAHAM ASII MENGGUNAKAN *HIDDEN SEMI-MARKOV MODEL*

HANIFAH MUSLIMAH

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
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S.
- 2 Nur Agustiani, M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.



Judul Skripsi : *Pemodelan Return Saham ASII Menggunakan Hidden Semi-Markov Model*

Nama : Hanifah Muslimah

NIM : G5402221021

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing:

Dr. Dra. Berlian Setiawaty, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba DEA.

NIP. 196512181990021001

Tanggal Ujian: 9 Juni 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah ekonomi, keuangan, dan aktuarial, dengan judul “Pemodelan Return Saham ASII Menggunakan *Hidden Semi-Markov Model*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Berlian Setiawaty, M. S. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, arahan, serta saran dalam penyusunan karya ilmiah ini.
2. Ibu Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S. dan Ibu Nur Agustiani, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan untuk perbaikan penyusunan karya ilmiah ini.
3. Ayah, ibu, abang, kedua adik, serta seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya kepada penulis.
4. Seluruh dosen, staf, dan tenaga pendidik Program Studi Aktuarial SSMI IPB University atas bekal ilmu dan bantuan administratif selama masa perkuliahan hingga penyelesaian karya ilmiah ini.
5. Seluruh teman dekat yang senantiasa menemani, memberi semangat, dan berjuang bersama selama masa perkuliahan dari awal hingga akhir ini.
6. Adik-adik tingkat di HCD 2025 yang telah memberikan kepercayaan dan dukungan selama kepengurusan ASSA hingga akhir perkuliahan ini.
7. Rekan-rekan magang di Allianz serta rekan-rekan mahasiswa Aktuarial 59 yang telah berjuang bersama dalam menuntut ilmu.
8. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penulisan karya ilmiah ini.

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

Bogor, 15 Mei 2026

Hanifah Muslimah



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Return Saham</i>	3
2.2 Peubah Acak	3
2.3 Proses Stokastik, Rantai Markov, dan Rantai Semi-Markov	4
2.4 <i>Hidden Semi-Markov Model</i>	5
2.5 Metode Maksimum <i>Likelihood</i>	9
2.6 <i>Akaike Information Criterion</i>	9
2.7 Uji Anderson-Darling	10
2.8 <i>Value at Risk</i> dan <i>Tail Value at Risk</i>	10
2.9 <i>Absolute Percentage Error</i>	11
III METODE PENELITIAN	12
3.1 Data	12
3.2 Perangkat	12
3.3 Prosedur Kerja	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Deskripsi Data	13
4.2 Pemodelan <i>Hidden Semi-Markov Model</i>	14
4.3 Evaluasi Pemodelan <i>Hidden Semi-Markov Model</i>	16
4.4 Analisis Karakteristik <i>State</i> pada <i>Hidden Semi-Markov Model</i>	18
4.5 Estimasi Risiko Data Aktual dan Data Simulasi <i>Hidden Semi-Markov Model</i>	21
V SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Simpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	26
RIWAYAT HIDUP	44

DAFTAR TABEL

1	Kriteria interpretasi nilai APE	11
2	Statistik deskriptif data <i>return</i> harian saham ASII ($o_{1:1202}$)	14
3	Perbandingan kriteria informasi setiap kandidat model HSMM	15
4	Urutan <i>state</i> untuk 10 waktu t pertama ($\hat{x}_{1:10}$)	18
5	Statistik deskriptif setiap <i>state</i> berdasarkan sebaran observasi	19
6	Proporsi jenis <i>return</i> setiap <i>state</i>	19
7	Statistik deskriptif setiap <i>state</i> berdasarkan sebaran durasi	19
8	Peluang transisi antar <i>state</i>	20
9	Nilai VaR empiris dan simulasi	21
10	Nilai TVaR empiris dan simulasi	22

DAFTAR GAMBAR

1	Grafik pergerakan harga penutupan harian saham ASII	13
2	Grafik pergerakan <i>return</i> harian saham ASII ($o_{1:1202}$)	13
3	Histogram <i>return</i> harian saham ASII ($o_{1:1202}$)	14
4	Grafik <i>return</i> aktual dan simulasi yang telah diurutkan	17
5	Histogram <i>return</i> aktual dan simulasi	17
6	Visualisasi <i>state</i> ($\hat{x}_{1:1202}$) pada <i>return</i> harian saham ASII ($o_{1:1202}$)	20

DAFTAR LAMPIRAN

1	Urutan <i>state</i> $\hat{x}_{1:1202}$ hasil algoritma Viterbi	27
2	Kode untuk menentukan model HSMM terbaik pada perangkat lunak RStudio	42



@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.