



PENENTUAN PREMI TAHUNAN BERSIH PADA ASURANSI *LONG-TERM CARE* DENGAN SUKU BUNGA STOKASTIK MODEL *COX-INGERSOLL-ROSS*

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.

FAKHIRA ANNISA



**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 Premi Tahunan Bersih pada Asuransi *Long-Term Care* dengan Suku Bunga Stokastik Model *Cox-Ingersoll-Ross*” 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, Juli 2025

Fakhira Annisa
G5402211062

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.



ABSTRAK

FAKHIRA ANNISA. Penentuan Premi Tahunan Bersih pada Asuransi *Long-Term Care* dengan Suku Bunga Stokastik Model *Cox-Ingersoll-Ross*. Dibimbing oleh RUHIYAT dan NUR AGUSTIANI.

Seiring bertambahnya usia, risiko disabilitas pada usia lanjut turut meningkat sehingga mendorong kebutuhan akan asuransi *long term care* (LTC) sebagai perlindungan terhadap biaya perawatan jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan premi tahunan bersih LTC dengan pendekatan *multistate* berdasarkan data prevalensi disabilitas, serta mempertimbangkan ketidakpastian suku bunga melalui model stokastik *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR). Hasil pemodelan menunjukkan bahwa model CIR mampu memprediksi suku bunga *BI-7 Day Reverse Repo Rate* (BI7DRR) dengan akurasi yang baik, ditunjukkan oleh nilai MAPE sebesar 6.95% pada data *training* dan 3.7% pada data *testing*. Perbandingan premi menunjukkan bahwa penggunaan suku bunga stokastik CIR menghasilkan premi yang lebih rendah dibandingkan dengan suku bunga konstan, seiring dengan nilai faktor diskon yang lebih besar. Selain itu, penerapan skema kenaikan gaji tahunan menghasilkan premi awal yang lebih rendah. Meskipun begitu, nominal premi meningkat dan akan melebihi premi konstan pada tahun tertentu.

Kata kunci: asuransi LTC, model CIR, model *multistate*, premi, suku bunga stokastik

ABSTRACT

FAKHIRA ANNISA. Net Annual Premium Calculation for Long-Term Care Insurance under the Cox-Ingersoll-Ross Stochastic Interest Rate Model. Supervised by RUHIYAT and NUR AGUSTIANI.

As individuals age, the risk of disability in old age increases, thereby driving the need for Long-Term Care (LTC) insurance as financial protection against the high costs of long-term care services. This study aims to determine the annual net premium of LTC insurance using a multistate model based on adjusted disability prevalence data, while also incorporating interest rate uncertainty through the Cox-Ingersoll-Ross (CIR) stochastic interest rate model. The modeling results show that the CIR model is capable of predicting the BI-7 Day Reverse Repo Rate (BI7DRR) with good accuracy, indicated by MAPE values of 6.95% for training data and 3.7% for testing data. The premium comparison reveals that using the stochastic CIR model results in lower premiums compared to a constant interest rate assumption, due to the higher average discount factor. Furthermore, the implementation of an annual salary increase scheme leads to a lower initial premium. However, the nominal premium increases over time and eventually exceeds the constant premium at certain policy years.

Keywords: CIR model, interest rate, LTC insurance, multistate model, premium



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 PREMI TAHUNAN BERSIH PADA ASURANSI
LONG-TERM CARE DENGAN SUKU BUNGA STOKASTIK
MODEL *COX-INGERSOLL-ROSS***

FAKHIRA ANNISA

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

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



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 Pengujii pada Ujian Skripsi:
Dr. Berlian Setiawaty, M.S.

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.



Judul Skripsi : Penentuan Premi Tahunan Bersih pada Asuransi *Long-Term Care* dengan Suku Bunga Stokastik Model *Cox-Ingersoll-Ross*

Nama : Fakhira Annisa
NIM : G5402211062

Disetujui oleh



Pembimbing 1:
Ruhiyat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc.

Pembimbing 2:
Nur Agustiani, M.Si.



Diketahui oleh



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

Tanggal Ujian:
24 Juni 2025

Tanggal Lulus:



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 November 2024 sampai bulan Mei 2025 ini adalah Matematika Aktuaria, dengan judul “Penentuan Premi Tahunan Bersih pada Asuransi *Long-Term Care* dengan Suku Bunga Stokastik Model *Cox-Ingersoll-Ross*”. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Ruhiyat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc. selaku pembimbing I dan Ibu Nur Agustiani, M.Si. selaku pembimbing II yang telah membimbing dan banyak memberi saran berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Dosen Program Studi Aktuaria IPB yang telah memberikan ilmu pengetahuan, motivasi, dan wawasan yang sangat berharga sebagai pondasi utama dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bunda, Ayah, dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, doa, kasih sayang, dan selalu berada di sisi penulis baik dalam keadaan suka maupun duka.
4. Pihak Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia (AAJI) sebagai pemberi bantuan berupa pendanaan beasiswa kepada penulis untuk kelancaran proses penelitian ini.
5. Orang-orang yang ada di grup geng ingel-ingel, HEH, bau hitut, serta 3 abang kesayangan, yang selalu menemani penulis dalam setiap perjalanan akademik dan kehidupan penulis, berbagi senang, tawa, tangis, stres, dan semangat.
6. Teman-teman Aktuaria 58 yang telah melewati perkuliahan dan perjalanan akademik dan non-akademik yang penuh rintangan bersama dan selalu ada di saat penulis membutuhkan.
7. TREASURE, sebagai salah satu sumber kebahagiaan, inspirasi, dan semangat yang membantu penulis untuk tetap waras, termotivasi, dan percaya diri menjalani proses ini sampai akhir.
8. *Myself*. Terima kasih karena selalu ingin berusaha menjalani hari-hari yang penuh naik turun dan menjadi lebih baik setiap harinya. Terima kasih karena telah bertahan hingga akhir dan percaya diri bahwa kamu bisa menyelesaikan tugas akhir ini. *Super proud of u!*

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

Bogor, Juli 2025

Fakhira Annisa



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Suku Bunga	4
2.2 Proses Stokastik	4
2.3 Model Suku Bunga <i>Cox-Ingersoll-Ross</i>	5
2.4 Metode Euler-Maruyama	6
2.5 <i>Ordinary Least Square</i>	6
2.6 <i>Mean Absolute Percentage Error</i>	7
2.7 Model <i>Multistate</i> Waktu Diskret	7
2.8 <i>Activities of Daily Living</i>	8
2.9 Model Asuransi	9
2.10 Anuitas Asuransi <i>State-Dependent</i>	9
2.11 Manfaat Asuransi <i>State-Dependent</i> Seumur Hidup	10
2.12 Premi Asuransi	10
III METODE	11
3.1 Data	11
3.2 Asumsi Penelitian	11
3.3 Tahapan Penelitian	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Pemodelan Suku Bunga BI7DRR Model <i>Cox-Ingersoll-Ross</i>	13
4.2 Estimasi Angka Prevalensi dan Penentuan Peluang Transisi	17
4.3 Penyusunan Matriks Transisi untuk Model <i>Multistate</i>	19
4.4 Penghitungan Premi Tahunan Asuransi <i>Long-Term Care</i>	23
4.5 Perbandingan Premi Tahunan Suku Bunga Konstan, CIR, dan Variasi Peningkatan Premi dengan Suku Bunga Model CIR	26
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	33



1	Interpretasi nilai MAPE	7
2	Kriteria <i>activities of daily living</i>	9
3	Nilai parameter pada model CIR	15
4	Tabel mortalitas Indonesia 2023	18
5	Angka prevalensi disabilitas penduduk umur 25-59 tahun	18
6	Angka prevalensi ketergantungan penduduk umur ≥ 60	18
7	Angka prevalensi yang modifikasi	19
8	Asumsi peluang transisi 1 tahun	21
9	Peluang transisi antar <i>state i</i> ke <i>state j</i>	22
10	Hasil faktor diskon	23
11	Hasil penghitungan premi meningkat	26

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi untuk penghitungan premi asuransi LTC	11
2	Grafik data <i>training</i> dan data <i>testing</i> BI7DRR	15
3	Perbandingan suku bunga BI7DRR dan model CIR	16
4	Grafik proyeksi suku bunga tahunan	17
5	Ilustrasi peluang transisi pada model <i>multistate</i>	20
6	Perbandingan premi suku bunga konstan dan CIR	26
7	Perbandingan premi LTC suku bunga CIR dengan variasi peningkatan gaji	28

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bukti estimasi parameter-parameter model CIR dengan menggunakan metode <i>ordinary least square</i> (OLS)	34
2	Data suku bunga BI7DRR (i)	37
3	Data suku bunga BI7DRR (δ)	38
4	Estimasi suku bunga model CIR tahunan ($i \%$)	39
5	Peluang kematian laki-laki berdasarkan Tabel Mortalitas Penduduk Indonesia Laki-laki (TMPI) 2023	41
6	Hasil peluang transisi antar <i>state</i> satu tahun	42
7	Faktor diskon bunga stokastik	46
8	Kode pemrograman untuk menduga parameter model CIR, membangkitkan suku bunga model CIR, dan evaluasi menggunakan MAPE	47
9	Kode pemrograman untuk peluang transisi antar <i>state t</i> tahun	49
10	Kode pemrograman untuk anuitas dan <i>lumpsum state-dependent</i>	50

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.