

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

**FAKHIRA ANNISA**



**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.

## 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

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 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

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**



*@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 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

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Ruhayat, 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:



## 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 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 :  
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.

# 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                                                                                                  | 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 |



## DAFTAR TABEL

|    |                                                         |    |
|----|---------------------------------------------------------|----|
| 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 $\geq 60$ | 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>i</i> )                                                                                   | 37 |
| 3  | Data suku bunga BI7DRR ( $\delta$ )                                                                                   | 38 |
| 4  | Estimasi suku bunga model CIR tahunan ( <i>i</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 |