

PENENTUAN CADANGAN PREMI ASURANSI DWIGUNA MENGUNAKAN METODE *PREMIUM SUFFICIENCY* DAN TINGKAT BUNGA MODEL COX-INGERSOLL-ROSS

KANAYA EUNIKE CAHYANI



**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penentuan Cadangan Premi Asuransi Dwiguna Menggunakan Metode *Premium Sufficiency* dan Tingkat Bunga 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, Agustus 2024

Kanaya Eunike Cahyani
G5402201016



ABSTRAK

KANAYA EUNIKE CAHYANI. Penentuan Cadangan Premi Asuransi Dwiguna Menggunakan Metode *Premium Sufficiency* dan Tingkat Bunga Model Cox-Ingersoll-Ross. Dibimbing oleh I GUSTI PUTU PURNABA dan FENDY SEPTYANTO.

Salah satu masalah dalam menentukan premi dari suatu produk asuransi adalah tingkat bunga yang fluktuatif. Perubahan tingkat bunga dapat diestimasi dengan melihat pergerakan tingkat bunga sebelumnya menggunakan model stokastik. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan premi bersih dan cadangan premi dengan metode *premium sufficiency* untuk asuransi jiwa dwiguna dengan tingkat bunga mengikuti model stokastik Cox-Ingersoll-Ross (CIR). Estimasi parameter model CIR dilakukan menggunakan metode *ordinary least square* pada data BI 7-day (Reverse) Repo Rate. Pendugaan parameter menghasilkan model tingkat bunga CIR dengan nilai rata-rata error $<20\%$. Model ini kemudian digunakan dalam simulasi perhitungan premi bersih dan cadangan premi sebanyak seribu iterasi serta disajikan dalam bentuk selang kepercayaan 95%. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semakin bertambahnya usia dan semakin pendek jangka waktu pembayaran premi yang dilakukan, maka semakin besar nilai premi yang harus dibayarkan, semakin kecil premi yang dicadangkan, dan semakin pendek selang kepercayaan 95% yang dihasilkan.

Kata kunci: cadangan premi, Cox-Ingersoll-Ross, premi bersih, selang kepercayaan

ABSTRACT

KANAYA EUNIKE CAHYANI. Determining Endowment Insurance Premium Reserves Using the *Premium Sufficiency* Method and the Cox-Ingersoll-Ross Interest Rate Model. Supervised by I GUSTI PUTU PURNABA and FENDY SEPTYANTO.

One of the problems in determining the premium for an insurance product is the fluctuating interest rate. These fluctuations can be estimated by analyzing previous interest rate movements using a stochastic model. The purpose of this research is to ascertain net premiums and premium reserves using the premium sufficiency method for endowment life insurance, where interest rates conform to the Cox-Ingersoll-Ross (CIR) stochastic model. The CIR model parameters are estimated using ordinary least squares methods on BI 7-day (Reverse) Repo Rate data. Parameter estimation yields a CIR interest rate model with an average error of $<20\%$. Subsequently, this model is applied in simulating premium calculations and reserves over one thousand iterations, presented with a 95% confidence interval. The results demonstrate that as age increases and the premium payment period shortens, the required premium amount escalates, the reserved premium diminishes, and the resulting 95% confidence interval shortens.

Keywords: confidence interval, Cox-Ingersoll-Ross, net premium, premium reserves



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 2024
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 CADANGAN PREMI ASURANSI DWIGUNA MENGUNAKAN METODE *PREMIUM SUFFICIENCY* DAN TINGKAT BUNGA MODEL COX INGERSOLL ROSS

KANAYA EUNIKE CAHYANI

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

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@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.

Penguji pada Ujian Skripsi:
Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.

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 Cadangan Premi Asuransi Dwiguna Menggunakan Metode *Premium Sufficiency* dan Tingkat Bunga Model Cox-Ingersoll-Ross
Nama : Kanaya Eunike Cahyani
NIM : G5402201016

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

Pembimbing 2:

Fendy Septyanto, B.Sc., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Matematika

Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, M.S.

NIP. 196312281989032001

Tanggal Ujian: 11 Juli 2024

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 Desember 2023 sampai bulan Juni 2024 ini ialah Matematika Aktuaria, dengan judul “Penentuan Cadangan Premi Asuransi Dwiguna Menggunakan Metode *Premium Sufficiency* dan Tingkat Bunga Model Cox-Ingersoll-Ross”. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA. selaku dosen pembimbing pertama dan Fendy Septyanto, B.Sc., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua atas segala arahan, saran, motivasi dan pengetahuan yang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan karya ilmiah ini.
2. Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math selaku dosen penguji yang memberikan kritik dan saran yang diberikan selama pelaksanaan Sidang Tugas Akhir.
3. Seluruh dosen pengajar dan staf Departemen Matematika FMIPA IPB atas segala ilmu, semangat, dukungan, dan bimbingan yang telah diberikan selama perkuliahan dan penulisan karya ilmiah ini.
4. Kedua orang tua dan para kerabat atas segala dukungan, doa, dan kasih sayang yang telah diberikan,
5. Teman-teman mahasiswa program studi S1 Aktuaria IPB Angkatan 57 yang telah memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan inspirasi selama proses perkuliahan
6. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam proses penulisan karya ilmiah ini.

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

Bogor, Agustus 2024

Kanaya Eunike Cahyani

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Proses Stokastik	4
2.2 Bunga	5
2.3 Model Tingkat Bunga Cox-Ingersoll-Ross (CIR)	6
2.4 Metode Euler Maruyama	6
2.5 Metode <i>Ordinary Least Square</i> (OLS)	7
2.6 Simulasi Monte Carlo	8
2.7 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	8
2.8 Asuransi Jiwa <i>Single Life</i>	9
2.9 Tabel Mortalitas <i>Single Life</i>	10
2.10 Anuitas Hidup	11
2.11 Premi Tahunan	11
2.12 Cadangan Premi	13
III METODE	15
3.1 Data dan Perangkat	15
3.2 Langkah Penelitian	15
3.3 Algoritma Menghitung Premi Bersih dan Cadangan Premi Metode <i>Premium Sufficiency</i> untuk Asuransi Jiwa Dwiguna	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Penentuan Parameter Tingkat Bunga Model CIR	17
4.2 Premi Bersih Tahunan Asuransi Jiwa Dwiguna Sepuluh Tahun	19
4.3 Penentuan Cadangan Premi Asuransi Jiwa Dwiguna Sepuluh Tahun Menggunakan Metode <i>Premium Sufficiency</i>	26
V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	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.



DAFTAR TABEL

1	Skala signifikansi nilai MAPE	9
2	Tingkat bunga model CIR asuransi dwiguna sepuluh tahun	19
3	Selang kepercayaan 95% untuk premi tahunan asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus pertama laki-laki	22
4	Selang kepercayaan 95% untuk premi tahunan asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus pertama perempuan	22
5	Selang kepercayaan 95% untuk premi tahunan asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus kedua laki-laki	25
6	Selang kepercayaan 95% untuk premi tahunan asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus kedua perempuan	25
7	Selang kepercayaan 95% untuk cadangan premi asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus pertama laki-laki berusia 40 tahun	28
8	Selang kepercayaan 95% untuk cadangan premi asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus pertama laki-laki berusia 70 tahun	28
9	Selang kepercayaan 95% untuk cadangan premi asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus kedua laki-laki berusia 40 tahun	32
10	Selang kepercayaan 95% untuk cadangan premi asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus kedua laki-laki berusia 70 tahun	32

DAFTAR GAMBAR

1	Grafik data <i>training</i> dan <i>testing</i> BI 7-day (Reverse) Repo Rate	17
2	Grafik data BI 7-day (Reverse) Repo Rate dan data tingkat bunga model CIR dari salah satu simulasi	18
3	<i>Boxplot</i> nilai premi tahunan asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus pertama dengan tingkat bunga model CIR untuk laki-laki	21
4	<i>Boxplot</i> nilai premi tahunan asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus pertama dengan tingkat bunga model CIR untuk perempuan	21
5	<i>Boxplot</i> nilai premi tahunan asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus kedua dengan tingkat bunga model CIR untuk laki-laki	24
6	<i>Boxplot</i> nilai premi tahunan asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun kasus kedua dengan tingkat bunga model CIR untuk perempuan	24
7	<i>Boxplot</i> cadangan premi kasus pertama metode <i>premium sufficiency</i> dan tingkat bunga model CIR untuk laki-laki usia (a) 40 tahun, (b) 70 tahun	27
8	<i>Boxplot</i> cadangan premi kasus pertama metode <i>premium sufficiency</i> dan tingkat bunga model CIR untuk perempuan usia (a) 40 tahun, (b) 70 tahun	27
9	Selang kepercayaan 95% untuk cadangan premi kasus pertama metode <i>premium sufficiency</i> untuk laki-laki usia (a) 40 tahun, (b) 70 tahun	29
10	Selang kepercayaan 95% untuk cadangan premi kasus pertama metode <i>premium sufficiency</i> untuk perempuan usia (a) 40 tahun, (b) 70 tahun	29
11	<i>Boxplot</i> cadangan premi kasus kedua metode <i>premium sufficiency</i> dan tingkat bunga model CIR untuk laki-laki usia (a) 40 tahun, (b) 70 tahun	30

12	<i>Boxplot</i> cadangan premi kasus kedua metode <i>premium sufficiency</i> dan tingkat bunga model CIR untuk perempuan usia (a) 40 tahun, (b) 70 tahun	31
13	Selang kepercayaan 95% untuk cadangan premi kasus kedua metode <i>premium sufficiency</i> untuk laki-laki usia (a) 40 tahun, (b) 70 tahun	33
14	Selang kepercayaan 95% untuk cadangan premi kasus kedua metode <i>premium sufficiency</i> untuk perempuan usia (a) 40 tahun, (b) 70 tahun	33

DAFTAR LAMPIRAN

1	Tabel Mortalitas Indonesia IV	39
2	Data tingkat bunga BI 7-day (Reverse) Repo Rate (BI7DRR)	40
3	<i>Syntax</i> program R untuk menduga parameter model CIR, membangkitkan suku bunga model CIR, nilai MAPE, dan simulasi pembangkitan tingkat bunga model CIR	42
4	<i>Syntax</i> R untuk simulasi perhitungan premi bersih dan cadangan premi metode <i>premium sufficiency</i> untuk asuransi jiwa dwiguna sepuluh tahun	45