

# **PENENTUAN CADANGAN MANFAAT ASURANSI JIWA LAST SURVIVOR DENGAN METODE NEW JERSEY DAN SUKU BUNGA STOKASTIK**

**JOSEPHINE AYUDHITA MAWARNI SITORUS**



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

- 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 Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa *Last Survivor* dengan Metode *New Jersey* dan Suku Bunga Stokastik” 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, November 2024

Josephine Ayudhita Mawarni Sitorus  
G5402201010

## ABSTRAK

JOSEPHINE AYUDHITA MAWARNI SITORUS. Penentuan Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa *Last Survivor* Dengan Metode *New Jersey* dan Suku Bunga Stokastik. Dibimbing oleh I GUSTI PUTU PURNABA dan WINDIANI ERLIANA.

Penelitian ini menghitung cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka *last survivor* menggunakan metode *New Jersey* dengan simulasi suku bunga model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR) dan membandingkan data mortalitas dari TMPI 2023 dan TMI 2019. Simulasi suku bunga diterapkan dalam perhitungan premi dan cadangan manfaat, menggunakan data BI7DRR dengan 74 data untuk *training* dan 12 data untuk *testing*. Simulasi model suku bunga CIR menghasilkan nilai MAPE sebesar 9.64%, sehingga kemampuan peramalan sangat baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa premi meningkat seiring bertambahnya usia, dengan cadangan manfaat yang meningkat hingga pertengahan periode dan menurun seiring berakhirnya kontrak asuransi. Premi TMPI 2023 lebih tinggi daripada TMI 2019, dengan cadangan manfaat TMPI 2023 lebih tinggi di awal dan turun lebih tajam di akhir. Hal ini disebabkan adanya perbedaan peluang kematian antara dua tabel mortalitas, dengan TMPI 2023 lebih tinggi di beberapa periode waktu, khususnya di awal tahun, dibandingkan dengan TMI 2019.

Kata kunci: asuransi jiwa berjangka, cadangan manfaat, metode *New Jersey*, model CIR, tabel mortalitas.

## ABSTRACT

JOSEPHINE AYUDHITA MAWARNI SITORUS. Determination of Last Survivor Term Life Insurance Benefit Reserve Using the New Jersey Method and Stochastic Interest Rates. Supervised by I GUSTI PUTU PURNABA and WINDIANI ERLIANA.

This study calculates the benefit reserves for a last survivor term life insurance policy using the New Jersey method, with interest rate simulations based on the Cox-Ingersoll-Ross (CIR) model and a comparison of mortality data between TMPI 2023 and TMI 2019. Interest rate simulations, using BI7DRR data with 74 training points and 12 testing points, are applied in premium and benefit reserve calculations. The CIR model simulation achieves a MAPE of 9.64%, indicating excellent forecasting accuracy. Results show that premiums increase with age, while benefit reserves rise until mid-term and then decrease as the insurance contract nears expiration. Premiums under TMPI 2023 are higher than TMI 2019, with initial benefit reserves also higher but declining more sharply at the end. This is due to differences in mortality probabilities, with TMPI 2023 showing higher rates in certain periods, particularly in the early years, compared to TMI 2019.

Keywords: benefit reserve, CIR model, mortality table, New Jersey method, term life insurance.



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 MANFAAT ASURANSI JIWA  
LAST SURVIVOR DENGAN METODE NEW JERSEY  
DAN SUKU BUNGA STOKASTIK**

**JOSEPHINE AYUDHITA MAWARNI SITORUS**

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.



Judul Skripsi : Penentuan Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa *Last Survivor*  
dengan Metode *New Jersey* dan Suku Bunga Stokastik  
Nama : Josephine Ayudhita Mawarni Sitorus  
NIM : G5402201010

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

---

Pembimbing 2:

Windiani Erliana, M.Si.

---

Diketahui oleh

Ketua Departemen Matematika:

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

NIP 196312281989032001

---

Tanggal Ujian: 24 Oktober 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 November 2023 sampai bulan September 2024 ini ialah Pemodelan Asuransi Jiwa, dengan judul “Penentuan Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa *Last Survivor* dengan Metode *New Jersey* dan Suku Bunga Stokastik”.

Penyusunan karya ilmiah ini disertai bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karenanya, terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Hendry S, Ibu Linda S, Kakak Phetrisia, Adik Josephia, Adik Rafael dan segenap keluarga lainnya yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan kepada penulis selama ini.
2. Bapak Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA. dan Ibu Windiani Erliana, M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi serta Bapak Fendy Septyanto, B.Sc., M.Si. selaku dosen penguji atas segala ilmu, saran, dan bimbingan selama penulisan karya ilmiah ini.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Departemen Matematika IPB atas segala ilmu dan bantuannya selama perkuliahan dan penulisan karya ilmiah ini.
4. Farah Nurina, Fikriyah Istiqomah, Vikar Putjianto, Rizalius Karunia yang banyak membantu dan menemani penulis dalam penyusunan karya ilmiah ini serta teman-teman mahasiswa Departemen Matematika khususnya Program Studi Aktuaria IPB University angkatan 57 atas bantuan, dukungan dan pengalaman menyenangkan selama perkuliahan hingga penyusunan karya ilmiah ini.
5. Seluruh teman-teman himpunan profesi *Actuarial Science Student Association* ASSA FMIPA IPB Periode 2021/2022 dan 2022/2023 khususnya departemen *Actuarial Affairs* 2.0 dan 3.0 serta teman-teman Kelompok Bersinergi, WC Terbang dan Paslam atas kebersamaan, bantuan, dan pengalaman berharga selama penulis menempuh pendidikan.
6. Semua pihak lain yang telah membantu dalam penyusunan karya ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Bogor, November 2024

Josephine Ayudhita Mawarni Sitorus



## 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  |
| II LANDASAN TEORI                                                                                                                              | 4  |
| 2.1 Peubah Acak                                                                                                                                | 4  |
| 2.2 Proses Stokastik                                                                                                                           | 4  |
| 2.3 Diskretisasi Model Kontinu                                                                                                                 | 5  |
| 2.4 Model Suku Bunga                                                                                                                           | 6  |
| 2.5 Metode Pendugaan Parameter Model                                                                                                           | 7  |
| 2.6 Uji Kesesuaian Model                                                                                                                       | 7  |
| 2.7 Tabel Mortalitas                                                                                                                           | 8  |
| 2.8 Status <i>Last Survivor</i>                                                                                                                | 9  |
| 2.9 Anuitas Hidup                                                                                                                              | 11 |
| 2.10 Nilai Sekarang Manfaat                                                                                                                    | 12 |
| 2.11 Premi                                                                                                                                     | 12 |
| 2.12 Cadangan Manfaat                                                                                                                          | 13 |
| III METODE                                                                                                                                     | 15 |
| 3.1 Data dan Perangkat                                                                                                                         | 15 |
| 3.2 Langkah Penelitian                                                                                                                         | 15 |
| 3.3 Langkah-langkah Penghitungan Premi Bersih dan Cadangan Manfaat Metode <i>New Jersey</i> untuk Asuransi Jiwa Berjangka <i>Last Survivor</i> | 15 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                                                                                                        | 17 |
| 4.1 Diskretisasi Model CIR untuk Tingkat Bunga                                                                                                 | 17 |
| 4.2 Estimasi Parameter Model CIR dan Pembangkitan Tingkat Suku Bunga Model CIR                                                                 | 17 |
| 4.3 Penentuan Premi Bersih Tahunan Asuransi Jiwa Berjangka <i>Last Survivor</i> Empat Puluh Tahun dengan Tingkat Bunga Model CIR               | 22 |
| 4.4 Penentuan Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka <i>Last Survivor</i> Empat Puluh Tahun Menggunakan Metode <i>New Jersey</i>             | 27 |
| V SIMPULAN DAN SARAN                                                                                                                           | 42 |
| 5.1 Simpulan                                                                                                                                   | 42 |
| 5.2 Saran                                                                                                                                      | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA                                                                                                                                 | 43 |
| LAMPIRAN                                                                                                                                       | 45 |
| RIWAYAT HIDUP                                                                                                                                  | 70 |



## DAFTAR TABEL

|    |                                                                                                                                                                                                                       |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Skala signifikansi nilai MAPE                                                                                                                                                                                         | 8  |
| 2  | Hasil simulasi tingkat bunga model CIR untuk asuransi jiwa berjangka empat puluh tahun status <i>last survivor</i>                                                                                                    | 20 |
| 3  | Nilai premi asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri setiap kelompok usia menggunakan TMI 2019 dengan manfaat satu satuan                                                    | 24 |
| 4  | Nilai premi asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri setiap kelompok usia menggunakan TMPI 2023 dengan manfaat satu satuan                                                   | 25 |
| 5  | Nilai cadangan manfaat metode <i>New Jersey</i> pada asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri berusia (46,45) kasus pertama menggunakan TMI 2019 dengan manfaat satu satuan  | 30 |
| 6  | Nilai cadangan manfaat metode <i>New Jersey</i> pada asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri berusia (46,45) kasus kedua menggunakan TMI 2019 dengan manfaat satu satuan    | 31 |
| 7  | Nilai cadangan manfaat metode <i>New Jersey</i> pada asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri berusia (46,45) kasus ketiga menggunakan TMI 2019 dengan manfaat satu satuan   | 32 |
| 8  | Nilai cadangan manfaat metode <i>New Jersey</i> pada asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri berusia (46,45) kasus pertama menggunakan TMPI 2023 dengan manfaat satu satuan | 33 |
| 9  | Nilai cadangan manfaat metode <i>New Jersey</i> pada asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri berusia (46,45) kasus kedua menggunakan TMPI 2023 dengan manfaat satu satuan   | 34 |
| 10 | Nilai cadangan manfaat metode <i>New Jersey</i> pada asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri berusia (46,45) kasus ketiga menggunakan TMPI 2023 dengan manfaat satu satuan  | 35 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |                                                                                                                                                      |    |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Grafik data $r_t$ BI7DRR periode Oktober 2016 – Oktober 2023 untuk <i>training</i> data (hitam) dan <i>testing</i> data (merah)                      | 18 |
| 2 | Grafik tingkat bunga $r_t$ BI7DRR (hitam) dan hasil pendugaan tingkat bunga model CIR pada periode <i>training</i> (merah) dan <i>testing</i> (biru) | 19 |
|   | Distribusi peluang kematian laki-laki dan perempuan pada TMI 2019 dan TMPI 2023                                                                      | 21 |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4 | Plot premi asuransi jiwa berjangka status <i>last survivor</i> dengan model CIR untuk pasangan suami-istri setiap kelompok usia masuk dengan menggunakan TMI 2019                                                                                    | 23 |
| 5 | Plot premi asuransi jiwa berjangka status <i>last survivor</i> dengan model CIR untuk pasangan suami-istri setiap kelompok usia masuk dengan menggunakan TMPI 2023                                                                                   | 25 |
| 6 | Perbandingan plot premi asuransi jiwa berjangka status <i>last survivor</i> dengan model CIR untuk pasangan suami-istri setiap kelompok usia masuk antara TMI 2019 dengan TMPI 2023                                                                  | 26 |
| 7 | Perbandingan plot cadangan manfaat metode <i>New Jersey</i> pada asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri berusia (46,45) menggunakan TMI 2019 dan TMPI 2023 untuk kasus pertama dengan manfaat satu satuan | 36 |
| 8 | Perbandingan plot cadangan manfaat metode <i>New Jersey</i> pada asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri berusia (46,45) menggunakan TMI 2019 dan TMPI 2023 untuk kasus kedua dengan manfaat satu satuan   | 38 |
| 9 | Perbandingan plot cadangan manfaat metode <i>New Jersey</i> pada asuransi jiwa berjangka <i>last survivor</i> model CIR untuk pasangan suami-istri berusia (46,45) menggunakan TMI 2019 dan TMPI 2023 untuk kasus ketiga dengan manfaat satu satuan  | 40 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |                                                                                                                                                                                                         |    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Tabel Mortalitas Indonesia IV Tahun 2019                                                                                                                                                                | 46 |
| 2 | Tabel Mortalitas Penduduk Indonesia Tahun 2023                                                                                                                                                          | 47 |
| 3 | Data tingkat suku bunga BI7DRR                                                                                                                                                                          | 48 |
| 4 | Bukti pendugaan parameter-parameter model CIR                                                                                                                                                           | 49 |
| 5 | Program R untuk menduga parameter model CIR, membangkitkan suku bunga model CIR dan uji MAPE                                                                                                            | 53 |
| 6 | Program R untuk perhitungan premi bersih asuransi jiwa berjangka empat puluh tahun model CIR untuk beberapa kelompok usia masuk pasangan suami-istri dengan TMI 2019 dan TMPI 2023                      | 58 |
| 7 | Program R untuk perhitungan cadangan manfaat metode <i>New Jersey</i> pada asuransi jiwa berjangka empat puluh tahun model CIR untuk pasangan suami-istri berusia (46,45) dengan TMI 2019 dan TMPI 2023 | 61 |