

PERHITUNGAN PREMI ASURANSI *JOINT-LIFE* MENGUNAKAN TABEL MORTALITAS LEE-CARTER DAN KETERGANTUNGAN ARCHIMEDEAN COPULA

ANDIN AHMAD ARRODAD



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



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perhitungan Premi *Joint-Life* Menggunakan Tabel Mortalitas Lee–Carter dan Ketergantungan Archimedean Copula” 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 2026

Andin Ahmad Arrodad
NIM G5402211078

- 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

ANDIN AHMAD ARRODAD. Perhitungan Premi Asuransi *Joint-Life* Menggunakan Tabel Mortalitas Lee–Carter dan Ketergantungan Archimedean Copula. Dibimbing oleh I GUSTI PUTU PURNABA.

Asuransi jiwa *joint-life* memerlukan peluang hidup gabungan dua tertanggung dalam perhitungan premi. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung premi bersih tahunan *joint-life* dengan menggabungkan proyeksi probabilitas kematian marginal model Lee–Carter dan struktur ketergantungan Archimedean copula. Data mortalitas diperoleh dari *Human Mortality Database* dengan identifikasi awal terhadap 50 populasi. Populasi Italia dipilih sebagai studi kasus karena menunjukkan variasi model ketergantungan yang serupa dengan variasi 50 populasi. Probabilitas kematian marginal pria dan wanita diproyeksikan sampai tahun 2026 menggunakan model Lee–Carter dengan indeks mortalitas yang mengikuti *random walk with drift*. Struktur ketergantungan dibentuk dari perubahan tahunan indeks mortalitas pria dan wanita serta diestimasi pada 24 *rolling window* berukuran 25 tahun menggunakan metode *maximum pseudo-likelihood*. Kesesuaian model dievaluasi menggunakan statistik Cramér–von Mises dengan 1000 replikasi *bootstrap*, kemudian model yang tidak ditolak dibandingkan berdasarkan AIC. Model Gumbel tidak ditolak pada seluruh *window* dan menjadi model dengan AIC terendah pada tujuh *window* terakhir. Pada lima pasangan usia, premi model Gumbel lebih rendah sebesar 14.34%–22.29% dibandingkan model independen. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa penggunaan batas bawah dan batas atas proyeksi mortalitas marginal menghasilkan perubahan premi dengan nilai parameter Gumbel yang tetap.

Kata kunci: Archimedean copula, *joint-life*, Lee–Carter, premi bersih tahunan, *rolling window*.

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.



ABSTRACT

ANDIN AHMAD ARRODAD. Calculation of Joint-Life Insurance Premiums Using Lee–Carter Mortality Tables and Archimedean Copula Dependence. Supervised by I GUSTI PUTU PURNABA.

Joint-life insurance requires the joint survival probability of two insured lives in premium calculations. This study aims to calculate annual net premiums for joint-life insurance by combining Lee–Carter projections of marginal mortality probabilities with Archimedean copula dependence structures. Mortality data were obtained from the Human Mortality Database, with an initial identification of 50 populations. Italy was selected as the case study because its male and female mortality data showed variation in dependence models during the modern period. Male and female marginal mortality probabilities were projected to 2026 using the Lee–Carter model, with the mortality indices following random walks with drift. The dependence structure was constructed from annual changes in male and female mortality indices and estimated over 24 rolling windows of 25 years using maximum pseudo-likelihood. Model adequacy was evaluated using the Cramér–von Mises statistic with 1000 bootstrap replications, followed by AIC comparison among the models that were not rejected. The Gumbel copula was not rejected in any window and had the lowest AIC in the seven most recent windows. For the five age pairs, the Gumbel premiums were 14.34%–22.29% lower than the independence premiums. The sensitivity analysis showed that the lower and upper marginal mortality projections changed the premiums, while the Gumbel parameter was held constant.

Keywords: Archimedean copula, joint-life, Lee–Carter, annual net premium, rolling window.



@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.

**PERHITUNGAN PREMI ASURANSI *JOINT-LIFE*
MENGUNAKAN TABEL MORTALITAS LEE–CARTER
DAN KETERGANTUNGAN ARCHIMEDEAN COPULA**

ANDIN AHMAD ARRODAD

Skripsi
Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Aktuaria
pada
Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika

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

@Hak cipta milik IPB University

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 Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S.
2. Fendy Septyanto, M. Si.

Judul Skripsi : Perhitungan Premi Asuransi *Joint-Life* Menggunakan Tabel
Mortalitas Lee–Carter dan Ketergantungan Archimedean Copula

Nama : Andin Ahmad Arrodad

NIM : G5402211078

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

NIP. 196512181990021001

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.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas segala karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Perhitungan Premi Asuransi *Joint-Life* Menggunakan Tabel Mortalitas Lee–Carter dan Ketergantungan Archimedean Copula” ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi sarjana.

Proses penulisan karya ilmiah ini diiringi oleh bantuan dari berbagai pihak dengan kontribusinya masing-masing. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA. selaku dosen pembimbing, Dr. Ir. Retno Budiarti M.S. dan Fendy Septyanto M.Si. selaku dosen penguji yang telah senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, kritik, serta saran yang sangat berharga sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan.
2. Ibu, Bapak dan keluarga penulis yang selalu mendukung dalam berbagai tahapan penulisan karya ilmiah ini. Terima kasih atas segala hal yang dilakukan sehingga penulis tetap semangat menyelesaikan pendidikan ini.
3. Ruhayat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc. dan seluruh Dosen dan Staf karena telah memberikan bantuan informasi dan administrasi selama penulis menyusun karya ilmiah.
4. Teman-teman dari *hayu*, ekstrakurikuler komputer dan *prakarya* yang telah menemani, menyemangati dan membantu dalam segala bentuk.
5. Mentor magang yang telah memberikan berbagai pengalaman hidup, motivasi dan saran sehingga penulis dapat melihat langkah selanjutnya.
6. Pihak yang membantu dalam proses pengembangan diri dan telah hadir selama ini.

Karya ilmiah ini merupakan sebuah proses pembelajaran yang berharga dalam hidup penulis. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi berbagai pihak yang membutuhkan dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Andin Ahmad Arroddad



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	1
DAFTAR GAMBAR	1
DAFTAR LAMPIRAN	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Peubah Acak dan Fungsi Sebaran	4
2.2 Tabel Mortalitas	4
2.3 Model Lee-Carter	5
2.4 Estimasi Interval Prediksi	10
2.5 Model Copula	11
2.6 Archimedean Copula	12
2.7 Uji Kesesuaian Model Copula	16
2.8 Asuransi Jiwa	19
III METODE	24
3.1 Data	24
3.2 Asumsi Penelitian	24
3.3 Tahapan Penelitian	25
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Identifikasi Tabel Mortalitas	28
4.2 Pemodelan Mortalitas	30
4.3 Estimasi Parameter Ketergantungan	35
4.4 Perhitungan Premi	39
V SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Simpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP	77

DAFTAR TABEL

1. Karakteristik copula Clayton, Gumbel, Frank, dan Joe	14
2. Daftar populasi dan periode pengamatan tabel mortalitas	24
3. Mortalitas pria populasi ITA 1872 - 2023	24
4. Kontribusi model copula terbaik setiap populasi	30
5. Proyeksi tingkat kematian pria model Lee-Carter q_{xm} tahun 2024-2026	34
6. Perhitungan p -value untuk 24 <i>window</i> terakhir	37
7. Nilai AIC dan model terbaik setiap <i>window</i>	38
8. Premi bersih berdasarkan skenario proyeksi mortalitas marginal	41
9. Persentase perbedaan premi model independen terhadap model Gumbel	42

DAFTAR GAMBAR

1. <i>Heatmap</i> mortalitas tiga populasi CHE, ITA, dan NZL_NM.	28
2. <i>Pseudo-observation</i> populasi JPN, CHE, dan BLR	29
3. Parameter model Lee-Carter populasi ITA 1872-2023	31
4. Perubahan tahunan indeks mortalitas	32
5. Nilai historis dan interval prediksi model Lee-Carter m_{65} pria	34
6. Kendall's tau empiris dan model dalam 24 <i>window</i>	36
7. Estimasi parameter copula untuk 24 <i>window</i> terakhir	38

DAFTAR LAMPIRAN

1. Daftar populasi dan periode pengamatan tabel mortalitas	47
2. Tabel Mortalitas pria ITA 1872-2023	48
3. Tabel Mortalitas wanita ITA 1872-2023	48
4. Data mortalitas seluruh populasi dalam Human Mortality Database	48
5. Kontribusi model copula terbaik setiap populasi	49
6. Proyeksi mortalitas pria model Lee-Carter tahun 2024-2026	50
7. Proyeksi tingkat kematian wanita model Lee-Carter tahun 2024-2026	57
8. Perhitungan p -value untuk 24 <i>window</i> terakhir	63
9. Nilai AIC dan model terbaik 24 <i>window</i>	64
10. <i>Syntax</i> program R	65



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

Perpustakaan IPB University