

PENENTUAN PREMI BERSIH ASURANSI ATLET DENGAN METODE *GAMMA FRAILTY MODEL*

MUH. FADHIL MAULANA MULHAYAT



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

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

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Penentuan Premi Bersih Asuransi Atlet dengan Metode *Gamma Frailty Model*” 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 laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei 2026

Muh. Fadhil Maulana Mulhayat
G5402221041

@HalqiyahIPBUniversity

ABSTRAK

MUH. FADHIL MAULANA MULHAYAT. Penentuan Premi Bersih Asuransi Atlet dengan Metode *Gamma Frailty Model*. Dibimbing oleh I Gusti Putu Purnaba dan Retno Budiarti.

Penelitian ini bertujuan memodelkan risiko cedera atlet dan menentukan premi asuransi menggunakan pendekatan analisis survival dan simulasi Monte Carlo. Data dimodelkan dalam kerangka *time-to-event* dengan estimasi fungsi survival menggunakan Kaplan–Meier dan analisis faktor risiko menggunakan model *Cox Proportional Hazard* dilanjutkan *Gamma Frailty Model* untuk mengestimasi heterogenitas yang tidak teramati antar tim. Hasil menunjukkan bahwa variabel usia dan *exposure hours* tidak signifikan, serta nilai varians *frailty* mendekati nol yang mengindikasikan tidak adanya heterogenitas antar tim, sehingga penambahan komponen *frailty* tidak memberikan peningkatan yang berarti dibandingkan model tanpa *frailty*. Analisis biaya klaim menunjukkan bahwa data mengikuti distribusi lognormal berdasarkan karakteristik *right-skewed*, kriteria AIC, serta Uji Kolmogorov-Smirnov. Selanjutnya, simulasi Monte Carlo dilakukan untuk mengestimasi premi dengan menggabungkan probabilitas cedera dan distribusi biaya klaim. Hasil penelitian menunjukkan probabilitas cedera tahunan sebesar 0,69125. Berdasarkan simulasi, diperoleh estimasi premi bersih yang merepresentasikan nilai harapan biaya klaim dalam satu periode pertanggungan.

Kata kunci: analisis survival, *gamma frailty model*, *cox proportional hazard*, premi asuransi

MUH. FADHIL MAULANA MULHAYAT. Determination of Net Premium for Athlete Insurance Using the Gamma Frailty Model. Supervised by I Gusti Putu Purnaba and Retno Budiarti.

This study aims to model athlete injury risk and determine insurance premiums using a survival analysis approach combined with Monte Carlo simulation. The data are structured within a time-to-event framework, where the survival function is estimated using the Kaplan–Meier method, and risk factors are analyzed using the Cox Proportional Hazards model, followed by a Gamma Frailty model to account for unobserved heterogeneity across teams. The results indicate that age and exposure hours are not statistically significant predictors, while the frailty variance is close to zero, suggesting the absence of significant heterogeneity across teams. Consequently, the inclusion of the frailty component does not provide a meaningful improvement over the model without frailty. The analysis of claim costs shows that the data follow a lognormal distribution, supported by its right-skewed characteristics and AIC criteria, and the Kolmogorov-Smirnov test. A Monte Carlo simulation is then conducted to estimate the premium by integrating the injury probability and the claim cost distribution. The findings reveal an annual injury probability of 0.69125. Based on the simulation results, the estimated net premium is representing the expected claim cost within a single coverage period.

Keywords: survival analysis, gamma frailty model, cox proportional hazard, insurance 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 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.



PENENTUAN PREMI BERSIH ASURANSI ATLET DENGAN METODE *GAMMA FRAILTY MODEL*

MUH. FADHIL MAULANA MULHAYAT

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

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



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

Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Dra. Berlian Setiawaty, M. S.



Judul : Penentuan Premi Bersih Asuransi Atlet dengan Metode *Gamma Frailty Model*
Nama : Muh. Fadhil Maulana Mulhayat
NIM : G5402221041

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

Pembimbing 2:

Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

NIP. 19651218199021001

Tanggal Ujian: 3 Juni 2026

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 Oktober 2025 sampai bulan Maret 2026 ini ialah Asuransi, dengan judul “Penentuan Premi Bersih Asuransi Atlet Dengan Metode *Gamma Frailty Model*”.

Penyusunan karya ilmiah ini juga tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA. selaku pembimbing I dan Ibu Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan serta ilmu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Aktuaria atas pengajaran ilmu, pemahaman, dan arahnya selama proses perkuliahan dan penulisan karya ilmiah ini.
3. Bapak Asep Budi Mulhayat dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan moril, materil, do'a, dan motivasi luar biasa besar kepada penulis sejak penulis lahir ke dunia ini hingga mampu menempuh pendidikan perguruan tinggi dan menyelesaikan penyusunan karya ilmiah ini.
4. Ibunda tercinta, Almh. Yati Noorhayati R, yang semasa hidupnya mengasihi, menyangi, memberikan perhatian, do'a dan dukungan tanpa henti kepada penulis. Walaupun hari ini beliau telah tiada, namun nasihat dan perjuangan yang beliau titipkan kepada penulis akan tetap abadi dan menjadi sumber kekuatan dan motivasi terbesar bagi penulis untuk berkembang, menjadi manusia dewasa, dan menempuh pendidikan tinggi hingga menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.
5. Teman-teman mahasiswa Program Studi Aktuaria dan Matematika IPB khususnya Angkatan 59 yang telah memberikan semangat dan menemani penulis selama proses perkuliahan.

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

Bogor, Mei 2026

Muh. Fadhil Maulana Mulhayat

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Morbiditas dan Manajemen Risiko dalam Olahraga	3
2.2 Analisis <i>Survival</i> dalam Pemodelan Waktu Cedera	3
2.3 Distribusi Gamma, Heterogenitas, dan Konsep <i>Frailty</i>	4
2.4 <i>Weibull–Gamma Frailty Model</i> dalam Pemodelan Risiko Cedera	6
2.5 Simulasi Monte Carlo	7
2.6 Konsep Premi Bersih	8
III METODE	10
3.1 Data	10
3.2 Tahapan Penelitian	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Variabel <i>Time-to-Event</i> , Fungsi <i>Survival</i> , dan Fungsi <i>Hazard</i>	12
4.2 Model <i>Survival</i> Berbasis <i>Likelihood</i>	16
4.3 Heterogenitas dan Konsep <i>Frailty</i>	17
4.4 Simulasi Monte Carlo	20
4.5 Perhitungan Premi Bersih	23
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	33



DAFTAR TABEL

1	Hasil estimasi model <i>Cox Proportional Hazards</i>	17
2	Hasil perhitungan <i>frailty</i> model	18
3	Analisis deskriptif waktu cedera	18
4	Analisis deskriptif biaya klaim	20
5	Pendugaan parameter distribusi lognormal dan <i>weibull</i>	22
6	Nilai AIC distribusi biaya klaim	22
7	Nilai Statistik Uji Kolomogorov-Smirnov	23

DAFTAR GAMBAR

1	Distribusi jenis cedera atlet dan atlet yang tidak mengalami cedera	12
2	Kurva <i>survival</i> Kaplan-Meier cedera atlet	14
3	Distribusi waktu cedera berdasarkan tim	19
4	Distribusi biaya klaim	21
5	Grafik Cullen-Frey sebaran klaim	21