

PEMODELAN FREKUENSI KLAIM ASURANSI KENDARAAN MENGUNAKAN BINOMIAL NEGATIF BIVARIAT BERBASIS COPULA

KEIZA NAYARA SUSANTO



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

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pemodelan Frekuensi Klaim Asuransi Kendaraan Menggunakan Binomial Negatif Bivariat Berbasis 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, Juni 2026

Keiza Nayara Susanto
G5402221016



ABSTRAK

KEIZA NAYARA SUSANTO. Pemodelan Frekuensi Klaim Asuransi Kendaraan Menggunakan Binomial Negatif Bivariat Berbasis Copula. Dibimbing oleh RETNO BUDIARTI dan MOHAMAD KHOIRUN NAJIB.

Pemodelan klaim asuransi merupakan komponen penting dalam penetapan premi karena mencerminkan tingkat risiko tertanggung. Penelitian ini menggunakan model binomial negatif bivariat berbasis copula untuk memodelkan dependensi antarklaim dalam satu polis asuransi kendaraan bermotor dengan 50000 observasi. Pendekatan copula dipilih karena mampu memisahkan distribusi marginal dan struktur dependensi secara fleksibel, sehingga hubungan antarpeubah dapat dimodelkan secara lebih akurat. Data klaim tetap mempertahankan *outlier* untuk mengidentifikasi ketergantungan pada ekor distribusi (*tail dependence*). Hasil pemodelan menunjukkan bahwa copula Gumbel memberikan kinerja yang lebih baik berdasarkan nilai AIC lebih rendah. Copula Gumbel memiliki koefisien *upper tail dependence* sebesar 0,3759 yang menunjukkan kemampuan lebih kuat dalam menangkap kejadian ekstrem pada ekor atas, sedangkan copula *t*-Student memiliki koefisien *tail dependence* simetris sebesar 0,2155 pada kedua ekor, yang menunjukkan kemampuannya dalam menangkap ketergantungan ekstrem secara lebih menyeluruh. Oleh karena itu, kedua copula memiliki kemampuan yang baik dalam memodelkan dependensi frekuensi klaim, namun masing-masing menunjukkan keunggulan pada karakteristik dependensi yang berbeda.

Kata kunci: binomial negatif bivariat, copula Gumbel, copula *t*-Student, klaim asuransi, overdispersi.



ABSTRACT

KEIZA NAYARA SUSANTO. Modeling Motor Insurance Claim Frequency Using Bivariate Negative Binomial Based on Copula. Supervised by RETNO BUDIARTI and MOHAMAD KHOIRUN NAJIB.

Insurance claim modeling is an important component in premium determination because it reflects the level of policyholder risk. This study employs a copula-based bivariate negative binomial model to capture dependence between claims within a single motor vehicle insurance policy using 50000 observations. The copula approach is chosen due to its flexibility in modeling the dependence structure by separating the marginal distributions from the dependence structure, allowing for a more accurate representation of the relationship between variables. The claim data retain the presence of outlier to identify tail dependence in the distribution. The results indicate that the Gumbel copula provides superior performance, as evidenced by a lower AIC value. The Gumbel copula has an upper tail dependence coefficient of 0.3759, indicating a stronger ability to capture extreme events in the upper tail, whereas the t -Student copula has a symmetric tail dependence coefficient of 0.2155 in both tails, demonstrating its ability to capture extreme dependence more comprehensively. Therefore, both copulas demonstrate strong capability in modeling the dependence of claim frequencies, however, each exhibits superior performance for different dependence characteristics.

Keywords: bivariate negative binomial, Gumbel copula, insurance claim, overdispersion, t -Student copula.

@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.



@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.



PEMODELAN FREKUENSI KLAIM ASURANSI KENDARAAN MENGUNAKAN BINOMIAL NEGATIF BIVARIAT BERBASIS COPULA

KEIZA NAYARA SUSANTO

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

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Dr. Dra. Berlian Setiawaty, M.S.



Judul Skripsi : **Pemodelan Frekuensi Klaim Asuransi Kendaraan Menggunakan Binomial Negatif Bivariat Berbasis Copula**

Nama : **Keiza Nayara Susanto**

NIM : **G5402221016**

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S.

Pembimbing 2:

Mohamad Khoirun Najib S.Si., M.Mat.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba DEA.

NIP. 196512181990021001

Tanggal Ujian:
13 Mei 2026

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 Agustus 2025 sampai bulan April 2026 ini ialah pemodelan frekuensi klaim asuransi kendaraan, dengan judul “Pemodelan Frekuensi Klaim Asuransi Kendaraan Menggunakan Binomial Negatif Bivariat Berbasis Copula”. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S. dan Mohamad Khoirun Najib S.Si., M.Mat. selaku dosen pembimbing, Dr. Dra. Berlian Setiawaty, M.S. selaku dosen penguji, serta Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis selama kegiatan perkuliahan hingga proses pengerjaan karya ilmiah ini selesai.
2. Ayah (Alm. Rachmat Susanto), bunda (Rinawati), adik (Keenan), dan seluruh keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan penulis hingga karya ilmiah ini selesai.
3. Seluruh dosen dan staf Program Studi Aktuaria IPB yang telah memberikan ilmu dan arahan selama perkuliahan.
4. Aura, Bitu, Hasna, Khansa, Muthi, Olivia, Ica, Ajrina, Ana, Salsa, dan Tary yang telah menemani, serta memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan hingga penulisan karya ilmiah ini selesai.
5. Seluruh teman-teman Aktuaria IPB, khususnya angkatan 59 yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan karya ilmiah.
6. Seluruh tim *Actuarial Services* Tokio Marine Life Indonesia yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
7. Seluruh pihak 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, Juni 2026

Keiza Nayara Susanto



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Asuransi Kendaraan Bermotor	3
2.2 Data Hitung	3
2.3 Overdispersi	4
2.4 Kendall's tau	4
2.5 Regresi Binomial Negatif	4
2.6 Regresi Bivariat	5
2.7 Copula Bivariat	5
2.8 Perbandingan Model	8
2.9 <i>Rand Accuracy</i>	8
METODE	10
3.1 Data	10
3.2 Langkah Penelitian	10
HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Eksplorasi Data	12
4.2 Uji Overdispersi	16
4.3 Pemodelan Regresi Binomial Negatif	16
4.4 Copula	18
4.5 Pemilihan Copula Terbaik	20
4.6 Mengukur Keakuratan Model	20
SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Simpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	26

DAFTAR TABEL

1	Matriks konfusi dengan dua kategori	9
2	Matriks konfusi dengan banyak kategori	9
3	Daftar peubah yang digunakan	12
4	Statistik deskriptif peubah numerik	13
5	Estimasi parameter	16
6	Parameter dependensi copula Gumbel	18
7	Parameter dependensi copula t -Student	19
8	Perbandingan model	20
9	Perbandingan frekuensi aktual dan estimasi model	21
10	Perbandingan probabilitas tanpa klaim dan klaim tinggi antarmodel	21

DAFTAR GAMBAR

1	Karakteristik peubah kategorik	13
2	Plot frekuensi klaim dalam skala log	14
3	Distribusi frekuensi klaim	15
4	Matriks korelasi Kendall	15
5	Pola sebaran data bivariat	17
6	Plot copula Gumbel	19
7	Plot copula t -Student	20

DAFTAR LAMPIRAN

1	Persiapan data	26
2	Korelasi Kendall	26
3	Uji overdispersi	26
4	Model marginal	26
5	Copula Gumbel	27
6	Copula t -Student	28
7	Kombinasi klaim aktual dan hasil model	28
8	Probabilitas terjadinya klaim	30