

PEMODELAN SIMULTAN JUMLAH KORBAN KECELAKAAN BERDASARKAN TINGKAT KEPARAHAN DENGAN REGRESI BIVARIAT BERBASIS COPULA

OLIVIA PUTRI MUSTAFA



**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



@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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Simultan Jumlah Korban Kecelakaan Berdasarkan Tingkat Keparahan dengan Regresi 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

Olivia Putri Mustafa
G5402221059

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.



ABSTRAK

OLIVIA PUTRI MUSTAFA. Pemodelan Simultan Jumlah Korban Kecelakaan Berdasarkan Tingkat Keparahan dengan Regresi Bivariat Berbasis Copula. Dibimbing oleh RETNO BUDIARTI dan MOHAMAD KHOIRUN NAJIB.

Kecelakaan lalu lintas merupakan permasalahan keselamatan transportasi yang kompleks karena melibatkan tingkat keparahan korban yang saling berkorelasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis korelasi jumlah korban kecelakaan lalu lintas di Inggris berdasarkan tingkat keparahan, membangun model regresi bivariat berbasis copula untuk memodelkan jumlah korban secara simultan, serta mengevaluasi performa model copula dalam memprediksi jumlah korban kecelakaan secara simultan. Data dimodelkan menggunakan regresi binom negatif dan Conway–Maxwell–Poisson sebagai marginal, kemudian digabungkan melalui copula normal, Frank, dan t . Hasil menunjukkan terdapat korelasi negatif sedang antara jumlah korban meninggal dan luka serius. Model terbaik diperoleh pada copula t dengan nilai *log-likelihood* terbesar serta AIC dan BIC terkecil dibandingkan copula lain. Selanjutnya, model bivariat copula memberikan kecocokan sebesar 51.90% dalam memprediksi data aktual. Hasil peluang bersama yang terbentur dari model copula menunjukkan korelasi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan simultan berbasis copula lebih efektif dalam menggambarkan hubungan antar tingkat keparahan korban kecelakaan.

Kata kunci: binom negatif, COM-Poisson, copula, kecelakaan lalu lintas, regresi bivariat

ABSTRACT

OLIVIA PUTRI MUSTAFA. Simultaneous Modeling of the Number of Accident Victims Based on Severity Level Using Copula Based Bivariate Regression. Supervised by RETNO BUDIARTI and MOHAMAD KHOIRUN NAJIB.

Traffic accidents represent a complex transportation safety issue due to the interdependence of injury severity levels among victims. This study analyzes the correlation of traffic accident casualties in England by severity level, develops a bivariate copula-based regression model to jointly model casualty counts, and evaluates its predictive performance. Marginal distributions were modeled using Negative Binomial and Conway–Maxwell–Poisson regressions, then combined using Normal, Frank, and t copulas. The results reveal a moderate negative correlation between fatalities and serious injuries, with the t copula providing the best fit based on the highest log-likelihood and lowest AIC and BIC values. The model achieved an accuracy of 51.90% in predicting observed data, and the joint probability distribution indicates a negative dependence, suggesting that copula-based simultaneous modeling is more effective in capturing the relationship between different injury severity levels.

Keywords: bivariate regression, COM-Poisson, copula, negative binomial, traffic accidents



@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 SIMULTAN JUMLAH KORBAN KECELAKAAN BERDASARKAN TINGKAT KEPARAHAN DENGAN REGRESI BIVARIAT BERBASIS COPULA

OLIVIA PUTRI MUSTAFA

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

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

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



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.



Judul Skripsi : **Pemodelan Simultan Jumlah Korban Kecelakaan Berdasarkan Tingkat Keparahan dengan Regresi Bivariat Berbasis Copula**

Nama : **Olivia Putri Mustafa**

NIM : **G5402221059**

@Hak cipta milik 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 Aktuaria:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

NIP.196512181990021001

Tanggal Ujian:

21 Mei 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 September 2025 sampai bulan Februari 2026 ini ialah regresi bivariat dengan copula, dengan judul *Simultan Jumlah Korban Kecelakaan Berdasarkan Tingkat Keparahan dengan Regresi Bivariat Berbasis Copula*”.

Dengan penuh rasa syukur, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bimbingan, doa, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S. dan Bapak Mohamad Khoirun Najib, S.Si., M.Mat. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan ilmu, serta menyampaikan arahan dan masukan dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Ruhiyat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan saran selama menjalani kegiatan perkuliahan.
3. Seluruh dosen dan staf Program Studi Akturia, Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika, IPB University, yang telah membimbing dan memberikan ilmu selama proses perkuliahan.
4. Bapak Edy Mustafa dan Ibu Kustinah selaku orang tua, Felicia Putri Mustafa selaku adik, serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa tanpa henti.
5. Aura, Bitu, Hasna, Keiza, Khansa, Muthi, Farhan, Riswan, Paskal, dan teman-teman Aktuaria 59 yang telah menjadi sahabat sekaligus rekan diskusi dalam perjalanan akademik ini, senantiasa berbagi ilmu, memberikan dukungan, semangat, serta menghadirkan kebahagiaan yang berarti selama masa perkuliahan.
6. Oci, Yayas, Sulthan, Laras yang telah menemani penulis dalam suka dan duka dari awal hingga akhir perkuliahan ini, serta pihak-pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
7. Rekan-rekan di ASSA IPB, ShARE IPB, dan KKN 2025 yang telah tumbuh dan berkembang bersama, serta memberikan pengalaman dan pelajaran berharga.
8. Rekan-rekan magang selama masa perkuliahan penulis yang telah berbagi pengalaman serta membantu penulis dalam memahami dunia profesional.
9. Terakhir, apresiasi untuk diri sendiri atas kerja keras dan ketekunan sejak awal perkuliahan hingga berhasil menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Bogor, Juni 2026

Olivia Putri Mustafa



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kecelakaan Lalu Lintas	3
2.2 Pemodelan Statistik untuk <i>Count Data</i>	3
2.3 Distribusi <i>Count Data</i>	4
2.4 <i>Generalized Linear Models</i>	5
2.5 Model Regresi Univariat	6
2.6 Ukuran Dependensi	7
2.7 Copula	8
2.8 <i>Goodness of Fit</i>	9
2.9 Ukuran Keakuaratan	10
III METODE	11
3.1 Data dan Perangkat Lunak	11
3.2 Tahapan Penelitian	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Eksplorasi Deskriptif Variabel Dependen	12
4.2 Analisis Korelasi Variabel Dependen	13
4.3 Eksplorasi Deskriptif Variabel Independen	14
4.4 Model Regresi Univariat	16
4.5 Model Regresi Bivariat dengan Copula	20
4.6 Evaluasi Keakuratan Model	23
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	47

DAFTAR TABEL

1	Variabel dependen yang digunakan pada penelitian	12
2	Eksplorasi deskriptif untuk peubah dependen	12
3	Koefisien korelasi Spearman dan Kendall- τ	13
4	Variabel yang digunakan pada penelitian	14
5	Eksplorasi deskriptif untuk peubah independen numerik	14
6	Variabel yang digunakan pada penelitian	15
7	Hasil uji multikolinearitas variabel independen	16
8	Estimasi parameter model variabel Y1	17
9	Estimasi parameter model variabel Y2	19
10	Hasil estimasi parameter copula	21
11	Perbandingan kriteria pemilihan model copula	22
12	Perbandingan tingkat keakuratan prediksi	23
13	Peluang bersama hasil estimasi model copula	23

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram batang distribusi variabel dependen	13
2	Diagram batang distribusi variabel independen kategorik	15
3	Plot <i>Pseudo-Observations</i> (u_1, u_2)	21
4	Kontur plot copula t	22

DAFTAR LAMPIRAN

1	Pembentukan data yang akan diolah dari database	28
2	Pembersihan data yang akan diolah	31
3	Penentuan hasil eksplorasi data variabel dependen	32
4	Penentuan eksplorasi data variabel independen	33
5	Pembentukan model univariat	35
6	Pembentukan dan perbandingan model copula	37