

**SKRIPSI**

**MODEL ESTIMASI RISIKO KLAIM DAN PREMI UNTUK  
ASURANSI KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN  
METODE BAYESIAN**



**Jessica Susanty Utaja**

**NPM: 6161901056**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2023**



**FINAL PROJECT**

**MODEL ESTIMATION OF CLAIM RISK AND PREMIUM FOR  
MOTOR VEHICLE INSURANCE BY BAYESIAN METHOD**



**Jessica Susanty Utaja**

**NPM: 6161901056**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2023**

# LEMBAR PENGESAHAN

## MODEL ESTIMASI RISIKO KLAIM DAN PREMI UNTUK ASURANSI KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN METODE BAYESIAN

Jessica Susanty Utaja

NPM: 6161901056

Bandung, 24 Januari 2023

Menyetujui,

Pembimbing 1



Prof. Marcus Wono Setya Budhi,  
Ph.D.

Pembimbing 2



Rizky Reza Fauzi, S.Si., M.Math.,  
D.Phil.Math.

Ketua Tim Penguji



Maria Anestasia, M.Si., M.Act.Sc.

Anggota Tim Penguji



Dr. Andreas Parama Wijaya

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

## PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

### **MODEL ESTIMASI RISIKO KLAIM DAN PREMI UNTUK ASURANSI KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN METODE BAYESIAN**

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal 24 Januari 2023



Jessica Susanty Utaja  
NPM: 6161901056

## ABSTRAK

Dalam memprediksi risiko klaim yang akan muncul di masa mendatang, perusahaan asuransi perlu mengenali karakteristik dari risiko yang diasuransikan dengan memodelkan risiko klaim. Ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam memodelkan risiko klaim, yaitu banyak klaim dan besar klaim, di mana banyak klaim dimodelkan dengan distribusi diskret seperti distribusi Poisson dan besar klaim dimodelkan dengan distribusi kontinu seperti distribusi Gamma. Dalam skripsi ini, metode Bayesian digunakan untuk mengestimasi parameter model distribusi dari banyak klaim dan besar klaim dengan memanfaatkan *prior* sebelum penggunaan data hingga menjadi *posterior* setelah data diamati. Estimasi parameter untuk model banyak klaim berdistribusi Poisson didapatkan  $\hat{\lambda}$  sebesar 20,0552, sedangkan estimasi parameter untuk model besar klaim berdistribusi Gamma didapatkan  $\hat{\theta}$  sebesar 0,0009973941. Kemudian, parameter dari kedua model tersebut akan digunakan untuk mencari besar premi yang harus dibayarkan pemegang polis kepada perusahaan asuransi. Salah satu konsep yang digunakan untuk perhitungan premi adalah model kerugian agregat. Terdapat beberapa prinsip yang digunakan untuk perhitungan premi. Namun pada skripsi ini, hanya dibahas dua prinsip, yaitu prinsip *pure premium* dan prinsip standar deviasi. Dengan prinsip *pure premium*, perusahaan asuransi mendapatkan besar total premi sebesar Rp18.096.880 per bulan, sedangkan dengan prinsip standar deviasi, perusahaan asuransi mendapatkan besar total premi sebesar Rp29.604.920 per bulan. Setelah itu, untuk melihat kestabilan taksiran parameter, simulasi akan diulang seribu kali, sehingga didapatkan rata-rata taksiran untuk model banyak klaim adalah sebesar 20,0982 dan rata-rata taksiran untuk model besar klaim adalah 0,0009153449, di mana kedua hasil tersebut serupa dengan hasil simulasi yang dilakukan sekali. Kemudian kedua rata-rata taksiran parameter tersebut akan digunakan untuk perhitungan premi dan didapatkan besar total premi sebesar Rp19.761.350 per bulan untuk prinsip *pure premium* dan sebesar Rp32.314.380 per bulan untuk prinsip standar deviasi.

**Kata-kata kunci:** Risiko Klaim, Banyak Klaim, Besar Klaim, Distribusi Poisson, Distribusi Gamma, Bayesian, Premi, Kerugian Agregat



## ABSTRACT

In predicting the risk of claims that will arise in the future, insurance companies need to recognize the characteristics of the insured risk by modeling the risk of claims. There are two things that need to be considered in modeling claim risk, claims frequency and claims severity, where the claims frequency is modeled by a discrete distribution such as the Poisson distribution and the claims severity is modeled with a continuous distribution such as the Gamma distribution. In this final project, the Bayesian method is used to estimate the parameter of distribution model for the claims frequency and the claims severity by utilizing a prior before using the data until it becomes a posterior after the data is observed. The parameter estimation of  $\hat{\lambda}$  for the claims frequency model is 20,0552, while the parameter estimation of  $\hat{\theta}$  for the claims severity model is 0,0009973941. Then the parameters of the two models will be used to find the amount of premium that must be paid by the policyholder to the insurance company. One of the concepts used for premium calculation is the aggregate loss model. There are several principles used for premium calculations. However, in this final project, only two principles are discussed, the pure premium principle and the standard deviation principle. With the pure premium principle, the insurance company gets a total premium of Rp18.096.880 per month, while with the standard deviation principle, the insurance company gets a total premium of Rp29.604.920 per month. To see the stability of the estimated parameters, the simulation will be repeated a thousand times, with the result, the average of parameter estimation for the claims frequency model is 20,0982 and the average of parameter estimation for the claims severity model is 0,0009153449, where both results are similar to the simulation results done once. Then, the average of the two parameter estimates will be used for premium calculation and the insurance company sets a premium of Rp19.761.350 per month, while with the standard deviation principle, the insurance company sets a premium of Rp32.314.380 per month.

**Keywords:** Risk of Claims, Claims Frequency, Claims Severity, Poisson Distribution, Gamma Distribution, Bayesian, Premium, Aggregate Loss



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat, dan segala yang Dia berikan kepada penulis, skripsi ini dapat selesai tepat waktu. Penulisan skripsi dengan judul "Model Estimasi Risiko Klaim dan Premi Untuk Asuransi Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Bayesian" dibuat untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program sarjana, Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis menyadari tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, perjalanan penulis dalam menuntut ilmu akan terasa sulit, sehingga penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Marcus Wono Setya Budhi, Ph.D dan Rizky Reza Fauzi, D.Phil.Math selaku kedua pembimbing skripsi penulis. Terima kasih karena sudah menyediakan banyak waktu, tenaga, pikiran, dukungan, dan kesabaran untuk membimbing penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
2. Kedua orang tua, dan saudara penulis yang telah memberikan banyak dukungan dan bantuan. Terima kasih sudah selalu menjaga penulis dalam doa-doa papa dan mama serta kasih sayang kedua pihak bagi penulis. Semoga kedua orang tua penulis diberkati lebih lagi dan sehat selalu.
3. Sahabat penulis semasa kuliah Maskergeng, Jessica Agnesia, Leonardo Adrian, Syawqi Halim Wibowo, dan Andry Wijaya. Terima kasih atas begitu banyak hari yang kita lewatkan bersama, yang selalu berada di sisi penulis disaat suka maupun duka. Terima kasih sudah menjadi bagian dalam hidup penulis, masa kuliah penulis menjadi indah karena kalian. Untuk Jessica, terima kasih karena sudah mendengarkan keluh kesah penulis dan selalu menanggapi tingkah lelucon penulis, semoga Jessica bisa diterima di tempat kerja yang diinginkan dan bisa tetap aktif di gereja. Untuk Rian, terima kasih sudah mengajarkan banyak hal semasa kuliah dan bisa menjadi teman curhat penulis, semoga Rian bisa menjadi orang yang sukses dalam pekerjaannya. Untuk Syawqi, terima kasih sudah menjadi tetangga yang selalu ada dan menjadi teman ngemil penulis, semoga Syawqi bisa diterima di tempat kerja yang diinginkan dan banyak berlibur ke Jakarta. Untuk Andry, terima kasih sudah banyak membuat penulis tertawa dan membuat Maskergeng menjadi lebih hidup, semoga Andry bisa diterima di tempat kerja yang diinginkan dan berhenti bermain lato-lato.
4. Sahabat penulis dari masa sekolah, Vanny, Agatha, Putri, Sherly, dan Floubianca. Terima kasih karena sudah mendukung penulis dan sama-sama berjuang walaupun berbeda universitas. Terima kasih karena selama kuliah luring, kalian menemani penulis ditengah kesibukan penulis. Semoga kita bisa selalu dekat dan mendukung satu dengan yang lain sampai tua. Penulis ucapkan selamat untuk Agatha dan Vanny karena sudah menyelesaikan skripsi bersama dengan penulis dan semangat dalam penyusunan skripsi untuk Floubianca dan Putri. Walaupun kita sudah jarang berkumpul, penulis harap agar kita bisa bertemu seperti dulu.
5. Teman bimbingan penulis, Clara dan Dara. Terima kasih sudah menemani penulis belajar bersama untuk menyusun skripsi selama satu tahun. Terima kasih sudah mau menjawab banyak sekali pertanyaan-pertanyaan dari penulis. Penulis mengharapkan yang terbaik untuk masa depan kalian.
6. Teman penulis yang lain, Billy, yang sudah memberikan semangat kepada penulis di masa perkuliahan. Terima kasih sudah meluangkan banyak waktu dan banyak pengertian untuk

membuat penulis senang. Penulis mengharapkan yang terbaik untuk masa depan Billy.

7. Terakhir, idola penulis, Blackpink, dengan karyanya yang telah menyemangati penulis dikala suntuk.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan semua pihak yang membantu penulis. Semoga skripsi ini bisa membawakan manfaat bagi yang membacanya.

Bandung, Januari 2023

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxi</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Batasan Masalah . . . . .	2
1.5 Sistematika Pembahasan . . . . .	2
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>3</b>
2.1 Estimasi Bayesian . . . . .	3
2.1.1 Teorema Bayes . . . . .	3
2.1.2 Komponen dalam Estimasi Bayesian . . . . .	4
2.1.3 Fungsi Kerugian Kuadratik . . . . .	5
2.2 Distribusi Peluang . . . . .	6
2.2.1 Distribusi Binomial . . . . .	6
2.2.2 Distribusi Poisson . . . . .	6
2.2.3 Distribusi Gamma . . . . .	8
<b>3 PENAKSIRAN BAYESIAN DAN PERHITUNGAN PREMI</b>	<b>13</b>
3.1 Estimasi Parameter untuk Model Banyak Klaim . . . . .	13
3.2 Estimasi Parameter untuk Model Besar Klaim . . . . .	14
3.3 Model Perhitungan Premi . . . . .	16
3.3.1 Model Kerugian Agregat . . . . .	16
3.3.2 Premi . . . . .	18
<b>4 HASIL SIMULASI DAN ANALISIS</b>	<b>21</b>
4.1 Algoritma . . . . .	21
4.2 Skenario Simulasi . . . . .	23
4.3 Hasil Simulasi dan Estimasi Parameter . . . . .	23
4.3.1 Hasil Simulasi . . . . .	24
4.3.2 Hasil Estimasi Parameter Banyak klaim . . . . .	25
4.3.3 Hasil Estimasi Parameter Besar Klaim . . . . .	25
4.4 Perbandingan <i>Prior</i> dan <i>Posterior</i> . . . . .	26
4.4.1 Perbandingan <i>Prior</i> dan <i>Posterior</i> Banyak Klaim . . . . .	27
4.4.2 Perbandingan <i>Prior</i> dan <i>Posterior</i> Besar Klaim . . . . .	28
4.5 Perhitungan Premi . . . . .	29

4.6 Hasil Pengulangan Simulasi . . . . .	30
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>33</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	33
5.2 Saran . . . . .	34
<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>35</b>
<b>A HASIL EKSPERIMEN</b>	<b>37</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Fungsi Massa Peluang Distribusi Binomial dengan $N = 100$ dan $q = 0,05; 0,25; 0,5$	7
2.2	Fungsi Massa Peluang Distribusi Poisson dengan $\lambda = 5, 25, \text{ dan } 50$	7
2.3	Perbandingan Distribusi Binomial( $N = 100; q = 0,05$ ) dan Distribusi Poisson( $\lambda = 5$ )	7
2.4	Fungsi Kepadatan Peluang Distribusi Gamma dengan $\theta = 3$	10
2.5	Fungsi Kepadatan Peluang Distribusi Gamma dengan $\theta = 5$	10
4.1	Data Banyak Klaim	25
4.2	Grafik Perbandingan <i>Posterior</i>	26
4.3	Perbandingan <i>prior</i> dan <i>posterior</i> untuk banyak klaim	27
4.4	Perbandingan <i>prior</i> dan <i>posterior</i> untuk besar klaim	29
4.5	Perbandingan Rata-Rata $\hat{\lambda}$ dalam Simulasi Pengulangan	31
4.6	Perbandingan Rata-Rata $\hat{\theta}_{36}$ dalam Simulasi Pengulangan	31



## DAFTAR TABEL

4.1	Data simulasi . . . . .	24
4.2	Perbandingan taksiran parameter besar klaim . . . . .	26
A.1	Perbandingan Taksiran Parameter Besar Klaim . . . . .	37

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hasil laporan Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) mengatakan bahwa ada kenaikan penjualan kendaraan baru di tahun 2021 sebesar 66,7% dari tahun sebelumnya<sup>1</sup>. Kenaikan ini tentunya akan memengaruhi kinerja asuransi kendaraan bermotor, yang merupakan kontributor premi kedua terbesar dalam asuransi umum<sup>2</sup>. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa asuransi kendaraan bermotor merupakan salah satu cabang penting dari asuransi umum. Hal ini diperkuat dengan adanya riset dari dewan asuransi (*Insurance Research Council*) bahwa hanya 6% pengemudi yang tidak memiliki asuransi kendaraan bermotor di Amerika Serikat, yang merupakan negara nomor satu dalam market asuransi<sup>3</sup>. Menaikinya penjualan kendaraan mengharuskan perusahaan asuransi sanggup mengantisipasi terjadinya risiko klaim yang banyak, karena risiko yang tidak mampu ditangani akan membuat perusahaan asuransi bangkrut. Dengan mengenali karakteristik dari risiko yang diasuransikan, perusahaan asuransi dapat memprediksi risiko klaim yang akan muncul di masa mendatang.

Ada dua hal penting yang perlu diperhatikan dalam memodelkan risiko klaim, yaitu banyak klaim dan besar klaim. Kedua hal tersebut akan dimodelkan secara terpisah untuk mendapatkan model dari risiko gabungan (agregat). Banyak klaim adalah jumlah nasabah yang melakukan klaim dalam jangka waktu tertentu, sedangkan besar klaim adalah biaya yang harus dibayarkan perusahaan asuransi atas klaim dalam jangka waktu tertentu. Distribusi yang biasa dipakai untuk memodelkan banyak klaim adalah distribusi peubah acak diskret non-negatif, seperti distribusi binomial, geometrik, negatif binomial, dan Poisson. Berbeda dengan banyak klaim, distribusi yang dipakai untuk memodelkan besar klaim adalah distribusi peubah acak kontinu non-negatif, seperti distribusi gamma, Weibull, dan Pareto [1]. Kemudian, model risiko gabungan akan berguna untuk perhitungan premi yang harus dibayarkan pemegang polis kepada perusahaan asuransi.

Untuk mendapatkan karakteristik lengkap dari distribusi banyak klaim dan besar klaim, diperlukan estimasi parameter. Salah satu metode yang dipakai untuk mengestimasi parameter adalah Bayesian. Dalam estimasi Bayesian, terdapat distribusi *prior* (dugaan awal) sebelum memperoleh data, yang kemudian bersama dengan sampel data menghasilkan distribusi *posterior* [2]. Keunggulan dari metode ini adalah estimasi Bayesian tetap bisa digunakan walaupun data yang diamati sedikit, sebab terdapat distribusi *prior* yang bisa dimodelkan dari pengamatan atau pengalaman sebelumnya, maupun berdasarkan dugaan yang subjektif. Oleh karena itu, dalam makalah skripsi ini akan dijelaskan cara memodelkan risiko gabungan dengan menggunakan metode Bayesian. Selanjutnya, model tersebut akan digunakan untuk mencari harga premi yang harus dibayarkan pemegang polis kepada perusahaan asuransi.

---

<sup>1</sup><https://www.gaikindo.or.id/2021-whole-sales-mobil-indonesia-naik-66-persen/>

<sup>2</sup><https://keuangan.kontan.co.id/news/kinerja-asuransi-kendaraan-bermotor-diprediksi-menanjak-di-tahun-ini>

<sup>3</sup><https://www.bankrate.com/insurance/car/auto-insurance-statistics/>



## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam makalah skripsi ini adalah:

1. Apakah distribusi Poisson sesuai untuk memodelkan banyak klaim dan distribusi Gamma sesuai untuk memodelkan besar klaim bagi asuransi kendaraan bermotor?
2. Bagaimana cara estimasi parameter untuk model banyak klaim dan besar klaim bagi asuransi kendaraan bermotor?
3. Berapa besar premi yang harus dihimpun perusahaan asuransi?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dibahas dalam makalah skripsi ini adalah:

1. Menganalisis kecocokan distribusi Poisson untuk memodelkan banyaknya klaim dan distribusi Gamma untuk memodelkan besarnya klaim.
2. Mengkonstruksi estimasi parameter untuk model banyak klaim dan besar klaim dengan metode Bayesian.
3. Mengevaluasi perhitungan besar premi yang harus terkumpul, yang sesuai dengan perusahaan kendaraan bermotor.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam estimasi Bayesian, terdapat tiga fungsi yang umum digunakan yaitu *squared-error loss*, *absolute loss*, dan *zero-one loss*. Namun, pembahasan skripsi ini akan dibatasi dengan hanya menggunakan *squared-error loss* atau fungsi kerugian kuadrat. Selain itu, pada pembahasan penaksiran parameter untuk besar klaim, parameter bentuk dari distribusi gamma dianggap tetap.

## 1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada makalah skripsi ini terdiri dari lima bab, yaitu:

### Bab 1. **Pendahuluan**

Bab ini secara umum menjelaskan topik dari makalah skripsi yaitu, asuransi kendaraan bermotor. Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan sistematika pembahasan.

### Bab 2. **Landasan Teori**

Bab ini memuat penjelasan mengenai estimasi Bayesian dan distribusi peluang yang akan digunakan untuk penaksiran parameter dan perhitungan premi.

### Bab 3. **Penaksiran Parameter dan Perhitungan Premi**

Bab ini membahas langkah-langkah estimasi parameter bagi model banyak klaim dan model besar klaim, serta model perhitungan premi.

### Bab 4. **Hasil Simulasi dan Analisis**

Bab ini berisikan algoritma dari simulasi, skenario simulasi, hasil simulasi, perhitungan premi, dan hasil pengulangan simulasi.

### Bab 5. **Kesimpulan dan Saran**

Bab ini memberikan kesimpulan dan saran bagi skripsi ini.