

SKRIPSI

**PEMODELAN SISTEM BONUS MALUS DENGAN
MEMPERHITUNGKAN TINGKAT KEPARAHAN KLAIM**



Nicolas Tejasukmana

NPM: 2017710006

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2021**

FINAL PROJECT

**BONUS MALUS SYSTEM MODEL CONSIDERING CLAIM
SEVERITIES**



Nicolas Tejasukmana

NPM: 2017710006

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN SISTEM BONUS MALUS DENGAN MEMPERHITUNGKAN TINGKAT KEPARAHAN KLAIM

Nicolas Tejasukmana

NPM: 2017710006

Bandung, 16 Februari 2021

Menyetujui,

Pembimbing

Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Prof. Dr. Julius Dharma Lesmono

Dr. Erwinna Chendra

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

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

PEMODELAN SISTEM BONUS MALUS DENGAN MEMPERHITUNGKAN TINGKAT KEPARAHAN KLAIM

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 16 Februari 2021

Nicolas Tejasukmana
NPM: 2017710006

ABSTRAK

Industri asuransi kendaraan bermotor di Indonesia tumbuh dengan pesat seiring dengan meningkatnya pemilik jumlah kendaraan bermotor. Tetapi masih banyak industri asuransi kendaraan bermotor yang belum menggunakan konsep Aktuaria untuk memodelkan besaran-besaran Aktuaria seperti perhitungan manfaat, premi, dan cadangan. Besar premi yang harus dibayar oleh pemegang polis asuransi kendaraan bermotor tidak ditentukan berdasarkan pengalaman mengemudi dari pemegang polis tetapi menggunakan sistem tarif yang ditetapkan pemerintah. Jika jenis dan umur kendaraan sama maka besar premi yang harus dibayar oleh pemegang polis juga sama. Penerapan model yang tidak benar dalam menghitung besaran-besaran Aktuaria dapat menimbulkan persaingan tidak sehat antar perusahaan asuransi dan dapat mengakibatkan perusahaan gagal bayar ketika klaim diajukan oleh pemilik kendaraan bermotor. Pada skripsi ini akan dibahas model matematika yang menerapkan konsep-konsep aktuaria untuk asuransi kendaraan bermotor, yang disebut Sistem Bonus Malus. Sistem Bonus Malus adalah sistem untuk menentukan besar premi dengan memberikan potongan premi (bonus) dan penambahan premi (malus) jika pemegang polis pernah mengajukan klaim pada tahun sebelumnya. Pada skripsi ini akan dibahas dua Sistem Bonus Malus yaitu model binomial negatif yang hanya mempertimbangkan banyak klaim yang diajukan oleh pemegang polis, dan model yang mempertimbangkan banyak dan tingkat keparahan klaim yang diajukan oleh pemegang polis. Kedua Sistem Bonus Malus tersebut akan dimodelkan dengan pendekatan Bayesian. Kedua model mengasumsikan banyak klaim berdistribusi Poisson dengan parameter yang berdistribusi Gamma. Pada model kedua, keparahan klaim diasumsikan berdistribusi Gamma dengan parameter yang berdistribusi Gamma. Kedua model diaplikasikan dengan menggunakan simulasi. Model kedua lebih adil dibandingkan model binomial negatif karena premi yang harus dibayar pemegang polis memperhitungkan baik jumlah klaim maupun tingkat keparahan klaim, walaupun hasil simulasi menunjukkan bahwa besar premi untuk model yang memperhitungkan tingkat keparahan klaim dapat lebih mahal ataupun lebih murah dibandingkan premi untuk model binomial negatif.

Kata-kata kunci: Sistem Bonus Malus, Distribusi Poisson, Distribusi Gamma, Distribusi Binomial Negatif, Estimasi Bayesian, banyak klaim, tingkat keparahan klaim

ABSTRACT

The motor vehicle insurance industry in Indonesia is growing rapidly in line with the increasing number of motor vehicle owners. But there are still many motor vehicle insurance industries that have not used the Actuarial concept to model Actuarial quantities such as the calculation of benefits, premiums, and reserves. The amount of premium that must be paid by motor vehicle insurance policyholders is not determined based on the driving experience of the policy holders but uses a fare system set by the government. If the type and age of the vehicle are the same, the amount of premium that must be paid by the policy holders is the same. Incorrect application of the model in calculating Actuarial quantities can lead to unfair competition between insurance companies and can result in the company can not pay when claims are filed by motor vehicle owners. This thesis will discuss a mathematical model that applies Actuarial concepts to motor vehicle insurance, which is called the Bonus Malus System. The Bonus Malus System is a system for determining the amount of premium by providing premium discounts (bonuses) and additional premiums (malus) if the policyholder has submitted a claim in the previous year. In this thesis, two Bonus Malus Systems will be discussed, namely a negative binomial model which only considers the number of claims submitted by policyholders, and a model that considers the number and severity of claims submitted by policyholders. The two Bonus Malus Systems will be modeled with Bayesian approach. Both models assume that many claims are Poisson distributed with Gamma distribution parameters. In the second model, the severity of the claim is assumed to have a Gamma distribution with Gamma distribution parameters. Both models were applied using simulation. The second model is fairer than the negative binomial model because the premium that must be paid by policyholders considering both the number of claims and the severity of claims, although the simulation results show that the premium for a model that considering the severity of claims can be more expensive or cheaper than the premium for the negative binomial model.

Keywords: Bonus Malus System, Gamma Distribution, Negative Binomial Distribution, Bayesian Estimation, number of claims, severity of claims

Dipersembahkan untuk kedua orangtua tercinta.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul "**Pemodelan Sistem Bonus Malus dengan Memperhitungkan Tingkat Keparahannya Klaim**" disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Program Studi Matematika Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi mahasiswa maupun pembaca lainnya. Penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dan mendukung penulis baik selama masa studi dan penyelesaian skripsi ini. Secara khusus penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

- Orangtua dan seluruh keluarga besar penulis yang selalu mendukung penulis dalam segala keadaan, memberikan nasihat, dan bimbingan untuk menyelesaikan skripsi ini.
- Bapak **Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI** selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dari awal hingga akhir sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
- Bapak **Prof. Dr. Julius Dharma Lesmono** dan Ibu **Dr. Erwinna Chendra** selaku dosen penguji dalam sidang skripsi penulis, serta Bapak **Liem Chin, M.Si** selaku koordinator skripsi. Terima kasih atas semua kritik dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
- Seluruh dosen Program Studi Matematika Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama masa studi serta kepada seluruh Petugas Tata Usaha dan Pegawai Fakultas Teknologi Informasi dan Sains yang telah membantu penulis selama berkuliah di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan.
- **Valencia Sandra** yang selalu memberi semangat dan menghibur penulis.
- **AYCE** sebagai teman-teman terdekat yang telah menemani perjalanan kuliah penulis, untuk segala dukungan, hiburan, dan kehadiran yang telah diberikan.
- Teman-teman Matematika angkatan 2017 yang telah berjuang bersama.
- Teman-teman Matematika angkatan 2015, 2016, 2018, dan 2019 yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
- Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah berjasa kepada penulis selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima segala saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan inspirasi bagi pembaca.

Bandung, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Sistem Bonus Malus	5
2.2 Distribusi Poisson, Gamma, Binomial Negatif	6
2.2.1 Distribusi Poisson	6
2.2.2 Distribusi Gamma	7
2.2.3 Distribusi Binomial Negatif	8
2.3 Proses Poisson Campuran	10
2.4 Estimasi Bayesian	10
2.5 Metode Momen	11
2.6 <i>Chi-Square Goodnes of Fit Test</i>	12
3 PEMODELAN ASURANSI	15
3.1 Pemodelan Sistem Bonus Malus	15
3.1.1 Distribusi Frekuensi	15
3.1.2 Distribusi Tingkat Keararahan	16
3.2 Model Binomial Negatif	19
3.2.1 Menghitung Besar Premi	19
3.2.2 Penaksiran Parameter untuk Jumlah Klaim	21
4 SIMULASI	23
4.1 Aplikasi Model Binomial Negatif	23
4.2 Model Sistem Bonus Malus yang Memperhitungkan Tingkat Keararahan Klaim	26
4.3 Pengaruh Tingkat Keararahan Klaim Terhadap Biaya Premi	29
5 KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR REFERENSI	37

DAFTAR GAMBAR

4.1	Plot Premi dengan Total Tingkat Keparahan Klaim \$2.500	27
4.2	Plot Premi Berdasarkan Banyak Klaim	28
4.3	Plot Premi dengan Total Tingkat Keparahan Klaim \$10.000	31
4.4	Plot Premi dengan Total Tingkat Keparahan Klaim \$50.000	32
4.5	Plot Premi dengan Total Tingkat Keparahan Klaim \$300.000	32

DAFTAR TABEL

2.1	Kelas Pemegang Polis pada Tahun Sekarang Berdasarkan Sistem Bonus Malus . . .	5
4.1	Data Banyaknya Klaim	23
4.2	Peluang Masing-Masing Kelas	24
4.3	Metode Momen untuk Model Binomial Negatif	25
4.4	Hasil Perhitungan Biaya Premi	26
4.5	Besar Premi Berdasarkan Tahun dan Banyak Klaim dengan Total Tingkat Keparahan Klaim \$2.500	27
4.6	Besar Premi Berdasarkan Tahun dan Banyak Klaim	28
4.7	Besar Premi Berdasarkan Tahun dan Banyak Klaim dengan Total Tingkat Keparahan Klaim \$10.000	30
4.8	Besar Premi Berdasarkan Tahun dan Banyak Klaim dengan Total Tingkat Keparahan Klaim \$50.000	30
4.9	Besar Premi Berdasarkan Tahun dan Banyak Klaim dengan Total Tingkat Keparahan Klaim \$300.000	30

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu ciri pertumbuhan ekonomi suatu negara adalah meningkatnya jumlah penduduk yang memiliki kendaraan bermotor. Pada zaman dulu kendaraan bermotor hanya dimiliki oleh golongan ekonomi tertentu saja, tetapi sekarang hampir semua orang memiliki kendaraan bermotor. Sebagai pemilik kendaraan bermotor, kerusakan pada kendaraan mereka adalah kerugian yang tidak diinginkan. Harga kendaraan bermotor yang tidak murah juga meningkatkan kesadaran untuk mengasuransikan kendaraan bermotor mereka agar mengurangi biaya kerugian yang mungkin terjadi seperti dari kecelakaan dan pencurian. Akibatnya, industri asuransi kendaraan di Indonesia meningkat dengan pesat.

Di negara maju *Third party automobile insurance* sudah diwajibkan oleh pemerintah bagi seluruh pemilik kendaraan bermotor. *Third party automobile insurance* ini sendiri dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

1. *Third Party Only (TPO)*, asuransi ini melindungi orang lain yang merupakan korban dari kecelakaan yang disebabkan oleh pemegang polis.
2. *Third Party, Fire and Theft (TPFT)*, asuransi ini sama seperti *TPO* dan juga mengganti biaya kerusakan dari kendaraan milik pemegang polis akibat kebakaran, pencurian, dan kerusakan akibat pencurian.
3. *Comprehensive Car Insurance*, asuransi ini melindungi pemegang polis dari segala jenis kerusakan maupun kecelakaan.^[1]

Di Indonesia besar premi yang harus dibayar oleh pemegang polis asuransi kendaraan bermotor tidak berdasarkan pengalaman mengemudi dari pemegang polis. Tetapi besar premi ditentukan berdasarkan jenis dan umur kendaraan yang sama sehingga besar premi yang harus dibayar oleh pemegang polis juga sama.

Banyak industri asuransi kendaraan bermotor yang belum menggunakan konsep-konsep aktuarial untuk menentukan besaran-besaran aktuarial seperti premi, manfaat, dan cadangan. Alasan tersebut membuat perusahaan asuransi berlomba-lomba menawarkan program asuransi kendaraan bermotor dengan premi serendah mungkin untuk menarik konsumen. Untuk mengatasi persaingan yang tidak sehat tersebut pemerintah menentukan tarif minimum berdasarkan jenis dan umur kendaraan sebagai pedoman perusahaan asuransi. Ada beberapa model matematika yang dapat diterapkan untuk menentukan besaran-besaran aktuarial di bidang asuransi kendaraan bermotor antara lain Sistem Bonus Malus.

Sistem Bonus Malus adalah sistem untuk menentukan berapa besar premi yang harus dibayar oleh pemegang polis kepada suatu perusahaan. Sistem ini digunakan karena sistem tarif yang telah disebutkan sebelumnya dinilai tidak adil. Keuntungan dari sistem Bonus Malus ini adalah besar premi yang harus dibayar ditentukan berdasarkan banyaknya jumlah klaim yang dilakukan oleh pemegang polis pada tahun sebelumnya. Jika pemegang polis tidak mengajukan klaim sama sekali pada tahun sebelumnya maka pemegang polis akan mendapatkan bonus yaitu penurunan harga premi ditahun berikutnya. Tetapi jika pemegang polis melakukan klaim pada tahun sebelumnya maka pemegang polis akan mendapatkan penalti (malus) yaitu kenaikan harga premi pada tahun

berikutnya. Semakin banyak klaim yang diajukan oleh pemegang polis maka semakin besar juga penalti (malus) yang diberikan sehingga premi pada tahun berikutnya semakin besar. Kekurangan dari sistem Bonus Malus ini adalah model yang digunakan tidak selalu dalam bentuk yang sederhana. Pemegang polis tentu ingin membayar premi asuransi dengan biaya yang lebih murah agar tidak membebani biaya kehidupan sehari-hari. Dengan Sistem Bonus Malus pemegang polis akan lebih berhati-hati dalam berkendara agar tidak terjadi kecelakaan, karena jika terjadi kecelakaan maka premi yang harus dibayarkan pada tahun berikutnya akan lebih mahal.

Pada skripsi ini akan dibahas dua model sistem Bonus Malus dengan menggunakan pendekatan Bayesian. Model pertama adalah model yang mengasumsikan banyak klaim berdistribusi Poisson dengan parameter yang berdistribusi Gamma, sehingga model pertama dapat dimodelkan menggunakan distribusi binomial negatif. Kekurangan dari model pertama ini adalah hanya mempertimbangkan banyak klaim yang diajukan pemegang polis saja, sehingga akan dilakukan pengembangan model ya itu model kedua. Model kedua adalah model yang memperhitungkan banyak dan tingkat keparahan klaim. Banyak klaim diasumsikan memiliki distribusi yang sama dengan model pertama, sedangkan tingkat keparahan klaim diasumsikan berdistribusi Gamma dengan parameter yang berdistribusi Gamma. Kedua model tersebut akan diaplikasikan dengan menggunakan simulasi untuk menghitung besar premi yang harus dibayar pemegang polis pada tahun berikutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam pembahasan skripsi adalah:

1. Bagaimana memodelkan sistem Bonus Malus yang mengasumsikan banyak klaim berdistribusi Poisson dengan parameter berdistribusi Gamma, sehingga dapat dimodelkan menggunakan distribusi binomial negatif?
2. Bagaimana memodelkan model sistem Bonus Malus yang mengasumsikan banyak klaim berdistribusi Poisson dan tingkat keparahan klaim berdistribusi Gamma dengan kedua parameter berdistribusi Gamma?
3. Bagaimana mengaplikasikan dan membandingkan kedua model menggunakan simulasi?

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah memodelkan sistem Bonus Malus dengan model binomial negatif dan model yang mempertimbangkan banyak dan tingkat keparahan klaim. Kedua model tersebut akan dimodelkan menggunakan pendekatan Bayesian yang kemudian akan diaplikasikan dan dibandingkan.

1.4 Batasan Masalah

1. Tingkat suku bunga diasumsikan konstan selama masa kontrak asuransi
2. Hanya memperhitungkan premi bersih (tidak memperhitungkan biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk gaji pegawai, biaya administrasi, komisi, biaya *settlement*, dll.)
3. Banyak klaim diasumsikan berdistribusi Poisson dengan parameter yang berdistribusi Gamma. Untuk model yang memperhitungkan tingkat keparahan klaim, tingkat keparahan klaim diasumsikan berdistribusi Gamma dengan parameter yang berdistribusi Gamma.

1.5 Sistematika Pembahasan

Pembahasan pada skripsi ini terdiri dari lima bab, yaitu:

Bab 1: Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

Bab 2: Landasan Teori

Pada bab ini dibahas mengenai pengertian Bonus Malus, distribusi Poisson, distribusi Gamma, distribusi binomial negatif, proses Poisson campuran, estimasi Bayesian, metode momen, dan *Chi-Square goodness of fit test* yang akan digunakan pada pembahasan sistem Bonus Malus.

Bab 3: Pemodelan Asuransi

Pada skripsi ini akan dibahas dua sistem Bonus Malus yaitu model binomial negatif yang hanya mempertimbangkan banyak klaim yang diajukan oleh pemegang polis, dan model yang mempertimbangkan banyak dan tingkat keparahan klaim yang diajukan oleh pemegang polis. Kedua sistem Bonus Malus tersebut akan dimodelkan dengan pendekatan Bayesian.

Bab 4: Simulasi

Bab ini akan mengaplikasikan kedua model asuransi kendaraan bermotor menggunakan sistem Bonus Malus seperti yang dibahas pada bab 3, dengan menggunakan simulasi. Kemudian kedua model tersebut akan dibandingkan dengan cara menghitung besar premi yang harus dibayar oleh pemegang polis dari kedua model.

Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari pembahasan pada bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan topik.

