

SKRIPSI

**PENENTUAN PREMI ASURANSI MENGGUNAKAN
SISTEM BONUS MALUS OPTIMAL DENGAN
METODE BAYES**



FATICHATU ZAHRO
NIM. 19106010022

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2023

**PENENTUAN PREMI ASURANSI MENGGUNAKAN SISTEM
BONUS MALUS OPTIMAL**

Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat
Sarjana Matematika



FATICHATU ZAHRO

NIM. 19106010022

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2023

HALAMAN PERSETUJUAN



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/RO

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Fatichatu Zahro

NIM : 19106010022

Judul Skripsi : Penentuan Premi Asuransi Menggunakan Sistem Bonus Malus Optimal dengan Metode Bayes

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 21 Juli 2023

Pembimbing

Sri Istiyarti Uswatun Chasanah, M.Si.

NIP. 19910112019032018

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1958/Un.02/DST/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : Penentuan Premi Asuransi Menggunakan Sistem Bonus Malus Optimal dengan Metode Bayes

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FATICHATU ZAHRO
Nomor Induk Mahasiswa : 19106010022
Telah diujikan pada : Senin, 31 Juli 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Sri Istiyarti Uswatun Chasanah, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64d1a758e18aa



Penguji I

Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S.Si.,
M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64c888c6a5453



Penguji II

Arif Munandar, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 64d995613430



Yogyakarta, 31 Juli 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64d1b99e871fc

HALAMAN PERNYATAAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fatichatu Zahro
NIM : 19106010022
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 21 Juli 2023



Fatichatu Zahro

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillahirobbil Alamin, saya persembahkan skripsi ini untuk:

Mamak dan Bapak yang selalu memberikan doa dan kasih sayang tiada henti.

Terimakasih atas pengorbanan, dukungan dan nasihat yang kalian berikan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.



MOTTO

Bergerak tidak harus lari kencang

Cukup berjalan perlahan

Sebab selagi terus berjalan

Kita punya peluang untuk sampai tujuan...

~Ustadzah Halimah Alaydrus~



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan berkah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Penentuan Premi Asuransi Menggunakan Sistem Bonus Malus Optimal”** guna memenuhi persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Matematika. Dalam penyusunan skripsi ini penulis memperoleh banyak bimbingan, motivasi, dukungan dan doa dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Bapak Prof. Dr. Phil Al makin, MA.
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
3. Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Bapak Muchammad Abrori, M.Kom.
4. Dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan selama masa perkuliahan, Bapak Dr. Sugiyanto, S.Si., S.T., M.Si.
5. Dosen pembimbing skripsi Ibu Sri Istiyarti Uswatun Chasanah, M.Si., yang telah memberikan bimbingan, kritik, saran dan ilmu hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Bapak/Ibu Dosen dan Staff Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta atas bimbingan, bantuan dan ilmu yang diberikan selama masa perkuliahan.
7. Kedua orang tua, yaitu Bapak Soleh dan Ibu Muchayaroh yang selalu memberi doa, dukungan dan nasihat sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan baik.
8. Seluruh keluarga yang senantiasa mendoakan dan memberi semangat dalam penyusunan skripsi ini.

9. Sahabat-sahabat penulis, Mba Nurul, Rosilana, Ara, Aini, Winda, Rivana, Serly. Terimakasih atas doa dan dukungan yang diberikan serta menjadi tempat keluh kesah penulis.
10. Teman-teman matematika angkatan 2019 yang telah berproses dan berjuang bersama, terimakasih atas kerjasama, kebersamaan, bantuan dan semangat selama menjalani perkuliahan.
11. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan ganjaran yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah mendoakan dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kelemahan dan kesalahan dalam penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan masukan yang konstruktif untuk penelitian ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memotivasi dan memberikan keuntungan bagi semua pihak yang membaca.

Yogyakarta, Juli 2023

Fatichatu Zahro

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL.....	xvi
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Tinjauan Pustaka.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II DASAR TEORI.....	8
2.1 Peubah Acak.....	8
2.1.1 Peubah Acak Diskrit.....	8
1. Distribusi Poisson.....	8
2. Distribusi Bernoulli.....	9
3. Distribusi Binomial.....	9
2.1.2 Peubah Acak Kontinu.....	9
1. Distribusi Gamma.....	10
2. Distribusi Eksponensial.....	10

3. Distribusi Beta	10
2.2 Nilai Harapan	11
2.3 Variansi	11
2.4 Distribusi Bivariat (Gabungan)	11
2.5 Distribusi Bersyarat.....	12
2.6 Kovariansi	13
2.7 <i>Maximum Likelihood Estimation</i> (MLE)	13
2.8 Metode Bayes	13
2.8.1 Distribusi Posterior.....	14
2.8.2 Fungsi Kerugian	14
2.8.3 Fungsi Risiko	15
2.8.4 Risiko Bayes.....	15
2.8.5 Estimasi Bayes	16
2.9 Uji <i>Good-of-Fit Chi-Square</i>	16
2.10 <i>Bayesian Information Criterion</i> (BIC).....	17
2.11 Premi Bonus Malus	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Data Penelitian	18
3.2 Variabel Penelitian	18
3.3 Pengolahan Data.....	18
BAB IV PEMBAHASAN.....	21
4.1 Mengasumsikan Distribusi Jumlah Klaim dan Besar Klaim	21
4.4.1 Jumlah klaim	21
4.4.2 Besar Klaim.....	21
4.2 Menentukan asumsi distribusi pengajuan klaim pemegang polis sebagai distribusi prior	22
4.3 Menentukan distribusi posterior.....	23
4.4 Menentukan premi bonus malus dengan menggunakan metode Bayes	28
4.4.1 Premi Risiko.....	28
4.4.2 Premi Prior	30
4.4.3 Premi Posterior.....	33
4.5 Simulasi perhitungan premi	36

4.5.1	Data	36
4.5.2	Menentukan Nilai Kritis.....	38
4.5.3	Menentukan penduga parameter distribusi posterior	39
4.5.4	<i>Uji Goodness-of-Fit Chi-Square</i>	41
4.5.5	Kovariansi X dan Z	43
4.5.6	<i>Bayesian Information Criterion (BIC)</i>	47
4.5.7	Premi Bonus Malus	48
BAB V <u>KESIMPULAN DAN SARAN</u>		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN.....		55



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka	5
Tabel 4.2 Pengelompokkan Data Pemilik Polis saat Nilai Kritis (ψ) = Rp35.208.244	38
Tabel 4.3 Pengelompokkan Data Pemilik Polis saat Nilai Kritis (ψ) = Rp51.019.100	39
Tabel 4.4 Tabel Data Pengamatan (cetak tebal) dan Data Harapan untuk Nilai Kritis $\psi = 35,208244$	41
Tabel 4.5 Tabel Data Pengamatan (cetak tebal) dan Data Harapan untuk Nilai Kritis $\psi = 51,019100$	42
Tabel 4.6 Besar Premi dengan Nilai Kritis $\psi = 35,208244$	48
Tabel 4.7 Besar Premi dengan Nilai Kritis $\psi = 51,019100$	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flowchart	20
Gambar 4.2 Histogram Jumlah Klaim dan Banyaknya Pemegang Polis	37
Gambar 4.3 Histogram Besar Klaim dan Banyaknya Pemilik Polis	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Nilai ekspektasi dan variansi peubah acak X	55
Lampiran 2. Nilai ekspektasi dan variansi peubah acak Z	57
Lampiran 3. Nilai ekspektasi dan variansi θ	59
Lampiran 4. Nilai ekspektasi dan variansi parameter p	62
Lampiran 5. Coding Membuat Simulasi Data Bangkitan	65
Lampiran 6. Keluaran data bangkitan dengan R	66
Lampiran 7. Jumlah Klaim dan Besar setiap Klaim (Juta) untuk 1000 Pemegang Polis.	68
Lampiran 8. Perhitungan nilai parameter dengan menggunakan software Mathematica 9.0.....	94



DAFTAR SIMBOL

X	: Frekuensi klaim.
Z	: Banyaknya klaim yang besar klaimnya di atas nilai kritis.
Ψ	: Batas kritis.
θ	: Mean jumlah klaim.
p	: Probabilitas sukses suatu klaim yang besar klaimnya di atas nilai kritis.
(\tilde{x}, \tilde{z})	: Suatu sampel acak pemegang polis yang menunjukkan sepasang jumlah klaim dan banyaknya klaim yang besar klaimnya di atas nilai kritis selama t tahun.
t	: Periode asuransi (dalam tahun).
α	: Parameter bentuk distribusi beta.
β	: Parameter skala distribusi beta.
λ	: Parameter distribusi eksponensial.
ϑ	: Vektor yang menggambarkan parameter risiko θ dan p .
$P(\vartheta)$: Premi risiko.
$\pi(\theta, p)$: Distribusi prior.
$\pi^*(\theta, p (\tilde{x}, \tilde{z}))$: Distribusi posterior.
$g(x, z)$: Fungsi yang menggambarkan besar klaim melebihi dan kurang dari nilai kritis (ψ).
p_i	: Bobot banyaknya klaim yang besar klaimnya melebihi nilai kritis.
p_s	: Bobot banyaknya klaim yang besar klaim kurang dari nilai kritis.
$P(\pi)$: Premi prior.
$P^{**}(x, z, t)$: Premi posterior.

INTISARI

PENENTUAN PREMI ASURANSI MENGGUNAKAN

SISTEM BONUS MALUS OPTIMAL DENGAN

METODE BAYES

Oleh

Fatichatu Zahro

19106010022

Asuransi adalah suatu sistem perlindungan secara materi untuk peristiwa-peristiwa yang tidak terduga. Salah satu sistem yang digunakan yaitu sistem bonus malus optimal. Sistem bonus malus optimal adalah sistem yang menggunakan riwayat klaim pemilik polis untuk menetapkan jumlah premi yang harus dibayarkan oleh pemilik polis. Pemegang polis akan mendapat bonus apabila tidak mengajukan klaim dalam satu periode asuransi, tetapi jika pemegang polis melakukan klaim maka akan mendapatkan kenaikan premi. Besar premi asuransi kendaraan dapat ditentukan berdasarkan jumlah klaim (X) dan banyaknya klaim yang besar klaimnya melebihi nilai kritis (Z). Nilai kritis ditentukan untuk memberikan keadilan bagi pemegang polis dengan klaim kecil dan besar. Penentuan premi bonus malus optimal dapat diselesaikan dengan menggunakan metode Bayes. Dengan asumsi prior peubah acak X mengikuti distribusi eksponensial dan peubah acak Z diasumsikan berdistribusi beta. Selanjutnya model penentuan premi bonus malus optimal diimplementasikan pada data yang bersumber dari data bangkitan *software* R. Berdasarkan hasil simulasi perhitungan premi dapat disimpulkan bahwa setiap bertambah jumlah klaim dengan besar klaim melebihi nilai kritis maka akan meningkatkan besar premi yang dibayarkan, sebaliknya besar premi semakin rendah jika semakin lama pemegang polis bergabung dengan jumlah klaim yang sama.

Kata kunci: Bonus Malus Optimal, Besar Klaim, Jumlah Klaim, Metode Bayes, Nilai Kritis.

ABSTRACT

DETERMINATION OF INSURANCE PREMIUM USING THE OPTIMAL BONUS MALUS SYSTEM WITH THE BAYES METHOD

By

Fatichatu Zahro

19106010022

Insurance is a material protection system for unexpected events. One of the systems used is the optimal bonus malus system. The optimal malus bonus system is a system that uses the policyholder's claim history to determine the amount of premium to be paid by the policyholder. The policyholder will get a bonus if they do not make a claim in one insurance period, but if the policyholder makes a claim, they will get a premium increase. The amount of vehicle insurance premium can be determined based on the number of claims (X) and the number of claims that exceed the critical value (Z). The critical value is determined to provide justice for policyholders with small and large claims. The determination of the optimal malus bonus premium can be solved using the Bayes method. Assuming the prior random variable X follows an exponential distribution and the random variable Z is assumed to be beta distributed. Furthermore, the optimal malus bonus premium determination model is implemented on data sourced from data generation software R. Based on the simulation results of the premium calculation, it can be concluded that every increase in the number of claims with a large claim exceeding the critical value will increase the amount of premium paid, on the contrary, the premium is getting lower the longer the policyholder joins with the same number of claims.

Keywords: Optimal Malus Bonus, Claim Size, Number of Claims, Bayes Method, Critical Value.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan populasi manusia di Indonesia menunjukkan laju pertumbuhan yang cukup pesat, sebanding dengan jumlah kendaraan bermotor yang semakin banyak dan bervariasi. Pertumbuhan kendaraan bermotor pribadi jauh lebih besar daripada pertumbuhan kendaraan umum, hal ini menunjukkan bahwa kendaraan bermotor menjadi kebutuhan pribadi seseorang. Seiring dengan jumlah kendaraan yang semakin banyak, hal ini dapat memicu kepadatan lalu lintas dan risiko dalam berkendara. Salah satu risiko dalam berkendara adalah kecelakaan saat berkendara yang mengakibatkan kerugian untuk diri sendiri maupun orang lain. Risiko ini selalu melekat dalam kehidupan, sehingga kita harus berhati-hati dalam berkendara dan meminimumkan risiko. Cara untuk meminimumkan risiko dalam berkendara adalah dengan melakukan asuransi kendaraan bermotor (Adisti & Mutaqin, 2021).

Berdasarkan Undang-undang masalah perasuransian Pasal 1 No. 40 Tahun 2014 dijelaskan bahwa, asuransi adalah kesepakatan antara perusahaan asuransi dengan pemegang polis sebagai landasan bagi penerimaan iuran pertanggungan oleh perusahaan asuransi sebagai kompensasi, antara lain:

1. Memberikan kompensasi pada pihak tertanggung (pemegang polis) atas kerusakan, kehilangan, kerugian, atau kewajiban terhadap pihak lain yang mungkin harus ditanggung oleh pihak tertanggung karena terjadi peristiwa yang tidak diinginkan.
2. Memberikan uang pertanggungan saat pihak tertanggung meninggal yang besarnya telah ditentukan atau berdasarkan pada hasil pengolahan dana. (Suhawan, 2021)

Asuransi adalah suatu sistem atau bisnis berupa perlindungan secara materi untuk peristiwa-peristiwa yang tidak terduga. Polis asuransi merupakan bukti tertulis yang menjadi jaminan dari kedua pihak, polis ini berisi kewajiban dan hak

dari masing-masing pihak. Perusahaan asuransi menggunakan berbagai sistem untuk menarik nasabah, termasuk sistem bonus malus.

Menurut Noviyanti dkk (2017), sistem bonus malus optimal adalah sistem yang menggunakan riwayat klaim pemilik polis untuk menetapkan jumlah premi yang harus dibayarkan oleh pemilik polis. Pada awal periode, premi untuk semua pemegang polis besarnya sama. Jika pemegang polis melakukan perpanjangan polis di periode selanjutnya, maka besar premi yang dibayarkan berubah sesuai dengan riwayat klaim yang dilakukan pemegang polis pada periode sebelumnya. Pemilik polis yang telah melakukan klaim pada periode sebelumnya akan mendapatkan premi yang lebih tinggi (malus), semakin banyak klaim maka semakin tinggi kenaikan premi. Akan tetapi, pemegang polis akan diberikan bonus atau potongan premi jika mereka tidak melakukan klaim. Dengan berlakunya sistem ini diharapkan pemilik polis akan lebih berhati-hati dalam berkendara, karena tentunya setiap pemilik polis menginginkan premi yang murah.

Perhitungan besarnya premi asuransi dengan sistem bonus malus telah banyak diteliti menggunakan beberapa metode. Metode Bayes merupakan salah satu dari teori pengambilan keputusan, dimana metode ini membutuhkan distribusi prior terlebih dahulu untuk menentukan distribusi posteriornya. Salah satu penelitian yang membahas tentang bonus malus dengan metode Bayes adalah penelitian Lili Hernawati dkk (2017). Penelitiannya membahas tentang model penentuan premi relatif yang besar klaimnya dikelompokkan menjadi dua yakni lebih dari nilai kritis dan kurang dari nilai kritis dengan menggunakan metode Bayes. Dengan menggunakan distribusi Poisson untuk menentukan sebaran jumlah klaim dan distribusi binomial untuk menyatakan total jumlah besar klaim di atas batas kritis.

Menurut Adisti dan Mutaqin (2021), salah satu penerapan dari sistem bonus malus adalah asuransi kendaraan. Karena asuransi kendaraan menjadi salah satu asuransi dengan peminat terbanyak, sehingga banyak perusahaan asuransi yang digunakan masyarakat untuk memindahkan risiko dalam berkendara dari kejadian yang tidak diinginkan. Dengan menggunakan sistem ini diharapkan perusahaan dapat meminimalkan kerugian dan keadilan bagi pemegang polis. Berdasarkan

uraian di atas, peneliti akan membahas metode Bayes untuk menentukan premi asuransi dengan sistem bonus malus optimal. Besar premi asuransi dengan jumlah klaim (X) dan banyaknya klaim yang besar klaimnya melebihi nilai kritis (Z) akan ditentukan berdasarkan riwayat jumlah klaim dan besar klaim yang diajukan oleh pemilik polis. Dengan distribusi yang mengacu pada penelitian Lili Hernawati dkk (2017).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penulisan ini antara lain:

1. Bagaimana mengkaji penentuan premi dengan menggunakan metode Bayes dalam sistem bonus malus optimal?
2. Bagaimana penentuan premi menggunakan metode Bayes dalam sistem bonus malus optimal ini diterapkan pada data asuransi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka penulis merumuskan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengkaji penentuan premi dengan menggunakan metode Bayes dalam sistem bonus malus optimal.
2. Untuk mengetahui implementasi penentuan premi menggunakan metode Bayes dalam sistem bonus malus optimal yang diterapkan pada data asuransi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat untuk memberikan informasi mengenai penerapan metode Bayes dalam menetapkan premi asuransi menggunakan sistem bonus malus optimal yang dapat digunakan untuk meminimumkan kerugian bagi perusahaan dan memberi keadilan bagi pemegang polis.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir diperlukan agar pembahasan terfokus pada permasalahan yang dibahas dalam penelitian sehingga tidak menyimpang dari tujuan awal. Batasan masalah penelitian ini dalam menentukan tarif premi hanya menggunakan riwayat jumlah klaim dan besar klaim nasabah

asuransi kendaraan dan tidak mempertimbangkan riwayat kendaraan serta riwayat pengemudi.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka dari penelitian ini diuraikan dan telaah melalui jurnal matematika, buku, skripsi, makalah maupun sumber lainnya yang berhubungan dengan objek pembahasan. Beberapa kajian penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini adalah kajian Hernawati dkk (2017) yang membahas mengenai premi bonus malus dengan batas dua tipe klaim menggunakan metode Bayes. Pada penelitian ini penulis menggunakan distribusi Poisson untuk banyak klaim (X) dengan parameter $\theta > 0$ dan $Z = \sum_{i=1}^x Z_i$ merupakan jumlah klaim dengan besar klaim di atas ψ menyebar binomial (x, p) . Sedangkan untuk distribusi prior terdapat dua asumsi yakni distribusi eksponensial prior (λ) untuk setiap nasabah yang memiliki peluang sama dalam mengajukan klaim dan distribusi beta prior (α, β) untuk setiap nasabah dapat peluang yang sama dalam mengajukan klaim di atas nilai kritis ψ dengan klaim X . Referensi utama dari kajian yang dilakukan Hernawati dkk (2017) adalah kajian Deniz (2016). Kajian Deniz (2016) membahas tentang premi bonus malus yang berlandaskan jumlah klaim dan besarnya klaim yang melebihi dan kurang dari nilai kritis menggunakan metode Bayes.

Kajian Noviyanti dkk (2017) membahas mengenai penentuan besar premi asuransi kendaraan menggunakan sistem bonus malus optimal. Penelitian ini mengasumsikan frekuensi klaim dengan distribusi geometrik dan distribusi Weibull untuk asumsi besar klaim. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Bayesian.

Penelitian skripsi Hutasoit (2019), membahas penentuan premi asuransi kendaraan dengan metode Bayes dan membahas konsekuensi penggunaan nilai kritis dalam perhitungan premi bonus malus. Dengan menggunakan distribusi Poisson-gamma untuk jumlah klaim dan distribusi binomial-beta untuk besar klaim. Adapun tabel penelitian di atas dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut ini:

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka

No.	Nama Peneliti	Metode	Studi Kasus	Persamaan dan Perbedaan
1.	Hernawati, Purnaba dan Mangku (2017)	Menghitung premi sistem bonus malus pada dua tipe klaim yang dibatasi oleh nilai kritis dengan metode Bayes.	Data dari <i>website Faculty of Business and Economics, Macquarie University, Sydney.</i>	Persamaan penelitian ini ada pada metode yang digunakan yaitu metode Bayes dengan distribusi eksponensial dan distribusi beta. Sedangkan perbedaannya terletak pada studi kasus yang berbeda dan metode pemilihan model terbaik.
2.	Deniz (2016)	Menghitung premi sistem bonus malus dengan jumlah klaim dan besar klaim lebih besar dan lebih kecil dari nilai kritis dengan metode Bayes.	Data dari <i>website Faculty of Business and Economics, Macquarie University, Sydney.</i>	Persamaan penelitian ini ada pada metode yang digunakan yaitu metode Bayes. Sedangkan perbedaannya terletak pada asumsi distribusi dan data yang berbeda.
3.	Noviyanti, Soleh dan Handoko (2017)	Menghitung premi sistem bonus malus optimal dengan frekuensi klaim berdistribusi	Data pemegang polis asuransi kendaraan bermotor	Persamaan penelitian ini ada pada metode yang digunakan yaitu metode Bayes. Sedangkan perbedaannya terletak pada asumsi distribusi

No.	Nama Peneliti	Metode	Studi Kasus	Persamaan dan Perbedaan
		geometrik dan besar klaim berdistribusi Weibull dengan metode Bayes.	pada suatu perusahaan asuransi periode 2012 sampai 2015.	dan dalam tugas akhir ini menggunakan batasan nilai kritis untuk besar klaimnya.
4.	Adisti dan Mutaqin (2021)	Menghitung premi bonus malus dengan frekuensi klaim berdistribusi binomial negatif dan besar klaim berdistribusi Weibull dengan metode Bayes	Data jumlah klaim dan besar klaim pemilik polis PT. XYZ tahun 2014.	Persamaan penelitian ini ada pada metode yang digunakan yaitu metode Bayes. Sedangkan perbedaannya terletak pada asumsi distribusi dan dalam tugas akhir ini menggunakan batasan nilai kritis untuk besar klaimnya.
5.	Hutasoit (2019)	Menghitung premi bonus malus pada asuransi kendaraan dengan menggunakan metode bayes.	Data bangkitan yang didapatkan dari <i>software R</i> .	Persamaan penelitian ini ada pada metode yang digunakan yaitu metode Bayes dan data studi kasus. Sedangkan perbedaannya terletak pada asumsi distribusi yang berbeda.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa ada keterkaitan antara penelitian terdahulu dengan penelitian terkini, akan tetapi pada

penelitian saat ini tidak sama persis dengan penelitian terdahulu. Penelitian ini memperbaharui penentuan model terbaik yaitu dengan metode BIC, karena metode ini menghasilkan model yang lebih konsisten dan lebih mudah dari metode *Akaike Information Criterion*. Sehingga penelitian ini masih relevan untuk penelitian saat ini.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah memahami penulisan skripsi secara menyeluruh, sistematika penulisan digambarkan sebagai berikut:

Bab 1: Pendahuluan

Bab pendahuluan ini mencakup tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab 2: Dasar Teori

Bab ini membahas tentang teori-teori yang membantu dan menunjang peneliti sebagai pembahasan analisis dalam penelitian yang dilakukan terkait penentuan premi asuransi menggunakan sistem bonus malus optimal.

Bab 3: Metode Penelitian

Bab ini berisi tahapan-tahapan dalam penyelesaian masalah, yaitu metode pengumpulan data dan langkah-langkah penentuan premi bonus malus optimal menggunakan metode Bayes serta penarikan kesimpulan.

Bab 4: Pembahasan

Bab ini mengkaji model penentuan premi bonus malus optimal berdasarkan jumlah klaim dan banyaknya klaim dengan besar klaim dibatasi oleh batas kritis yang diajukan pemilik polis dimodelkan menggunakan metode Bayes. Dan melakukan simulasi cara menghitung besar premi pemegang polis yang harus dibayarkan.

Bab 5: Kesimpulan

Bab 5 ini menyajikan kesimpulan dari bagian-bagian sebelumnya dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan skripsi ini adalah

1. Penentuan premi asuransi sistem bonus malus optimal dengan metode Bayes ditentukan menggunakan jumlah klaim (X) yang diduga mengikuti distribusi Poisson (θ) dan banyaknya klaim dengan besar klaim di atas nilai kritis (Z) mengikuti distribusi binomial (p). Kemudian dibuat asumsi distribusi prior yaitu parameter (θ) diasumsikan mengikuti distribusi eksponensial (λ) dan parameter (p) diasumsikan mengikuti distribusi beta (α, β). Berdasarkan asumsi di atas, dihasilkan premi prior dan premi posterior dengan cara meminimalkan nilai harapan kerugian prior dan posterior. Kemudian diperoleh premi bonus malus optimal yang besar klaimnya dibedakan berdasarkan nilai kritis (ψ) dengan menggunakan metode Bayes, sehingga diperoleh model penentuan premi bonus malus optimal sebagai berikut

$$P^{**}(x, z, t) = P_0 \frac{\lambda(\alpha + \beta)(x+1)(p_i(\alpha + z) + p_s(\beta + x - z))}{(p_i\alpha + p_s\beta)(\lambda + t)(\alpha + \beta + x)}$$

2. Berdasarkan simulasi perhitungan premi bonus malus optimal dapat disimpulkan bahwa setiap bertambah jumlah klaim dengan besar klaim melebihi nilai kritis maka akan meningkatkan besaran premi yang dibayarkan, sebaliknya besar premi semakin rendah jika semakin lama pemegang polis bergabung dengan jumlah klaim yang sama. Artinya besar premi yang wajib dibayarkan setiap pemegang polis pada periode yang akan datang sangat bergantung pada jumlah klaim (X) yang diajukan, sedangkan banyaknya besar klaim yang melebihi nilai kritis (Z) dan batas kritis (ψ) tidak berpengaruh besar.

5.2 Saran

Dalam menentukan pembayaran asuransi bonus malus optimal penelitian ini hanya mempertimbangkan variabel jumlah klaim dan banyaknya klaim yang besar klaimnya di atas nilai kritis. Dimana jumlah klaim diduga berdistribusi Poisson dan banyaknya klaim yang besar klaimnya yang lebih besar dari nilai kritis diduga berdistribusi binomial. Selain itu, masih banyak variabel dan distribusi yang dapat digunakan untuk perhitungan premi bonus malus optimal. Variabel lain yang dapat digunakan dalam bonus malus optimal seperti jenis kelamin, tempat tinggal, usia dan jenis kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisti, R. I., & Mutaqin, A. K. (2021). Perhitungan Premi Murni pada Sistem Bonus Malus untuk Frekuensi Klaim berdistribusi Binomial Negatif dan Besar Klaim Berdistribusi Weibull pada Data Asuransi Kendaraan Bermotor di Indonesia. *Gaussian*, 10, 170-179.
- Akaike, H. (1985). *A Celebration of Statistics the ISI Centenary Volume*. (S. E. Fienberg, & A. C. Alkinson, Eds.) New York (US): Springer-Verlag New York.
- Bain, L. J., & Engelhardt, M. (1992). In *Introduction To Probability and Mathematical Statistics*. United States of America: Brooks/Cole.
- Deniz, E. G. (2016). Bivariate Credibility Bonus-Malus Premiums Distinguishing Between Two Types of Claims. *Insurance: Mathematics and Economics*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.insmatheco.2016.06.009>
- Dénz, E. G., Vázquez-Polo, F. J., & Pérez, J. M. (2006). *A Note on Computing Bonus-Malus Insurance Premiums Using a Hierarchical Bayesian Framework* (Vol. 15, Issue 2).
- Devore, J. L. (2012). *Probability and Statistics for Engineering and the Sciences*. United States: Cengage Learning.
- Hernawati, L., Purnaba, I. G., & Mangku, I. W. (2017). Comparing Bonus Malus Premiums of Two Types Claim which is Assessed Using Bayesian Method. *Applied Mathematical Sciences*, 11, 1687-1694.
- Hines, W. W., & Montgomery, D. C. (1990). In *Probabilitas dan Statistik Dalam Ilmu Rekayasa dan Manajemen*. Jakarta: UI-Press.
- Hogg, R. V., Craig, A. T., & McKean, J. W. (2019). *Introduction to Mathematical Statistics*. United State of America: Pearson Education International.
- Hutasoit, E. P. (2019). *Penentuan Premi Bonus Malus pada Asuransi kendaraan Menggunakan Metode Bayes*. Universitas Brawijaya, Malang: Skripsi.
- Lemaire, J. (1995). *Bonus Malus Systems in Automobile Insurance*. New York: Springer Science.
- Moumeesri, A., & Pongsart, T. (2022). Bonus-Malus Premium Based on Claim Frequency and the Size of Claims. doi:<https://doi.org/10.3390/risks10090181>

- Narisetty, N. N. (2020). *Bayesian model selection for high-dimensional data* (pp. 207–248). <https://doi.org/10.1016/bs.host.2019.08.001>
- Noviyanti, L., Soleh, A. Z., & Handoko, B. (2017). Premi Asuransi dengan Sistem Bonus Malus Optimal. *BIAStatistics*, *11*, 52-63.
- Papoulis, A., & Pillai, S. U. (2002). In R. V. Probability. New York: McGraw-Hill.
- Rosenkrantz, W. A. (2009). *Introduction to probability and statistics for science, engineering, and finance*. CRC Press.
- Suhawan. (2021). *Pengetahuan Asuransi di Indonesia*. Bandung: Cendekia Press.
- Theodoridis, S. (2020). *Machine Learning: A Bayesian and Optimization Perspective*. Elsevier Science.
- Tse, Y.-K. (2009). In *Nonlife Actuarial Models*. New York: Cambridge University Press.
- Walpole, R. E., & Myers, R. M. (1995). In *Ilmu Pengetahuan dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan*. Bandung: ITB.
- Wirawan, I. M. (2017). In *Metode Penalaran dalam Kecerdasan Buatan*. Depok: Rajawali Pers.

