

SKRIPSI

**PENENTUAN BESAR PREMI ASURANSI MENGGUNAKAN
MODEL LINEAR TERGENERALISASI UNTUK DATA
BENCANA ALAM AUSTRALIA**



Jessica

NPM: 2016710012

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2020**

FINAL PROJECT

**INSURANCE RATEMAKING USING GENERALIZED
LINEAR MODELS FOR AUSTRALIAN CATASTROPHE
HISTORIC DATA**



Jessica

NPM: 2016710012

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN BESAR PREMI ASURANSI MENGGUNAKAN MODEL LINEAR TERGENERALISASI UNTUK DATA BENCANA ALAM AUSTRALIA

Jessica

NPM: 2016710012

Bandung, 28 Juli 2020

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Farah Kristiani, Ph.D.

Felivia Kusnadi, M.Act.Sc.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI

Agus Sukmana, M.Sc.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

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

PENENTUAN BESAR PREMI ASURANSI MENGGUNAKAN MODEL LINEAR TERGENERALISASI UNTUK DATA BENCANA ALAM AUSTRALIA

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 28 Juli 2020

Meterai Rp. 6000

Jessica
NPM: 2016710012

ABSTRAK

Bencana alam merupakan suatu peristiwa yang disebabkan oleh alam dan tidak diketahui pasti kapan akan terjadi. Bencana alam dapat menimbulkan risiko yang besar dan menyebabkan kerugian. Untuk meminimalkan risiko tersebut, kita dapat mengalihkan risiko kepada pihak perusahaan asuransi. Salah satu jenis asuransi yang dapat dipilih yaitu *non-life insurance* atau asuransi kerugian atau asuransi umum. Asuransi umum dapat memberikan penggantian akibat kerugian yang dialami oleh peserta asuransi. Apabila peserta asuransi ingin mendapatkan penggantian kerugian, perlu membayar sejumlah premi kepada pihak asuransi umum. Premi yang dibayarkan oleh peserta asuransi dapat berbeda antara satu dengan yang lainnya. Pihak asuransi umum perlu memberlakukan premi yang sesuai bagi setiap peserta asuransinya. Selain itu, penentuan besar premi merupakan hal yang penting dilakukan oleh perusahaan agar dapat bersaing secara sportif untuk mendapatkan peserta asuransi yang baru. Ada berbagai metode yang dapat dilakukan untuk menetapkan besar premi, salah satunya dengan menggunakan model linear tergeneralisasi (GLM). Model linear tergeneralisasi biasanya diterapkan pada asuransi kendaraan, namun dalam skripsi ini dibahas mengenai penetapan besar premi dengan penerapan model GLM pada asuransi bencana alam sebagai salah satu produk asuransi umum. Penetapan besar premi asuransi bencana alam dilakukan dengan menggunakan pemodelan untuk banyaknya klaim (*claims frequency*) dan besar keparahan klaim (*claims severity*) dengan mempertimbangkan faktor risiko berdasarkan aspek daerah tempat tinggal peserta asuransi dan sifat objek yang diasuransikan. Model untuk banyaknya klaim dimodelkan menggunakan model GLM berdistribusi Poisson dan Binomial Negatif. Kedua model tersebut dipilih berdasarkan AIC (*Akaike's Information Criterion*) yang paling kecil untuk digunakan dalam penentuan besar premi asuransi bencana alam sedangkan besar kerugian klaim dimodelkan dengan menggunakan model GLM berdistribusi Gamma. Selanjutnya, hasil estimasi penetapan besar premi dianalisis pengaruh perubahan dari faktor-faktor tersebut.

Kata-kata kunci: asuransi bencana alam, *Generalized Linear Models*, banyaknya klaim, *Akaike's Information Criterion*, besar keparahan klaim

ABSTRACT

A natural disaster is an event caused by nature and it is not certain when it will occur. Natural disasters can pose great risks and cause harm. To minimize the risks, we can transfer it to the insurance company. One type of insurance to choose from is *non-life insurance* or general insurance. General insurance can provide reimbursement due to losses suffered by insurance participants. If the insurance participant wants to get compensation, it is necessary to pay a premium to the general insurance. Premiums paid by insurance participants can differ from one another. The general insurance party needs to apply premiums that are appropriate for each insurance participant. Besides, determining the amount of premium is important for companies to be competitive in getting new insurance participants. Various methods can be done to determine the amount of premium, one of which is by using the GLM (*Generalized Linear Models*). GLM usually apply for vehicle insurance, but this thesis discusses the determination of premiums by applying the GLM for natural disaster insurance as a general insurance product. Determination of large natural disaster insurance premiums is done by using modeling for the number of claims (*claims frequency*) and the severity of claims (*claims severity*) by considering risk factors based on aspects of the insurance participant's area of residence and the nature of the insured object. The model for the number of claims is modeled using the GLM with the Poisson and Negative Binomial distributions. The two models were selected based on the smallest AIC (*Akaike's Information Criterion*) to be used in determining the large natural disaster insurance premiums while for large loss claims are modeled using the Gamma distribution GLM. Furthermore, the estimated results of the determination of premiums have analyzed the effect of changes in these factors.

Keywords: catastrophe insurance, Generalized Linear Models, frequency claims, Akaike's Information Criterion, severity claims

Untuk keluarga dan sahabat-sahabatku . . .

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah, rahmat dan kasihNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "Penentuan Besar Premi Asuransi Menggunakan Model Linear Tergeneralisasi Untuk Data Bencana Alam Australia". Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata-I Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi setiap orang yang membacanya.

Selama masa kuliah dan penyusunan skripsi, penulis telah banyak mendapatkan ilmu, pelajaran, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orangtua, adik dan keluarga besar yang telah mendukung, mendoakan, dan memberi semangat kepada penulis.
2. Ibu Farah Kristiani, Ph.D. dan Ibu Felivia Kusnadi, M.Act.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah sabar meluangkan waktu untuk membimbing penulis, memberi arahan, ilmu, didikan, dan saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
3. Bapak Dr. Ferry Jaya Permana selaku dosen penguji-1 yang telah memberikan ilmu, saran, kritik dan informasi yang diberikan sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
4. Bapak Agus Sukmana, M.Sc. selaku dosen wali dan dosen penguji-2 yang telah memberikan ilmu, bantuan selama masa perkuliahan, saran, kritik dan informasi yang diberikan sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
5. Bapak Liem Chin, M.Si. selaku koordinator skripsi yang telah memberikan ilmu, nasihat, saran dan arahan selama perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan staf Tata Usaha FTIS, khususnya dosen Program Studi Matematika, terima kasih atas ilmu, dukungan, bantuan serta nasihat kepada penulis selama proses perkuliahan.
7. Fenny, Fanny, Triny, dan Vivian yang telah menemani perjalanan penulis dari awal kuliah, menghibur, memberikan dukungan, dan memberi semangat kepada penulis. *I am so grateful to have you as my friends and to share so many memories with you* serta menjadikan pribadi penulis lebih baik lagi.
8. Cindy, Christine, Elvira, Karine dan Sandra yang telah menjadi bagian *support system* selama ini dan selalu memberi semangat kepada penulis hingga saat ini.
9. Samantha dan Vania yang telah membantu penulis dalam banyak hal, mendukung dan mendoakan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat waktu.
10. Suryani, Mutiara, Nur, Aretha, Agnes, Alvinda, dan Nitya yang telah mendukung, mendoakan, menghibur, dan memberikan semangat kepada penulis.
11. Teman-teman Matematika angkatan 2016: Nadya, Melia, Leo, Laureen, JC, Ivan, Rudi, Davyn, Claresta, Aretha, Gerald, Avel, Isa, Faza, Mutiara, Vheren, Vivian, Niko, Julius, Stella, Yonathan, Alma, Alvinda, Azka, Aldo, Felix, Salman, Asen, Widhiya, Evelyne, Edsel,

Salomo, Triny, Nevan, Irsyad, Farand, Lucas, Febri, Deva, Adin, Khema, Bahri, Yohanes, Raisa, Wilbert, Daniel, Chang, Janaka, Agnes, Suryani, Fanny, Nitya, dan Gresel yang telah berbagi ilmu, hiburan, memberikan dukungan, dan segala kebersamaan yang pernah dilewati bersama. *See you on top.*

12. Teman-teman Matematika angkatan 2015, 2017, 2018 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
13. Semua pihak yang telah berjasa kepada penulis selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca agar skripsi ini dapat menjadi lebih baik. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi pembaca.

Bandung, Juli 2020

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 Penulisan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Variabel Acak	5
2.1.1 Variabel Acak Diskret	5
2.1.2 Jenis Distribusi Variabel Acak Diskret	6
2.1.3 Variabel Acak Kontinu	12
2.1.4 Jenis Distribusi Variabel Acak Kontinu	12
2.2 Regresi Linear	15
2.2.1 Jenis Variabel	15
2.2.2 Regresi Linear Majemuk	15
2.2.3 Metode Estimasi Parameter	16
2.2.4 Model Evaluasi	17
2.2.5 Pengujian Signifikansi Parameter	19
3 <i>Generalized Linear Models (GLM)</i>	21
3.1 Jenis Variabel	21
3.2 Variabel Acak	21
3.3 Model GLM	25
3.3.1 Model GLM untuk Banyaknya Klaim	25
3.3.2 Model GLM untuk Besar Kerugian Klaim	25
3.3.3 Base Level	26
3.3.4 Model Premi Bersih	26
3.4 Metode Estimasi Parameter	26
3.5 Model Evaluasi	28
4 DATA DAN ANALISIS HASIL ESTIMASI	29
4.1 Data	29
4.2 Model Banyaknya Klaim	33
4.2.1 GLM Poisson	33

4.2.2	GLM Binomial Negatif	35
4.2.3	Model GLM Terbaik	35
4.3	Model Besar Kerugian Klaim	37
4.4	Validasi Model Banyaknya Klaim dan Besar Kerugian Klaim	38
4.5	Penentuan Besar Premi Asuransi Bencana	42
5	KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
	DAFTAR REFERENSI	47

DAFTAR GAMBAR

2.1	Fungsi Probabilitas dari Distribusi Poisson	8
2.2	Fungsi Probabilitas dari Distribusi Binomial Negatif	11
2.3	Fungsi Kepadatan Peluang dari Distribusi Gamma	14
4.1	Penyebaran Jenis Bencana Alam pada Setiap Negara Bagian	32
4.2	Penyebaran Waktu Terjadi Bencana Alam per 3 Bulan pada Setiap Negara Bagian	32
4.3	Banyaknya Klaim (<i>Frequency Claims</i>) Asuransi Bencana Alam di Australia	33
4.4	Banyaknya Klaim Asuransi Bencana Alam di Australia dan Banyaknya Klaim Disesuaikan dengan Distribusi Poisson	33
4.5	Banyaknya Klaim Asuransi Bencana Alam di Australia dan Banyaknya Klaim Disesuaikan dengan Distribusi Binomial Negatif	33
4.6	Besar Kerugian Klaim (<i>Severity Claims</i>) Asuransi Bencana Alam di Australia	34
4.7	Besar Kerugian Klaim Asuransi Bencana Alam di Australia dan Besar kerugian Disesuaikan dengan distribusi Gamma	34
4.8	Perkiraan Banyaknya Klaim Berdasarkan Model GLM Poisson	40
4.9	Banyaknya Klaim Data Bencana Baru dan Hasil Prediksi Model	41
4.10	Besar Kerugian Klaim Data Bencana Baru	41
4.11	Besar Kerugian Klaim Hasil Prediksi Model GLM Gamma	42

DAFTAR TABEL

4.1	Variabel-Variabel Data Bencana Alam di Australia	30
4.2	Jumlah Bencana Alam Setiap Negara Bagian	30
4.3	Jumlah Bencana Alam Setiap 3 Bulan	31
4.4	Jumlah Bencana Alam Berdasarkan Jenis Bencana Alam	31
4.5	Hasil <i>Output</i> Model GLM Poisson	35
4.6	Hasil <i>Output</i> Model GLM Binomial Negatif	36
4.7	Hasil <i>Output</i> Model GLM Gamma	37
4.8	Jumlah Bencana Alam Setiap Negara Bagian pada Data Baru	39
4.9	Jumlah Bencana Alam Setiap 3 Bulan pada Data Baru	39
4.10	Jumlah Bencana Alam Berdasarkan Jenis Bencana Alam pada Data Baru	39
4.11	Prediksi Model GLM Poisson	40
4.12	Prediksi Model GLM Gamma	42
4.13	Besar Premi Asuransi Bencana	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam merupakan suatu peristiwa yang disebabkan oleh alam dan terjadi secara tidak terduga. Jenis bencana alam antara lain gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor. Bencana alam dapat menimbulkan risiko yang besar dan menyebabkan kerugian baik secara materi maupun non-materi. Menurut KBBI, risiko merupakan akibat yang kurang menyenangkan (merugikan, membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan. Risiko kerugian finansial yang dihadapi saat terjadi bencana alam dapat dialihkan kepada pihak asuransi. Salah satu jenis asuransi yang dapat dipilih yaitu *non-life insurance* atau asuransi kerugian atau asuransi umum. Asuransi umum dapat memberikan penggantian akibat kerugian yang dialami oleh peserta asuransi. Peserta asuransi yang ingin mendapatkan penggantian tersebut perlu membayar sejumlah premi kepada pihak asuransi umum.

Premi yang dibayarkan oleh peserta asuransi dapat berbeda antara satu dengan yang lainnya karena perbedaan risiko yang dapat dialami dan besar rata-rata kerugian yang ditransfer oleh peserta asuransi kepada pihak asuransi umum. Oleh karena itu, pihak asuransi umum perlu memberlakukan premi yang sesuai bagi setiap peserta asuransinya. Penentuan besar premi merupakan poin penting dilakukan oleh pihak asuransi umum. Selain memberlakukan kesesuaian besar premi bagi para peserta, adanya perubahan-perubahan yang cepat pada kondisi pasar asuransi membuat perusahaan perlu melakukan penetapan besar premi. Perusahaan-perusahaan asuransi saling bersaing untuk mendapatkan peserta asuransi baru dan mempertahankan peserta yang telah menjadi nasabah mereka. Keadaan tersebut diperlukan persaingan yang sportif sehingga besar premi yang ditawarkan dapat saling memberikan keuntungan bagi perusahaan dan peserta. Banyak metode dan model yang dapat digunakan oleh perusahaan asuransi untuk menetapkan besar premi asuransi. Model yang dapat digunakan seperti model jumlah acak (Mujiati Dwi Kartikasari.2007)[1], model *Pure Premium* dengan opsi (S. Dakurah, dkk.2018) [2] dan *Generalized Linear Models* (Mihaela David.2015)[3]. Pada skripsi ini akan dibahas mengenai penetapan besar premi menggunakan model linear tergeneralisasi atau *Generalized Linear Models* (GLM).

Model linear tergeneralisasi (GLM) telah menggantikan model regresi linear sejak tahun 1980. Banyak ilmuwan menerapkan aplikasi model dan banyak digunakan sebagai penetapan besar premi dalam industri asuransi umum oleh para aktuaris selama lebih dari 30 tahun [4]. Beberapa buku juga membahas mengenai model diterapkan untuk asuransi kendaraan seperti yang tercatat pada referensi [4], [5], [6], dan [7]. Sebelum model GLM, ilmu aktuaria diawali dengan terbatas pada penggunaan model regresi linear Gaussian namun penerapan model ini mengalami kesulitan pada asuransi. Regresi linear mengimplikasikan hipotesis yang tidak sesuai dengan kenyataan risiko sebenarnya yang diterapkan pada banyaknya klaim dan besar kerugian klaim. Risiko dalam model ini diasumsikan berdistribusi normal namun kenyataannya distribusi untuk banyaknya klaim dan besar kerugian bukan berdistribusi normal. Model ini juga mengasumsikan homoskedastisitas dan faktor eror terdistribusi secara normal. Kesulitan ini yang menjadi dasar untuk mengembangkan model regresi linear menjadi model GLM. Model GLM mengizinkan risiko diasumsikan berdistribusi normal dan mengembangkan model regresi linear masuk dalam keluarga distribusi eksponensial. Distribusi

lain yang termasuk dalam keluarga eksponensial yaitu Poisson, Gamma, Binomial Negatif, dan Binomial. Berdasarkan Ohlsson dan Johansson[5], model GLM merupakan teori statistik umum yang cukup baik untuk mengestimasi parameter, membangun selang kepercayaan, pengujian, pemilihan model dan lainnya. Model ini juga banyak digunakan dalam bidang statistik sehingga dapat dimanfaatkan perkembangannya baik dalam ilmu aktuaria serta terdapat berbagai *software* standar yang dapat digunakan untuk memodelkan GLM. Penentuan besar premi menggunakan model ini mempertimbangkan beberapa faktor atau variabel bebas. Menurut Ohlsson dan Johansson [5], faktor-faktor yang dipertimbangkan biasanya digolongkan berdasarkan salah satu dari kategori sifat pemegang polis, objek yang diasuransikan dan aspek daerah tempat tinggal peserta asuransi. Dari model GLM, akan diperoleh besar premi asuransi yang perlu ditetapkan dan menganalisis faktor-faktor yang dipertimbangkan.

Dalam skripsi akan dibahas mengenai model GLM yang digunakan pada penerapan produk asuransi bencana alam. Produk asuransi yang digunakan menggunakan data bencana alam di Australia. Skripsi ini akan menerapkan dan menganalisa besar premi dengan menggunakan penggabungan dari model GLM banyaknya klaim dan GLM besar kerugian atau keparahan klaim. Model GLM banyaknya klaim menggunakan distribusi Poisson dan Binomial Negatif. Dari kedua model dengan distribusi tersebut dipilih berdasarkan kriteria AIC yang rendah sebagai model terbaik untuk memodelkannya sedangkan model GLM besar kerugian menggunakan distribusi Gamma.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, masalah yang dirumuskan dalam skripsi ini:

1. Faktor-faktor apa yang dapat memengaruhi penentuan besar premi asuransi bencana alam untuk data bencana alam Australia?
2. Faktor-faktor apa yang dapat berpengaruh secara signifikan dalam penentuan besar premi asuransi bencana alam pada model GLM?
3. Bagaimana penerapan GLM dalam penentuan besar premi asuransi bencana alam?

1.3 Tujuan

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi penentuan besar premi asuransi bencana alam untuk data bencana alam Australia.
2. Menganalisis faktor-faktor yang signifikan dalam penentuan besar premi asuransi bencana alam pada model GLM.
3. Menentukan dan menganalisis distribusi yang digunakan dalam model GLM untuk penentuan besar premi.
4. Menentukan besar premi asuransi bencana alam dengan model GLM.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Data banyaknya klaim dan besar kerugian klaim dari klaim bencana alam diasumsikan saling bebas.
2. Penggabungan variabel bebas yang tidak signifikan dilakukan secara subjektif.

3. Variabel bebas yang digunakan diasumsikan tidak terjadi interaksi antara satu dengan variabel bebas lainnya.
4. Faktor-faktor yang dipertimbangkan sebagai variabel bebas antara lain jenis bencana alam, waktu kejadian per kuartal, dan tempat atau lokasi terjadi bencana.
5. *Link function* yang digunakan pada model GLM diasumsikan menggunakan *log link function*.

1.5 Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri dari lima bab yaitu:

BAB I: Pendahuluan

Bab ini menguraikan penjelasan awal mengenai hal-hal yang akan dibahas di dalam penulisan skripsi ini. Bab ini terdiri dari lima subbab yaitu latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II: Landasan Teori

Pada bab ini akan dibahas teori-teori pendukung yang digunakan dalam skripsi ini. Hal-hal yang dibahas antara lain mengenai variabel acak dan regresi linear.

BAB III: *Generalized Linear Models* (GLM)

Bab ini membahas mengenai dasar model GLM, model GLM untuk banyaknya klaim, model GLM untuk besar kerugian, model penentuan besar premi, dan kriteria untuk mengevaluasi model.

BAB IV: Data dan Analisis Hasil Estimasi

Bab ini menjelaskan mengenai data bencana alam Australia yang digunakan, penerapan model GLM, analisis hasil estimasi parameter dan penentuan besar premi asuransi bencana alam. Penerapan model GLM yang dijelaskan mengenai model GLM banyaknya klaim dan besar kerugian klaim.

BAB V: Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi mengenai kesimpulan yang diambil pada bab-bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan topik selanjutnya.

