

SKRIPSI

**PREDIKSI DAN ANALISIS BESAR CADANGAN IBNR PADA
ASURANSI RUMAH TANGGA DI AUSTRALIA DENGAN
MODEL REGRESI LOGNORMAL LINEAR**



REYNALDI ANGGARA

NPM: 6161901017

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

FINAL PROJECT

**PREDICTION AND ANALYSIS OF THE IBNR RESERVES ON
HOUSEHOLD INSURANCE IN AUSTRALIA WITH A
LOGNORMAL LINEAR REGRESSION MODEL**



REYNALDI ANGGARA

NPM: 6161901017

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

LEMBAR PENGESAHAN

PREDIKSI DAN ANALISIS BESAR CADANGAN IBNR PADA ASURANSI RUMAH TANGGA DI AUSTRALIA DENGAN MODEL REGRESI LOGNORMAL LINEAR

Reynaldi Anggara

NPM: 6161901017

Bandung, 14 Agustus 2023


Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Prof. M. Wono Setya Budhi



Rizky Reza Fauzi, D.Phil.Math.

Ketua Penguji

Anggota Penguji



Felivia Kurnadi, M.Act.Sc.



Jonathan Hoseana, Ph.D.

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

PERNYATAAN

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

PREDIKSI DAN ANALISIS BESAR CADANGAN IBNR PADA ASURANSI RUMAH TANGGA DI AUSTRALIA DENGAN MODEL REGRESI LOGNORMAL LINEAR

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,
14 Agustus 2023



Reynaldi Anggara
NPM: 6161901017

ABSTRAK

Skripsi ini bertujuan memprediksi besar cadangan *Incurred But Not Reported* (IBNR) pada asuransi rumah tangga di Australia dengan model regresi lognormal linear. Perusahaan asuransi wajib menghitung perkiraan dana yang harus disimpan sebagai cadangan klaim IBNR agar dapat membayar klaim atas kejadian di masa lalu yang baru dilaporkan. Cadangan IBNR dalam perusahaan asuransi merepresentasikan estimasi besar dana yang harus dipersiapkan atas besar klaim yang dapat terjadi di masa mendatang. Keakuratan estimasi cadangan IBNR sangat diperlukan karena memberikan pengaruh yang besar pada kinerja perusahaan dan penentuan finansial, seperti investasi, *pricing*, dan pengeluaran lainnya. Metode yang digunakan dalam menentukan besar cadangan IBNR pada skripsi ini adalah metode regresi lognormal linear dengan *Ordinary Least Square* (OLS), yang memiliki kelebihan yaitu tidak bias, konsisten, merupakan *best linear unbiased estimator* (BLUE), dan efisien. Dilakukan penerapan *run-off triangle* untuk memodelkan data klaim IBNR. Penggunaan distribusi lognormal pada skripsi ini didasarkan pada karakteristik data klaim asuransi rumah tangga dan juga sifat-sifat dari distribusi lognormal. Pada skripsi ini diperoleh model untuk menentukan ekspektasi dan variansi dari besar klaim IBNR pada masa yang akan datang. Terdapat pula selang kepercayaan cadangan klaim IBNR untuk dapat memperkirakan besar cadangan klaim yang diperlukan, dengan tingkat kepercayaan 95%.

Kata-kata kunci: Asuransi Rumah Tangga; Cadangan IBNR; *Run-Off Triangle*; Regresi Lognormal Linear; *Ordinary Least Square* (OLS).

ABSTRACT

This thesis aims to predict Incurred But Not Reported (IBNR) reserves on household insurance in Australia with a lognormal linear regression model. The insurance company is required to calculate the estimated funds that must be kept in reserves in order to be able to pay claims for past events that have just been reported. IBNR reserves in the insurance company represent an estimate of the amount of funds that must be prepared for the amount of future claims. The accuracy of IBNR reserves is highly necessary because it has a major influence on the company's operations and financial decisions, such as investment, pricing, and other expenses. The method used in this thesis to determine the IBNR reserves is the lognormal linear regression method, using Ordinary Least Square (OLS), which has the advantages of being unbiased, consistent, the best linear unbiased estimator (BLUE), and efficient. Moreover, the data is implemented in a run-off triangle form to model the claim data. The use of lognormal distribution is based on the characteristics of household insurance claims data and the attributes of the lognormal distribution. This thesis has a model to determine expectations and variances of the amount of IBNR claims in the future. There is a confidence interval for IBNR reserves claims which allows the estimation of the amount of claim reserves with 95% level of confidence.

Keywords: Household Insurance; IBNR Reserve; Run-Off Triangle; Lognormal Linear Regression; Ordinary Least Square (OLS).

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya yang melimpah, sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan tepat waktu dan sesuai. Tentunya, dengan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis ingin memberikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. M. Wono Setya Budhi dan Bapak Rizky Reza Fauzi, D.Phil.Math. selaku dosen pembimbing penulis yang telah memberikan masukan kepada penulis dan bersedia untuk membimbing penulis,
2. Ibu Felivia Kusnadi, M.Act.Sc. dan Bapak Jonathan Hoseana, Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memastikan bahwa penulis mengerti isi skripsi dari penulis, dan memberi masukan untuk menyempurnakan skripsi ini,
3. Ibu Dr. Livia Owen dan Bapak Dr. Daniel Salim selaku ketua program studi matematika dan dosen koordinator skripsi yang telah menyusun jadwal dan peraturan lainnya guna melancarkan proses skripsi,
4. seluruh dosen dan staff tata usaha Universitas Katolik Parahyangan, terutama dosen pada program studi matematika atas ilmu, bimbingan, bantuan selama masa perkuliahan, sehingga mendukung proses penulisan skripsi ini,
5. kepada seluruh pihak yang berkontribusi pada penulisan skripsi ini.

Bandung, 14 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

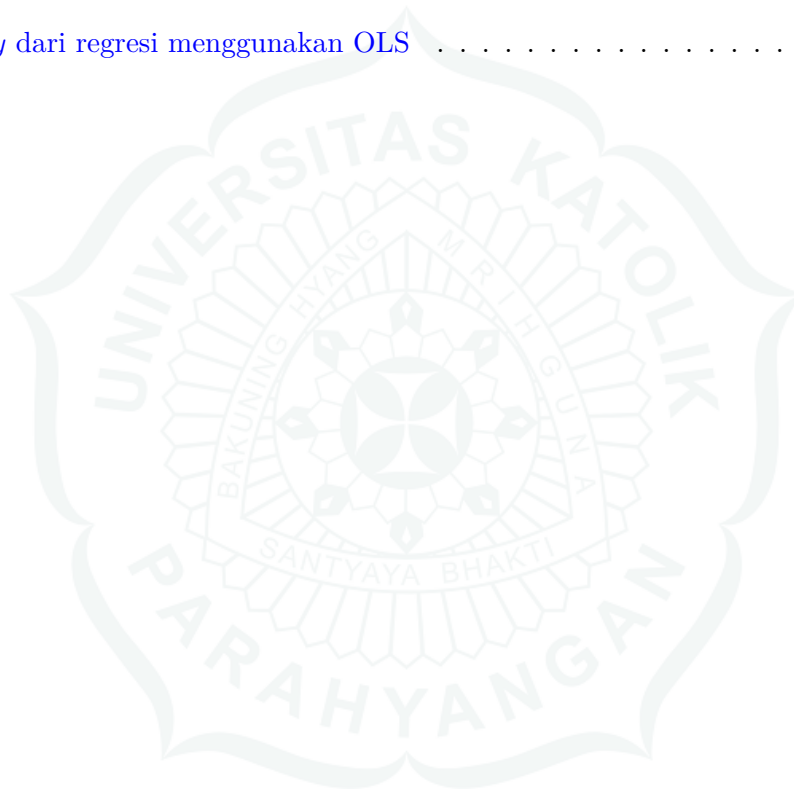
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 <i>State of the Art</i>	3
1.5 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	4
2.1 Distribusi Normal	4
2.2 Distribusi Lognormal	6
2.3 Normal Multivariat	9
2.4 <i>Run-off Triangle</i>	12
2.5 Uji Statistik Gabungan	13
2.6 Uji Statistik Individu	13
2.7 <i>Mean Squared Error</i> dan <i>Root Mean Squared Error</i>	14
3 METODE PENCADANGAN IBNR DENGAN MODEL REGRESI LOGNORMAL LINEAR	15
3.1 Model Besar Klaim IBNR	15
3.2 Estimasi dari Parameter	19
3.2.1 Parameter $\hat{\gamma}$	20
3.2.2 Parameter $\hat{\sigma}^2$	21
3.3 <i>Mean</i> dan Variansi Besar Klaim IBNR	24
4 APLIKASI PENENTUAN CADANGAN IBNR DENGAN MODEL REGRESI LOGNORMAL LINEAR	28
4.1 Prediksi Besar Klaim Asuransi dengan Model Regresi Lognormal Linear	28
4.2 Uji Signifikansi Parameter	30
4.2.1 Uji Statistik Gabungan (Uji F) Parameter pada Data	30
4.2.2 Uji Statistik Individu (Uji t) Parameter pada Data	31
4.3 Selang Kepercayaan Cadangan IBNR	32
4.4 Tingkat Error	33
5 KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	35

DAFTAR REFERENSI	36
A HASIL EKSPERIMEN	37
B TABEL DATA BANYAK KLAIM ASURANSI RUMAH TANGGA DI AUSTRALIA	38



DAFTAR GAMBAR

2.1	Grafik distribusi normal dengan parameter $\mu = 0$ dan σ^2 yang bervariasi	5
2.2	Grafik distribusi normal dengan parameter μ yang bervariasi dan $\sigma^2 = 1$	6
2.3	Grafik distribusi lognormal dengan parameter $\mu = 1$ dan σ^2 yang bervariasi	8
2.4	Grafik distribusi lognormal dengan parameter μ yang bervariasi dan $\sigma^2 = 1$	8
2.5	Grafik distribusi lognormal dengan parameter $\mu = 0,8$ dan $\sigma = 0,1$	9
A.1	<i>Summary</i> dari regresi menggunakan OLS	37



DAFTAR TABEL

2.1	Tabel <i>upper run-off triangle</i>	12
2.2	Tabel <i>lower run-off triangle</i>	12
3.1	Besar klaim IBNR	17
4.1	Tabel data besar klaim asuransi rumah tangga di Australia (juta dolar)	28
4.2	Hasil prediksi besar klaim asuransi rumah tangga di Australia (juta dolar)	29
4.3	Tabel hasil uji statistik individu berdasarkan <i>t-value</i>	32
B.1	Tabel data banyak klaim asuransi rumah tangga di Australia (ribu)	38



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asuransi adalah perjanjian antara dua belah pihak, yaitu pihak tertanggung dan pihak penanggung, di mana pemegang polis dari pihak tertanggung wajib membayar premi atau iuran. Pihak penanggung, yaitu perusahaan asuransi, berkewajiban membayarkan manfaat kepada tertanggung atau pemegang polis atas kejadian-kejadian yang tidak pasti dan sudah disepakati dalam surat perjanjian. Dengan demikian, perusahaan asuransi sebagai pihak penanggung akan memperkecil dan mengelola risiko finansial atas kejadian-kejadian yang merugikan pemegang polis.

Setiap klaim yang diajukan pemegang polis diproses untuk dapat ditentukan keputusannya dalam pembayaran manfaat dari klaim tersebut. Klaim-klaim yang memenuhi syarat tentu akan dibayarkan manfaatnya oleh perusahaan asuransi. Untuk memastikan semua klaim dapat dibayar sesuai dengan banyak dan besar klaim yang ada, perusahaan asuransi harus memiliki cadangan dana yang siap digunakan. Salah satu tugas terpenting yang dilakukan secara rutin sebagai aktuaris di perusahaan asuransi adalah menganalisis cadangan kerugian. Terdapat berbagai macam cadangan kerugian, salah satunya adalah *Incurred But Not Reported* (IBNR).

Incurred But Not Reported (IBNR) merupakan tipe cadangan kerugian yang digunakan oleh perusahaan asuransi untuk mempersiapkan pembayaran manfaat atau pengajuan klaim pada kejadian yang telah terjadi, tetapi belum dilaporkan kepada departemen keuangan perusahaan asuransi. Umumnya setiap klaim yang diajukan oleh pemegang polis akan melewati beberapa proses, antara lain *underwriting*, yang merupakan kegiatan evaluasi pada risiko klaim, dan *claim adjusting*, yang merupakan penentuan pembayaran klaim yang akan diberikan berdasarkan ketentuan polis dan hasil investigasi.

Perusahaan asuransi akan melakukan investigasi pada kejadian suatu klaim dengan waktu yang bervariasi karena diperlukan validasi bahwa kejadian tersebut benar terjadi dengan sebab-sebab yang tertulis dalam polis asuransi dan tidak direayasa demi keuntungan satu pihak, serta untuk menyelidiki keabsahan klaim dan menentukan besar pembayaran klaim yang akan dibayar oleh perusahaan asuransi. Proses tersebut membutuhkan waktu yang beragam sesuai dengan tingkat kesulitan atas suatu kejadian. Akibatnya, perusahaan asuransi wajib menghitung perkiraan dana yang harus disimpan sebagai cadangan agar dapat membayar klaim atas kejadian lalu yang baru dilaporkan. Cadangan kerugian dalam perusahaan asuransi merepresentasikan besar dana yang harus dipersiapkan atas besar klaim yang dapat terjadi di masa mendatang. Keakuratan estimasi cadangan kerugian sangat diperlukan karena memberikan pengaruh yang besar pada kinerja perusahaan dan penentuan finansial, seperti investasi, *pricing*, dan pengeluaran lainnya.

Estimasi yang berlebih pada cadangan kerugian akan mengakibatkan harga premi yang mahal, sehingga memberikan prospek yang suram pada perusahaan asuransi karena harga yang tidak sesuai dengan produk akan membuat konsumen tidak tertarik dalam membeli produk tersebut. Kemudian estimasi yang kurang akan memberikan ancaman bagi perusahaan asuransi karena menimbulkan ketidakmampuan pembayaran atas klaim-klaim yang ada. Dalam meningkatkan keakuratan estimasi cadangan kerugian, diperlukan inovasi baru dalam membuat model cadangan klaim asuransi.

Sebelumnya telah terdapat banyak model cadangan kerugian yang digunakan dalam praktik, tetapi belum diinvestigasi secara lengkap, khususnya pada sifat bias dan faktor-faktor lainnya yang memengaruhi besar klaim. Metode *Chain Ladder* yang dibahas oleh Prasetyo [1] memiliki kelemahan, yaitu menggunakan model deterministik yang tidak memperhitungkan faktor-faktor acak yang merupakan sifat alamiah dari terjadinya klaim. Untuk mengembangkan model cadangan IBNR, pada skripsi ini digunakan metode regresi lognormal linear yang ditaksir dengan *Ordinary Least Square* (OLS) [2], di mana taksiran model yang terbentuk dijamin memiliki sifat *best linear unbiased estimator* (BLUE). Selain itu, *ordinary least square estimator* juga bersifat konsisten dan efisien karena memiliki variansi terkecil bila dibandingkan dengan *estimator* linear dan *unbiased* lainnya. Untuk mempermudah proses pemodelan data klaim, data disajikan dalam bentuk *run-off triangle*. Model yang dikonstruksi pada skripsi ini merupakan model stokastik, karena melibatkan penggunaan distribusi dan menampung faktor-faktor acak yang memengaruhi besar klaim IBNR. Penggunaan metode ini diharapkan dapat mengestimasi cadangan IBNR dengan hasil yang berkurang biasanya dan lebih akurat dibandingkan dengan metode *Chain Ladder* secara umum. Metode ini akan diterapkan pada data asuransi rumah tangga yang memberikan perlindungan dari risiko yang terjadi pada properti dan juga isi dari properti tersebut dari kejadian-kejadian seperti bencana alam, kebakaran, dan lain-lain.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah pada skripsi ini.

1. Bagaimana cara mengestimasi besar cadangan klaim IBNR pada asuransi rumah tangga di Australia pada masa yang akan datang?
2. Bagaimana mengukur keakuratan dari hasil prediksi besar klaim IBNR pada asuransi rumah tangga di Australia?

1.3 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah melakukan prediksi cadangan IBNR dengan model regresi lognormal linear. Beberapa penjelasan dari tujuan pada skripsi ini adalah

1. mengestimasi besar cadangan klaim IBNR pada asuransi rumah tangga di Australia pada masa yang akan datang dengan model regresi lognormal linear,
2. menganalisis tingkat eror dari hasil prediksi besar klaim IBNR pada asuransi rumah tangga di Australia dengan model regresi lognormal linear,

3. mengonstruksi selang kepercayaan dari cadangan klaim IBNR pada asuransi rumah tangga di Australia dengan model regresi lognormal linear.

1.4 *State of the Art*

Dalam praktiknya, telah terdapat banyak model cadangan kerugian yang digunakan seperti *Chain Ladder* dan *Bornhuetter Ferguson*. Model-model cadangan kerugian yang umum digunakan belum diinvestigasi secara lengkap khususnya pada sifat bias dan faktor lainnya yang memengaruhi besar klaim. Metode *Chain Ladder* yang dibahas oleh Prasetyo [1] memiliki kelemahan, yaitu metode yang digunakan bersifat deterministik dan tidak memperhitungkan faktor-faktor acak pada besar klaim. Pada skripsi ini akan digunakan metode regresi lognormal linear yang ditaksir dengan *Ordinary Least Square* (OLS) [2]. Model regresi lognormal linear melibatkan distribusi, sehingga memperhitungkan faktor-faktor acak besar klaim. Penaksiran model menggunakan metode OLS menghasilkan variansi terkecil di antara *estimator* linear dan *unbiased* lainnya, sehingga dipastikan memiliki sifat *best linear unbiased estimator* (BLUE), konsisten dan efisien. Penggunaan metode ini diharapkan dapat mengembangkan model dari cadangan IBNR dengan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan metode *Chain Ladder* secara umum. Terakhir, pada skripsi ini juga akan dikonstruksi selang kepercayaan total klaim IBNR yang berguna dalam menentukan cadangan IBNR maksimal yang perlu disediakan perusahaan.

1.5 Sistematika Pembahasan

Skripsi ini tersusun atas lima bab dengan beberapa subbab di dalamnya. Berikut sistematika pembahasan pada skripsi ini.

1. Bab pertama menguraikan latar belakang dilakukannya penelitian skripsi ini, menjelaskan keunggulan-keunggulan yang ada, serta memaparkan rumusan masalah dan tujuan dari penulisan skripsi ini.
2. Bab kedua membahas teori dan konsep yang diperlukan dalam memahami permasalahan pada skripsi ini.
3. Bab ketiga pada skripsi ini memaparkan dan membahas proses dibentuknya model besar klaim IBNR menggunakan regresi lognormal linear. Nilai ekspektasi dan variansi dari total klaim IBNR juga diperoleh.
4. Bab keempat menampilkan hasil prediksi menggunakan model besar klaim IBNR yang sudah diperoleh dan juga pembentukan selang kepercayaan dari total klaim IBNR yang akan digunakan sebagai taksiran besar cadangan IBNR.
5. Bab kelima berisi kesimpulan yang menjawab masalah-masalah yang telah dirumuskan dan mencapai tujuan-tujuan yang telah diuraikan. Terdapat pula saran yang menjelaskan batasan-batasan dari metode yang digunakan di skripsi ini dan kemungkinan-kemungkinan arah pengembangan penelitian ini.