

**SKRIPSI**

**PEMODELAN TINGKAT KEPARAHAN KLAIM ASURANSI  
DAN PERHITUNGAN PREMI REASURANSI KESEHATAN  
MENGUNAKAN PENDEKATAN BAYESIAN**



**NITYA SALSABILA SUPRIJATNA**

**NPM: 2016710056**

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



**FINAL PROJECT**

**MODELING OF HEALTH INSURANCE CLAIM SEVERITY  
AND REINSURANCE PREMIUM CALCULATION USING  
BAYESIAN APPROACH**



**NITYA SALSABILA SUPRIJATNA**

**NPM: 2016710056**

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



# LEMBAR PENGESAHAN

## PEMODELAN TINGKAT KEPARAHAN KLAIM ASURANSI DAN PERHITUNGAN PREMI REASURANSI KESEHATAN MENGUNAKAN PENDEKATAN BAYESIAN

NITYA SALSABILA SUPRIJATNA

NPM: 2016710056

Bandung, 19 Februari 2021

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Benny Yong, Ph.D.

Felivia Kusnadi, M.Act.Sc.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Farah Kristiani, Ph.D.

Dr. Daniel Salim

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra



## **PERNYATAAN**

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

### **PEMODELAN TINGKAT KEPARAHAN KLAIM ASURANSI DAN PERHITUNGAN PREMI REASURANSI KESEHATAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN 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 19 Februari 2021

**NITYA SALSABILA SUPRIJATNA**  
NPM: 2016710056





## ABSTRAK

Untuk penyebaran risiko dan stabilisasi kondisi keuangan, perusahaan asuransi kesehatan memerlukan reasuransi. Reasuransi merupakan suatu mekanisme pengalihan risiko dari satu pihak yang disebut *ceding company* kepada pihak lainnya yang disebut reasuradur (*reinsurer*). Salah satu kontrak reasuransi yang dapat diambil oleh *ceding company* adalah reasuransi *excess of loss*. Pada reasuransi *excess of loss*, *ceding company* menetapkan jumlah risiko tertentu yang ditanggung sendiri oleh perusahaannya dalam setiap kali kejadian. Apabila terjadi kerugian di atas limit tersebut maka kelebihan tersebut akan dipikul oleh reasuradur sampai dengan batas tertentu sesuai dengan perjanjian. Pada reasuransi *excess of loss*, masalah utamanya adalah data tingkat keparahan klaim yang ada tidak cukup untuk menggambarkan harga dari *excess layer* yaitu perlindungan di atas nilai limit dalam perjanjian. Pendekatan Bayesian akan digunakan untuk mencari peluang posterior bagi serangkaian distribusi yang dipilih, setelah terlebih dahulu menentukan model prior berdasarkan bentuk struktur data dari pencocokan distribusi. Pada kasus di skripsi ini, distribusi normal, Weibull, dan gamma cocok digunakan setelah diuji menggunakan Akaike *Information Criterion* (AIC) dan *Quantile-Quantile plot*. Untuk menghitung premi reasuransi *excess of loss*, pertama-tama akan dihitung terlebih dahulu *layer pure premium* dan mencari peluang *posterior*-nya. Diperoleh rata-rata premi untuk lapisan 50.000 hingga 100.000 sebesar 254,2823 dan standar deviasinya adalah 5,760395.

**Kata-kata kunci:** Pendekatan Bayesian, Reasuransi *Excess of Loss*, Posterior



## **ABSTRACT**

In order to spread risk and stabilize financial conditions, health insurance companies require reinsurance. Reinsurance is a transfer of risk from ceding company (insurance company) to another party called a reinsurer (reinsurance company). One of the reinsurance contracts that can be taken by ceding company is excess of loss reinsurance. In excess of loss reinsurance, ceding company sets a certain amount of risk that is borne by the company itself in each event, the losses incurred above this limit will be borne by the reinsurer up to a certain limit in accordance in agreement. In the excess of loss reinsurance the main problem is the claim severity data has insufficient volume to make credible projections of excess layer costs which is protection above the limit value in the agreement. Bayesian approach is used to find the posterior probability of the selected distributions, after conducting the prior model based on the data structure of fitted distribution. On the case study of this final project, the normal, Weibull, and gamma are appropriately fitted after being tested using Akaike Information Criterion (AIC) and Quantile-Quantile plot. To calculate the excess of loss reinsurance premium, we will first calculate the pure premium layer and posterior probability. Obtained an average premium for the 50.000 to 100.000 is 254,2823 and the standard deviation is 5,760395.

**Keywords:** Bayesian Approach, Excess of Loss Reinsurance, Posterior



*Untuk Papah dan Mamah...*



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pemodelan Tingkat Keparahan Klaim Asuransi dan Perhitungan Premi Reasuransi Kesehatan Menggunakan Pendekatan Bayesian". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi Strata-1 Program Studi Matematika di Universitas Katolik Parahyangan.

Selama masa studi dan proses penyelesaian skripsi, penulis mendapat banyak bantuan dan ilmu dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- Papah dan Mamah yang telah memberikan dukungan, saran, didikan, kasih sayang dan doa kepada penulis.
- Kakak dan adik penulis: Aa, Abet, Ade, Teh Novita, Atha, Athi dan Akey yang selalu menghibur, memberi dukungan, semangat, dan bantuan kepada penulis. Serta keluarga besar yang telah memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.
- Bapak Benny Yong, Ph.D. dan Ibu Felivia Kusnadi, M.Act.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi, memberikan arahan, saran dan ilmu selama penulisan skripsi ini.
- Ibu Farah Kristiani, Ph.D. dan Bapak Dr. Daniel Salim selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan agar skripsi ini menjadi lebih baik.
- Bapak Liem Chin, M.Si. selaku koordinator skripsi yang telah memberi arahan dan saran selama penyusunan skripsi.
- Bapak Dr. Ferry Jaya Permana selaku dosen wali yang telah memberikan saran, ilmu, dan arahan selama perkuliahan.
- Seluruh dosen Program Studi Matematika UNPAR yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
- Seluruh staf Tata Usaha dan pekarya FTIS yang telah membantu penulis selama masa studi.
- Niko Refotama Putra yang selalu memberi semangat dan selalu sabar mendengar keluh kesah penulis.
- Suryani, Aretha, dan Agnes yang telah memberi dukungan, tempat penulis bercerita, pemberi semangat, dan dukungan selama perkuliahan.
- Febri, Felix, dan Salman yang telah memberi saran, masukan dan dukungan dalam penyusunan skripsi dan masa perkuliahan.
- Teman-teman Gurlsquad: Agnes, Alvinda, Aretha, Fanny, Fenny, JT, Muti, Nur, Suryani,

Triny, Vivian, dan Widhiya yang telah menjadi teman diskusi dan tempat berbagi cerita selama masa perkuliahan.

- Teman-teman Sarang Sandal: Niko, Farand, Gege, Aretha, Suryani, dan Agnes yang telah menjadi teman diskusi penulis.
- Teman-teman No Comel: Sarah, Syifa, Diana, Yasmin, Reza, dan Loris yang telah menjadi teman penulis sejak menempuh Sekolah Menengah Pertama atas hiburan dan semangat kepada penulis.
- Teman-teman matematika angkatan 2016 atas kenangan dan kebersamaan yang telah dilalui penulis selama berkuliah di UNPAR.
- Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam perkuliahan dan penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima segala kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini dapat menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi inspirasi bagi pembaca.

Bandung, Februari 2021

Penulis



# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
<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 Asuransi Kesehatan	3
2.2 Metode Kontrak Reasuransi	3
2.3 Bentuk Perjanjian Reasuransi	4
2.3.1 Proporsional	4
2.3.2 Non Proporsional	4
2.4 Pendekatan Bayesian	5
2.4.1 Teorema Bayes	5
2.4.2 Model Bayesian	5
2.5 Distribusi Peluang Kontinu	6
2.6 Jenis-jenis Distribusi Peluang	6
2.6.1 Distribusi Normal	6
2.6.2 Distribusi Lognormal	7
2.6.3 Distribusi <i>Inverse</i> Gaussian	8
2.6.4 Distribusi Gamma	9
2.6.5 Distribusi Weibull	9
2.7 Metode Penaksiran Parameter Menggunakan <i>Maximum Likelihood</i>	10
2.8 Modifikasi Pertanggungan	11
2.8.1 <i>Policy Limit</i>	11
2.8.2 <i>Deductible</i>	12
2.8.3 Gabungan <i>Deductible</i> dan <i>Policy Limit</i>	13
<b>3 METODE ESTIMASI KLAIM</b>	<b>15</b>
3.1 Algoritma Estimasi Klaim	15
3.2 <i>Quantile-quantile Plot (Q-Q Plot)</i>	16
3.3 <i>Akaike Information Criterion (AIC)</i>	16
3.4 Distribusi <i>Prior</i>	17
3.5 Reasuransi <i>Excess of Loss</i> dengan <i>A in excess of B</i>	18

3.6	Premi Murni per Lapisan ( <i>Layer Pure Premium</i> ) . . . . .	19
<b>4</b>	<b>ANALISIS DATA</b>	<b>21</b>
4.1	Pencocokan Distribusi terhadap Data . . . . .	21
4.2	Uji Kecocokan Model . . . . .	22
4.3	Prediksi Premi Murni per Lapisan . . . . .	23
<b>5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>25</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	25
5.2	Saran . . . . .	25
	<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>27</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Fungsi Kepadatan Peluang dari Distribusi Normal . . . . .	7
2.2	Fungsi Kepadatan Peluang dari Distribusi Lognormal . . . . .	8
2.3	Fungsi Kepadatan Peluang dari Distribusi <i>Inverse</i> Gaussian . . . . .	8
2.4	Fungsi Kepadatan Peluang dari Distribusi Gamma . . . . .	9
2.5	Fungsi kepadatan Peluang dari Distribusi Weibull . . . . .	10
3.1	Diagram Batang Reasuransi <i>Excess of Loss</i> . . . . .	19
4.1	Histogram dari Seluruh Klaim . . . . .	21
4.2	Hasil Pencocokan Distribusi dengan Log Data . . . . .	22
4.3	Hasil Pencocokan Distribusi dengan Dobel Log Data . . . . .	22
4.4	Q-Q <i>Plot</i> Data dan Pencocokan dengan Distribusi Gamma . . . . .	22
4.5	Q-Q <i>Plot</i> Data dan Pencocokan dengan Distribusi Normal . . . . .	22
4.6	Q-Q <i>Plot</i> Data dan Pencocokan dengan Distribusi Weibull . . . . .	22
4.7	Q-Q <i>Plot</i> Data dan Pencocokan dengan Distribusi Lognormal . . . . .	22
4.8	Q-Q <i>Plot</i> Data dan Pencocokan dengan Distribusi <i>Inverse</i> Gaussian . . . . .	23
4.9	Distribusi Prediktif untuk Premi Reasuransi . . . . .	24



## DAFTAR TABEL

3.1	Reasuransi <i>Excess of Loss</i> dengan <i>A in excess of B</i> . . . . .	18
4.1	Nilai AIC dan <i>Log-likelihood</i> dari Berbagai Distribusi . . . . .	23
4.2	Nilai Rata-rata Besar Premi dan Standar Deviasi Premi Murni . . . . .	24



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut [1], program asuransi kesehatan memberikan penggantian biaya untuk pengeluaran yang berhubungan dengan perawatan kesehatan. Sebagian besar asuransi kesehatan merupakan kontrak jangka pendek. Premi asuransi kesehatan mencakup insiden yang terjadi dalam enam bulan atau satu tahun ke depan. Frekuensi dan besar klaim berfluktuatif sehingga mengakibatkan risiko dan ketidakpastian. Terdapat kemungkinan bahwa nominal salah satu klaim yang sangat besar atau terdapat klaim dengan nominal sedikit namun dalam jumlah yang sangat banyak. Oleh karena itu, perusahaan asuransi memerlukan reasuransi. Reasuransi merupakan suatu mekanisme pengalihan risiko dari satu pihak yang disebut *ceding company* kepada pihak lainnya yang disebut reasuradur (*reinsurer*). Reasuransi dapat melindungi *ceding company* dari potensi kerugian yang besar dan memengaruhi stabilisasi kondisi keuangan *ceding company*. Salah satu jenis tipe reasuransi adalah *excess of loss*. Pada reasuransi *excess of loss*, *ceding company* menetapkan jumlah risiko tertentu yang ditanggung sendiri oleh perusahaannya dalam setiap kali kejadian. Apabila terjadi kerugian di atas limit tersebut maka kelebihan tersebut akan dipikul oleh reasuradur sampai dengan batas tertentu sesuai dengan perjanjian. Reasuransi *excess of loss* biasanya diatur dalam lapisan-lapisan (*layers*) guna proteksi reasuransi yang lebih besar dan sekaligus memperkecil premi reasuransinya. Skripsi ini akan membahas perhitungan premi reasuransi *excess of loss*. Pada reasuransi *excess of loss*, terdapat dua masalah dalam hal ini. Pertama, data tingkat keparahan klaim yang ada tidak cukup untuk menggambarkan harga dari *excess layer* yaitu perlindungan di atas nilai yang bertanggung dalam perjanjian. Kedua, data yang dimiliki tidak berkembang. Data yang tidak berkembang disebabkan karena sebagian besar klaim dapat memakan waktu setidaknya beberapa tahun untuk menyelesaikannya [2]. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh bencana ataupun masalah hukum.

Untuk mengestimasi premi dari *layer*, terdapat beberapa cara yaitu menggunakan pendekatan Bayesian, *empirical smoothing approach* dan *threshold model approach*. *Threshold model approach* digunakan untuk menyesuaikan distribusi keparahannya hanya pada kerugian yang besar [3]. Pada *empirical-smoothing*, data yang ada akan dihaluskan sedemikian rupa sehingga premi pada *layers* dapat dievaluasi [4]. Namun dalam skripsi ini akan digunakan pendekatan Bayesian. Kelebihan pendekatan Bayesian adalah menggunakan data-data historis yang diketahui dan informasi yang diketahui dalam memberikan prediksi di masa depan. Selain itu, pendekatan Bayesian lebih sederhana dan mudah diinterpretasikan dibandingkan kedua metode lainnya.

Pada skripsi ini, model prior yang digunakan tidak murni berdasarkan pertimbangan subjektif melainkan pembentukan model prior akan menyesuaikan dengan struktur data. Model Bayesian akan digunakan untuk mencari probabilitas posterior untuk serangkaian distribusi yang dipilih. Untuk menentukan distribusi yang cocok digunakan pengujian *Quantile-Quantile Plot* dan *Akaike Information Criterion* (AIC) untuk tiap model.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana cara memperoleh distribusi statistik yang sesuai dengan jumlah klaim asuransi?
2. Bagaimana cara menguji distribusi statistik agar sesuai dengan klaim data asuransi?
3. Bagaimana cara menghitung premi reasuransi *excess of loss* pada tingkat keparahan klaim yang tinggi?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah:

1. Mencocokkan berbagai distribusi statistik yang sesuai untuk sebaran jumlah klaim asuransi;
2. Menguji seberapa baik distribusi statistik yang dipilih sesuai dengan klaim data menggunakan *Quantile-Quantile Plot* dan *Akaike Information Criterion (AIC)*;
3. Menghitung premi reasuransi *excess of loss* dengan mencari terlebih dahulu *layer pure premium* dan peluang *posterior*-nya.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam skripsi ini adalah klaim telah selesai terbayarkan dan tidak ada nominal klaim yang bernilai nol.

## 1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada skripsi ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

- **Bab 1: Pendahuluan**  
Pada bab ini akan diuraikan secara umum isi dari skripsi ini. Dalam bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.
- **Bab 2: Landasan Teori**  
Pada bab ini akan dibahas mengenai asuransi kesehatan, reasuransi, pendekatan Bayesian, jenis-jenis distribusi peluang, metode penaksir parameter menggunakan *Maximum Likelihood*, dan modifikasi pertanggunggunaan.
- **Bab 3: Metode Estimasi Klaim**  
Pada bab ini akan dibahas langkah-langkah dalam mengestimasi harga premi dalam reasuransi *excess of loss*.
- **Bab 4: Analisis Data**  
Pada bab ini akan dibahas aplikasi model pada data asuransi kesehatan untuk mendapat distribusi yang sesuai dengan klaim data dan prediksi preminya.
- **Bab 5: Kesimpulan dan Saran**  
Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran untuk pengembangan skripsi lebih lanjut.