

SKRIPSI

**PEMODELAN REASURANSI JiWA
BERDASARKAN RISIKO KATASTROPIK**



Maria Gabriella Hadinata

NPM: 2015710017

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2018**

FINAL PROJECT

**LIFE REINSURANCE MODELING
BASED ON CATASTROPHE RISK**



Maria Gabriella Hadinata

NPM: 2015710017

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN REASURANSI JiWA
BERDASARKAN RISIKO KATASTROPIK**

Maria Gabriella Hadinata

NPM: 2015710017

Bandung, 3 Desember 2018

Menyetujui,

Pembimbing

Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Farah Kristiani, M.Si.

Iwan Sugiarto, M.Si.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra, M.Si.

PERNYATAAN

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

PEMODELAN REASURANSI JiWA BERDASARKAN RISIKO KATASTROPIK

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 3 Desember 2018

Meterai Rp. 6000

Maria Gabriella Hadinata
NPM: 2015710017

ABSTRAK

Peristiwa yang terjadi secara tidak terduga dan mengakibatkan banyak sekali pengajuan klaim merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan perusahaan asuransi mengalami kerugian. Kejadian katastrofik merupakan salah satu peristiwa yang terjadi secara mendadak dan mengakibatkan banyak kematian sehingga dapat menyebabkan perusahaan asuransi jiwa mengalami kerugian besar. Perusahaan asuransi dapat mengurangi risiko kerugian tersebut dengan menggunakan produk reasuransi katastrofik. Reasuransi katastrofik adalah suatu produk asuransi yang berfungsi mengalihkan sebagian risiko yang dialami perusahaan asuransi akibat kejadian katastrofik kepada reasuradur. Kontrak reasuransi katastrofik ini biasa disebut kontrak *Catastrophe Excess of Loss* (Cat XL). Dalam suatu kontrak Cat XL, hal penting yang perlu diketahui oleh reasuradur adalah total besar klaim agar dapat menentukan cadangan dan harga kontrak reasuransi yang wajar. Pada skripsi ini dibahas model reasuransi katastrofik untuk memperoleh total besar klaim dengan menggunakan data kejadian katastrofik di Indonesia. Banyaknya kejadian katastrofik dan banyaknya kematian dalam suatu kejadian katastrofik dimodelkan dengan menggunakan model *Peaks Over Threshold*, yaitu distribusi *Poisson* sebagai model banyak kejadian dan distribusi *Generalized Pareto* sebagai model banyak kematian. Banyaknya klaim yang diajukan akibat kejadian katastrofik dimodelkan dengan distribusi Beta-binomial. Total besar klaim diperoleh dengan melakukan simulasi model berulang kali. Selain itu, dibahas juga pengaruh perubahan parameter terhadap total besar klaim.

Kata-kata kunci: Reasuransi katastrofik, Kontrak *Catastrophe Excess of Loss*, Model *Peaks Over Threshold*, Distribusi Beta-binomial, Besar klaim

ABSTRACT

Unexpected events leading to great amount of claims is one of the main factors an insurance company may suffer a great financial loss. A catastrophe claiming many lives is one example of such an unexpected event and can cause a life insurance company to suffer a great loss. In order to reduce the financial loss, a life insurance company can buy a catastrophe reinsurance product from a reinsurer. Catastrophe reinsurance is an insurance product which diverts some of the risks that insurance company faces due to catastrophic events to a reinsurer. The catastrophe reinsurance contract is usually called the Catastrophe Excess of Loss (Cat XL) contract. In a Cat XL contract, the total amount of claims is essential for the reinsurer to know in order to determine the amount of reserve and the price of reinsurance contract. In this final project, the catastrophe reinsurance model will be discussed in order to obtain the total amount of claims using the catastrophic events data in Indonesia. The Peaks Over Threshold model is used to describe the number of catastrophic events and the death toll in each incident which the Poisson distribution represents the number of catastrophic events and the Generalized Pareto distribution represents the death toll in each incident. The number of claims due to catastrophic risk is described by the Beta-binomial distribution. The total amount of claims can be obtained through number of model simulations. In addition, the effect of parameter changes on the total amount of claims are also discussed.

Keywords: Catastrophe reinsurance, Catastrophe Excess of Loss Contract, Peaks Over Threshold Model, Beta-binomial distribution, Amount of claims

Untuk Papa, Mama, dan Adikku tercinta.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan bimbingan-Nya yang melimpah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang berjudul "Pemodelan Reasuransi Jiwa berdasarkan Risiko Katastropik" disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains (FTIS), Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR), Bandung.

Penyusunan skripsi ini tidak luput dari beberapa hambatan dan kesulitan. Oleh karena itu, penulis berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis berterima kasih terutama kepada:

- Papa dan Mama yang selalu memberikan dukungan, nasihat, doa, dan kasih sayang kepada penulis, serta Patrick dan keluarga besar penulis atas segala doa, dukungan, dan hiburan yang diberikan.
- Bapak Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI selaku dosen pembimbing yang telah sabar memberikan ilmu, arahan, dan saran selama penyusunan skripsi dan perkuliahan, serta atas pembuatan surat rekomendasi lanjut studi untuk penulis.
- Ibu Farah Kristiani, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan saran untuk perbaikan dan pengembangan skripsi ini.
- Bapak Iwan Sugiarto, M.Si. selaku koordinator skripsi dan dosen penguji yang telah memberikan arahan serta saran untuk perbaikan dan pengembangan skripsi ini.
- Bapak Dr. Benny Yong selaku dosen yang telah memberikan ilmu, arahan, dan saran selama perkuliahan, serta surat rekomendasi lanjut studi untuk penulis.
- Bapak Dr. Julius Dharma Lesmono selaku dosen wali yang telah memberikan ilmu, saran, dan nasihat kepada penulis selama perkuliahan.
- Seluruh dosen FTIS khususnya dosen Program Studi Matematika yang telah memberikan ilmu, arahan, dan saran selama perkuliahan.
- Seluruh staf Tata Usaha FTIS yang telah banyak memberikan segala bentuk bantuan administratif selama perkuliahan.
- Seluruh pekarya FTIS yang telah banyak memberikan kenyamanan dalam penggunaan sarana dan prasarana selama perkuliahan.
- Nadya Tjindra sebagai teman yang selalu siap mendengarkan cerita serta memberikan dukungan, hiburan, dan semangat.
- Lisa Saputri sebagai teman yang selalu memberikan dukungan, hiburan, semangat, dan catatan kuliah selama perkuliahan serta membantu penulisan Bab 4.
- Teman-teman "Buaya Darat" (Edo, Jojo, Raka, Mahe, Lisa, Fani, Lydia, Vania, Mega, dan Stany) yang telah berbagi ilmu, pengalaman, hiburan, dan kebersamaan sejak awal perkuliahan.

- Teman-teman "Rempela" (Lisa, Fani, Lydia, Vania, dan Mega) yang telah berbagi ilmu, hiburan, dan kebersamaan.
- Teman-teman "Trio Ayam" (Edo dan Jojo) sebagai teman seperjuangan belajar di malam hari.
- Teman-teman Matematika angkatan 2015: Thomas, Inez, Dhito, Vania, Dius, Nancy, Laura, Edo, Fanie, Lisa, Stany, Desmond, Vincent, Alif, Nanda, Chandra, Mona, Charisma, Mahe, Lydia, Jojo, Sandy, Daud, Mega, Vivi, Livia, Vano, Gazza, Karina, Hendra, Retno, Onto, Kijati, Raka, Aryo, Marschel, Elis, Shanti, dan Paulina yang telah berbagi ilmu, hiburan, dan pengalaman selama penulis kuliah di UNPAR.
- Teman-teman Matematika angkatan 2012, 2013, 2014, 2016, dan 2017 yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
- Teman-teman Majelis Perwakilan Mahasiswa UNPAR periode 2017/2018 yang telah memberikan ilmu, hiburan, dan pengalaman keorganisasian.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. 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, Desember 2018

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	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Kontrak Reasuransi Katastropik	5
2.2 Peubah Acak	5
2.2.1 Jenis Peubah Acak	5
2.2.2 Momen Peubah Acak	6
2.2.3 Ekspektasi Peubah Acak	6
2.2.4 Variansi Peubah Acak	6
2.3 Distribusi Gabungan	6
2.4 Distribusi Marginal	7
2.4.1 Distribusi Marginal dan Ekspektasi Peubah Acak Diskret	7
2.4.2 Distribusi Marginal dan Ekspektasi Peubah Acak Kontinu	7
2.4.3 Sifat Peubah Acak	8
2.5 Distribusi Bersyarat	8
2.6 Distribusi Majemuk	10
2.7 Jenis-Jenis Distribusi Peluang	10
2.7.1 Distribusi Binomial dan Distribusi <i>Poisson</i>	10
2.7.2 Distribusi <i>Generalized Pareto</i>	13
2.7.3 Distribusi Beta-Binomial	15
2.8 Metode Penaksiran Parameter <i>Maximum Likelihood</i>	20
2.9 <i>Quantile-Quantile Plot</i>	21
2.10 Uji Coba <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	21
3 MODEL REASURANSI KATASTROPIK	23
3.1 Model <i>Peaks Over Threshold</i>	23
3.1.1 Model Banyak Kejadian Katastropik	23
3.1.2 Model Banyak Kematian	23
3.2 Model Banyak Klaim	24
3.3 Model Besar Klaim	27

4	SIMULASI MODEL	29
4.1	Aplikasi Model pada Data Katastropik di Indonesia	29
4.1.1	Model Banyak Kejadian Katastropik Tahunan di Indonesia	29
4.1.2	Model Banyak Kematian akibat Kejadian Katastropik di Indonesia	30
4.1.3	Total Besar Klaim Tahunan akibat Kejadian Katastropik di Indonesia	32
4.2	Analisis Sensitivitas Parameter	36
4.2.1	Analisis Parameter λ_m	36
4.2.2	Analisis Parameter q	38
4.2.3	Analisis Parameter θ	39
5	KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	42
	DAFTAR REFERENSI	43

DAFTAR GAMBAR

2.1	Fungsi Massa Peluang Distribusi <i>Poisson</i>	13
2.2	Fungsi Padat Peluang Distribusi <i>Generalized Pareto</i>	15
2.3	Fungsi Massa Peluang Distribusi Binomial	16
2.4	Fungsi Padat Peluang Distribusi Beta	16
2.5	Fungsi Massa Peluang Distribusi Beta-Binomial	19
3.1	Fungsi Tingkat Ketergantungan Antarindividu	26
4.1	Perbandingan Distribusi Data Banyak Kematian dan Model Estimasi Distribusi <i>Generalized Pareto</i>	31
4.2	CDF Empiris dan CDF <i>Generalized Pareto</i>	32
4.3	Histogram Besar Klaim (Juta Rupiah)	35
4.4	Proporsi Kontribusi Masing-Masing Besar Klaim (Juta Rupiah) terhadap Total Besar Klaim dalam 100.000 Tahun	36
4.5	Analisis Parameter λ_m terhadap Total Besar Klaim Tahunan	37
4.6	Analisis Parameter q terhadap Total Besar Klaim Tahunan	38
4.7	Analisis Parameter θ terhadap Total Besar Klaim Tahunan	39

DAFTAR TABEL

4.1	Banyak Kejadian Katastropik	30
4.2	Frekuensi Besar Klaim	34
4.3	Proporsi Kontribusi Masing-Masing Besar Klaim (Juta Rupiah) terhadap Total Besar Klaim dalam 100.000 Tahun	35
4.4	Analisis Parameter λ_m terhadap Total Besar Klaim Tahunan	37
4.5	Analisis Parameter q terhadap Total Besar Klaim Tahunan	38
4.6	Analisis Parameter θ terhadap Total Besar Klaim Tahunan	39

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kejadian katastrofik merupakan peristiwa yang terjadi secara mendadak dan mengakibatkan banyak kematian. Kejadian katastrofik terbagi menjadi dua, yaitu bencana alam (*natural disasters*) dan bencana nonalam (*man-made disasters*). Beberapa bencana alam yang termasuk kejadian katastrofik adalah gempa bumi, gunung meletus, dan tsunami. Sedangkan, beberapa bencana nonalam yang termasuk kejadian katastrofik adalah kecelakaan pesawat, serangan teroris, dan banjir. Frekuensi kejadian katastrofik biasanya rendah, tetapi memberikan dampak kerugian yang sangat besar[1].

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di Cincin Api Pasifik (*the Pacific Ring of Fire*). Cincin Api Pasifik merupakan daerah yang sering terjadi gempa bumi dan letusan gunung berapi di sepanjang cekungan Samudra Pasifik. Jadi, Indonesia merupakan salah satu negara yang sering kali mengalami bencana alam. Hal ini menyebabkan kesadaran masyarakat Indonesia akan pentingnya asuransi jiwa menjadi meningkat. Ketika kesadaran memiliki asuransi meningkat, maka suatu perusahaan asuransi harus bisa mengantisipasi kerugian yang dapat timbul.

Suatu peristiwa yang terjadi secara tidak terduga dan mengakibatkan pengajuan klaim menjadi banyak sekali merupakan salah satu faktor utama perusahaan asuransi mengalami kerugian. Oleh karena itu, salah satu solusi yang dapat dilakukan oleh perusahaan asuransi adalah mengalihkan risiko tersebut ke perusahaan asuransi lain. Skenario ini biasa dikenal dengan nama reasuransi. Reasuransi merupakan suatu mekanisme pengalihan risiko dari satu pihak yang disebut *ceding company* kepada pihak lainnya yang disebut reasuradur (*reinsurer*). Kejadian katastrofik merupakan salah satu peristiwa yang terjadi secara mendadak dan memiliki potensi menyebabkan kerugian yang besar terhadap suatu perusahaan asuransi jiwa. Potensi kerugian besar yang dimaksud adalah ketika terjadi banyak pengajuan klaim dalam waktu yang sama akibat kematian dari suatu kejadian katastrofik dan dana cadangan dari perusahaan asuransi tidak cukup untuk menutupi semua biaya klaim. Hal ini tentu sangat berpotensi membuat perusahaan asuransi mengalami pailit. Untuk menghindari risiko ini, dibutuhkan suatu pengalih risiko yang disebut reasuransi katastrofik.

Reasuransi katastrofik adalah suatu produk asuransi yang berfungsi untuk mengalihkan sebagian risiko yang dialami suatu perusahaan asuransi akibat suatu kejadian katastrofik kepada reasuradur. Salah satu hal yang penting yang dibutuhkan reasuradur dalam suatu kontrak reasuransi katastrofik adalah mengetahui total besar klaim yang diajukan setiap tahunnya. Hal ini dibutuhkan oleh perusahaan reasuransi agar bisa menentukan cadangan untuk membayar klaim dan menentukan harga yang wajar untuk suatu kontrak reasuransi katastrofik. Oleh karena itu, penulis bermaksud membahas mengenai pemodelan reasuransi katastrofik untuk menaksir total besar klaim tahunan berdasarkan risiko katastrofik di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Pada skripsi ini akan dibahas pengaplikasian model reasuransi jiwa berdasarkan risiko katastrofik dengan menggunakan data kejadian katastrofik di Indonesia. Oleh karena itu, masalah yang akan dibahas pada skripsi ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana menaksir banyak kejadian katastrofik yang terjadi pada suatu periode waktu?
2. Bagaimana menaksir banyak kematian yang diakibatkan oleh suatu kejadian dalam reasuransi katastrofik?
3. Bagaimana menaksir banyak klaim yang diajukan akibat kematian dari suatu kejadian dalam reasuransi katastrofik?
4. Bagaimana menaksir besar klaim akibat suatu kejadian dalam reasuransi katastrofik?
5. Bagaimana menaksir total besar klaim dalam reasuransi katastrofik?
6. Bagaimana pengaruh perubahan parameter terhadap total besar klaim dalam reasuransi katastrofik?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. menaksir banyak kejadian katastrofik yang terjadi dalam suatu periode waktu;
2. menaksir banyak kematian yang diakibatkan oleh suatu kejadian dalam reasuransi katastrofik;
3. menaksir banyak klaim yang diajukan akibat kematian dari suatu kejadian dalam reasuransi katastrofik;
4. menaksir besar klaim akibat suatu kejadian dalam reasuransi katastrofik;
5. mengetahui ekspektasi, variansi, dan distribusi dari total besar klaim dalam reasuransi katastrofik;
6. mengetahui pengaruh perubahan parameter terhadap total besar klaim dalam reasuransi katastrofik.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah:

1. kerugian akibat kejadian katastrofik yang dimodelkan hanya berupa banyak korban meninggal atau hilang;
2. kejadian katastrofik yang dimodelkan hanya banjir, tanah longsor, puting beliung, gempa bumi, tsunami, letusan gunung berapi, dan kecelakaan transportasi;
3. perusahaan reasuransi hanya mengasuransikan jiwa dan bukan asuransi kerugian;
4. banyak kejadian katastrofik diasumsikan berdistribusi *Poisson*;
5. banyak kematian akibat kejadian katastrofik diasumsikan berdistribusi *Discrete Generalized Pareto*;
6. banyak klaim yang diajukan akibat kejadian katastrofik diasumsikan berdistribusi Beta-binomial;
7. besar klaim dari setiap pemegang polis diasumsikan sama nilainya.

1.5 Sistematika Pembahasan

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

Bab 1: Pendahuluan

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

Bab 2: Landasan Teori

Bab ini membahas teori-teori yang mendukung dalam pengerjaan skripsi ini.

Bab 3: Model Reasuransi Katastropik

Bab ini membahas model banyak kejadian katastropik, model banyak kematian, model banyak klaim yang diajukan, dan model besar klaim dalam reasuransi katastropik.

Bab 4: Simulasi Model

Bab ini membahas aplikasi model pada data kejadian katastropik di Indonesia dan pengaruh perubahan masing-masing parameter terhadap total besar klaim.

Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari isi skripsi dan saran untuk pengembangan topik yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

