

**ESTIMASI CADANGAN KLAIM *INCURRED BUT NOT REPORTED* (IBNR)
MENGUNAKAN METODE *BORNHUETTER-FERGUSON* DAN *CAPE COD*
(STUDI KASUS *LIABILITY INSURANCE ZURICH* PERIODE 2013-2022)**



A.HUSNUL KHATIMAH ANDIRA

H081201025

**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2024



ESTIMASI CADANGAN KLAIM *INCURRED BUT NOT REPORTED* (IBNR) MENGGUNAKAN METODE *BORNHUETTER-FERGUSON* DAN *CAPE COD* (STUDI KASUS *LIABILITY INSURANCE ZURICH* PERIODE 2013-2022)

A.HUSNUL KHATIMAH ANDIRA

H081201025



**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

**ESTIMASI CADANGAN KLAIM *INCURRED BUT NOT REPORTED*
(IBNR) MENGGUNAKAN METODE *BORNHUETTER-FERGUSON*
DAN *CAPE COD*
(STUDI KASUS *LIABILITY INSURANCE ZURICH* PERIODE 2013-
2022)**

A.HUSNUL KHATIMAH ANDIRA

H081201025

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Ilmu Aktuaria

pada

**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

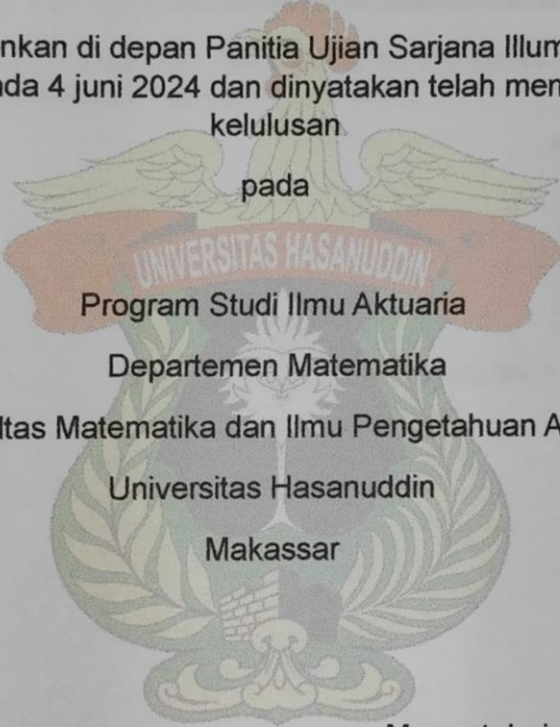
**ESTIMASI CADANGAN KLAIM *INCURRED BUT NOT REPORTED*
(IBNR) MENGGUNAKAN METODE *BORNHUETTER-FERGUSON* DAN
CAPE COD
(STUDI KASUS *LIABILITY INSURANCE ZURICH* PERIODE 2013-2022)**

A.HUSNUL KHATIMAH ANDIRA
H081201025

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana *Illuminata Wynn*,
S.Si., M.Si. pada 4 juni 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat
kelulusan.

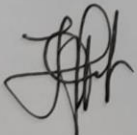
pada


Program Studi Ilmu Aktuaria
Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar



Mengesahkan:

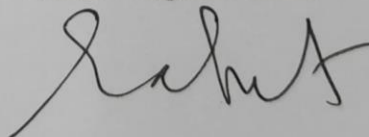
Pembimbing tugas akhir,



Illuminata Wynn, S.Si., M.Si.
NIP. 199511012022044001

Mengetahui:

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.
NIP. 196412311990032007

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Estimasi Cadangan Klaim " adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Illuminata Wynnie, S.Si., M.Si). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 04-06-2024



A.HUSNUL KHATIMAH ANDIRA

H081201025

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah Yang Maha Esa yang telah memberikan kemudahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan karya ilmiah ini yang berjudul “**Estimasi Cadangan Klaim IBNR Menggunakan Metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod* (Studi Kasus *Liability Insurance Zurich* periode 2013-2022)**”. Penulisan karya ilmiah ini dilakukan untuk memenuhi syarat dalam proses menyelesaikan studi strata (S1) Sarjana Sains di Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Selama proses penulisan karya ilmiah ini tidak lepas dari doa, dukungan, serta semangat yang diberikan dari lingkungan sekitar kepada penulis. Ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam proses penulisan ini. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada kedua orang tua penulis khususnya Ibunda tercinta **Andi Bahza** dan Ayahanda **A. Ibrahim** serta kedua adik penulis **A. Aisyah Salsabila Andira** dan **A. Muflih Mubarak** yang senantiasa memberikan doa, motivasi, semangat, kasih sayang serta dukungan yang tiada hentinya untuk penulis sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan.

Tanpa mengurangi kerendahan hati penulis, penulis ucapkan terima kasih kepada Ibu **Illuminata Wynnie, S.Si., M.Si.**, selaku pembimbing utama serta mentor dalam penyusunan karya ilmiah ini karna atas ilmu, ide dan gagasan yang dituangkan dalam karya ilmiah ini sehingga memudahkan penulis dalam proses penulisan ini. Penulis juga ingin berterima kasih kepada beliau karena telah diberikan kesempatan dalam kegiatan *International Conference on Science* untuk memperkenalkan karya ilmiah ini kepada orang banyak. Selama penulisan ini, terdapat tantangan dan hambatan yang dihadapi penulis, akan tetapi beliau senantiasa memberikan semangat, dukungan, ide dan gagasannya untuk memudahkan penulis dalam karya ilmiah ini. Penulis sangat berterima kasih kepada beliau, tiada yang dapat menggantikan jasa beliau dalam proses penulisan ini.

Penulis juga berterima kasih kepada :

1. Bapak **Dr. Eng Amiruddin, M.Sc.** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta seluruh jajarannya.
2. Bapak **Dr. Firman S.Si., M.Si** selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Matematika Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama menjadi mahasiswa prodi Ilmu Aktuaria.
3. Ibu **Prof. Dr. Hasmawati M.Si** selaku Ketua Program Studi Ilmu Aktuaria yang senantiasa memberikan masukan-masukan serta saran kepada penulis hingga penulis bisa berada pada proses penyusunan skripsi ini.
4. Dosen penguji Bapak **Dr. Andi Muhammad Anwar, S.Si., M.Si** dan Ibu **Prof. Dr. Hasmawati M.Si** yang telah meluangkan waktunya mulai dari seminar hasil

sampai dengan sidang skripsi serta memberikan masukan dan saran mengenai penulisan skripsi penulis.

5. **Bapak/Ibu Dosen Ilmu Aktuaria** yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama proses perkuliahan selesai. Serta kepada **Staf Departemen Matematika** yang telah membantu penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Terima kasih kepada **Andika Arya Apriadi** sebagai partner penulis yang senantiasa menemani penulis dalam suka maupun duka, memberikan doa dan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini serta memberi semangat tanpa henti kepada penulis.
7. Terima kasih kepada ketiga saudara sepupu penulis **A. Arisman Sakti, S.H., Andi Sri Rahmadani Asmul, S.H** serta **A. Ahmad Fausan Sakti** karna telah memberikan canda tawa, suka duka, serta semangat dan doa kepada penulis selama diperantauan ini, semoga akan selalu solid dimanapun berada.
8. Terima kasih kepada "**List Utang Setiap Hari**" yaitu **Ainiyyah, Fina, Nunung, Unnu** serta **Yudith** yang senantiasa membersamai penulis selama proses perkuliahan serta proses penulisan skripsi ini. Penulisan mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada kalian, penulis tidak dapat membalasa kebaikan kalian satu per satu, yang terpenting penulis sangat bersyukur bisa bertemu kalian. Ilysm.
9. Terima kasih kepada "**Bukan Anreg**" yaitu **Fina, Unnu, Yudith, Nunung, Yefan, Anang** dan **Rama** yang telah membersamai penulis dalam suka dan duka selama proses perkuliahan.
10. Terima kasih kepada **Nawa** dan **Desril** yang senantiasa membantu penulis dalam proses penulisan skripsi ini.
11. Terima kasih yang tak terhingga kepada **Dika Awalindah** karna telah menuangkan sebagian ilmu dan pengetahuannya serta membantu penulis saat mengalami hambatan selama proses penulisan skripsi ini.
12. Terima kasih kepada "**Black Cobra**" yaitu **A. Amel, A. Cica, A. Ria, Frisca, Fadila** dan **Selvi** yang senantiasa mendukung dan memberi semangat kepada penulis dalam proses penulisan skripsi ini.
13. Terima kasih kepada teman-teman "**Ilmu Aktuaria 2020**" untuk senantiasa saling belajar, tumbuh, berproses bersama-sama dalam proses perkuliahan.
14. Terkhusus juga kepada **Yudith Tiara Sasmara**, terima kasih telah meluangkan waktunya bersama penulis, duka senang bersama, tawa canda bersama, menemani penulis proses bimbingan bersama dosen pembimbing, serta senantiasa menemani penulis dalam masa galau penulis selama penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, semoga proses saudara dalam penulisan skripsi juga senantiasa dilancarkan, dan dapat membersamai penulis dalam wisuda periode Juni nantinya, Aamiin.
15. Terakhir, saya ingin berterima kasih kepada diri saya sendiri karna dapat bertahan hingga saat ini. Terima kasih tetap semangat, terima kasih tetap ingin berjuang, terima kasih selalu sabar dengan keadaan yang terjadi selama proses penulisan ini, terima kasih karna tidak mengenal lelah dalam proses panjang ini, terima kasih

selalu kuat dalam keadaan apapun, terima kasih untuk semuanya. Untuk diri saya sendiri, tetap semangat dan jangan pantang menyerah karena proses kedepannya akan lebih panjang lagi, mari berjuang bersama, dan selalu ingat bahwa Allah SWT senantiasa bersama orang yang sabar dan kuat dalam menjalani takdir hidupnya.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah terlibat selama proses penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu, semoga segala bantuan, waktu dan segala hal yang menyangkut dalam proses penulisan ini dapat dibalaskan oleh Allah SWT.

Penulis juga menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis memohon saran dan kritikan dari pembaca agar dapat lebih membangun penulis kedepannya. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat berguna di masa yang akan datang dan dapat membantu serta mempermudah perusahaan-perusahaan asuransi dalam menghitung cadangan klaim perusahaannya.

Makassar, 17 Mei 2024

A. Husnul Khatimah Andira

ABSTRAK

A.HUSNUL KHATIMAH ANDIRA. **Estimasi Cadangan Klaim *Incurred But Not Reported* (IBNR) Menggunakan Metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod* (Studi Kasus *Liability Insurance Zurich* periode 2013-2022)** (Dibimbing Oleh Illuminata Wynnie)

Latar belakang. Sebagai perusahaan asuransi, penting untuk memiliki sejumlah dana yang sesuai sebagai cadangan untuk membayar klaim yang mungkin muncul dimasa depan setelah kontrak asuransi ditandatangani. Cadangan klaim adalah jumlah uang yang disiapkan oleh perusahaan asuransi untuk memenuhi pembayaran yang terkait dengan klaim yang telah diajukan, tetapi mungkin belum diproses pada waktu tertentu. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menghitung estimasi cadangan klaim *Incurred But Not Reported* (IBNR) dengan menggunakan data *incurred* untuk data yang diasumsikan berdasarkan *earned premium*. **Metode.** Penelitian ini menggunakan metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod* dari pengembangan metode *Chain-Ladder*. Analisis dari kedua metode tersebut menggunakan program *Microsoft Excel* 2019. **Hasil.** Metode *Bornhuetter-Ferguson* memperoleh cadangan klaim *Incurred But Not Reported* (IBNR) sebesar \$6.311.392,-. Sedangkan, metode *Cape Cod* memperoleh cadangan klaim *Incurred But Not Reported* (IBNR) \$6.571.622,-. Berdasarkan kedua metode tersebut, metode *Cape Cod* memperoleh hasil prediksi eror lebih rendah dibandingkan dengan metode *Bornhuetter-Ferguson* dengan kriteria nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar \$166.477,- dan *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar \$177.518,- untuk metode *Cape Cod*. Sedangkan, untuk metode *Bornhuetter-Ferguson* kriteria nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar \$168.721,- dan *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar \$180.746,-. **Kesimpulan.** Dari kedua metode tersebut, metode *Cape Cod* lebih akurat dibandingkan metode *Bornhuetter-Ferguson* untuk mengestimasi cadangan klaim.

Kata kunci: *Cadangan Klaim; Incurred But Not Reported (IBNR); metode Bornhuetter-Ferguson; metode Cape Cod*

ABSTRACT

A.HUSNUL KHATIMAH ANDIRA. **Estimation of Incurred But Not Reported (IBNR) Claim Reserves Using the Bornhuetter-Ferguson and Cape Cod Methods (Case Study of Liability Insurance Zurich for the period 2013-2022)**
(Supervised by Illuminata Wynnies)

Background. As an insurance company, it is important to have an appropriate amount of funds as a reserve to pay claims that may arise in the future after the insurance contract is signed. The claim reserve is the amount of money prepared by the insurance company to fulfill payments related to claims that have been submitted, but may not have been processed at a certain time. **Objective.** This study aims to calculate the Incurred But Not Reported (IBNR) claim reserve estimate using incurred data for data assumed based on earned premium. **Methods.** This research uses Bornhuetter-Ferguson and Cape Cod methods from the development of the Chain-Ladder method. Analysis of both methods using Microsoft Excel 2019 program. **Results.** The Bornhuetter-Ferguson method obtained Incurred But Not Reported (IBNR) claim reserves of \$6,311,392. Meanwhile, the Cape Cod method obtained Incurred But Not Reported (IBNR) claim reserves of \$6,571,622. Based on these two methods, the Cape Cod method obtained lower error prediction results compared to the Bornhuetter-Ferguson method with Mean Absolute Deviation (MAD) value criteria of \$166,477 and Root Mean Squared Error (RMSE) of \$177,518 for the Cape Cod method. Meanwhile, for the Bornhuetter-Ferguson method, the Mean Absolute Deviation (MAD) value criterion is \$168,721 and the Root Mean Squared Error (RMSE) is \$180,746. **Conclusion.** Of the two methods, the Cape Cod method is more accurate than the Bornhuetter-Ferguson method for estimating claim reserves.
Keywords: claim reserves; Incurred But Not Reported (IBNR); Bornhuetter-Ferguson method; Cape Cod method.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR ISTILAH/SINGKATAN/SIMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	4
1.3 Landasan Teori	5
1.3.1 Asuransi	5
1.3.2 Klaim	5
1.3.3 Cadangan Klaim	5
1.3.3.1 Cadangan Klaim <i>Incurred But Not Reported</i> (IBNR)	7
1.3.4 <i>Run Off Triangle</i>	7
1.3.5 Metode <i>Chain Ladder</i>	8
1.3.6 Metode <i>Bornhuetter-Ferguson</i>	10
1.3.7 Metode <i>Cape Cod</i>	12
1.3.8 <i>Prediction Error</i>	15
1.3.8.1 <i>Mean Absolute Deviation</i> (MAD)	15
1.3.8.2 <i>Root Mean Squared Error</i> (RMSE)	16
BAB II METODOLOGI PENELITIAN	17
2.1 Profil Perusahaan	17
2.2 Jenis dan Sumber Data	17
2.3 Variabel Penelitian	17

2.4 Metodologi Penelitian	17
2.5 Waktu dan Tempat Penelitian	18
2.6 Metode Analisis Data	18
2.7 Alur Penelitian	19
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	20
3.1 Deskripsi Data	20
3.2 Metode Analisis Estimasi	22
3.2.1 <i>Claim Development Factor</i>	22
3.2.2 Perhitungan IBNR dengan Metode <i>Bornhuetter-Ferguson</i>	23
3.2.3 Perhitungan IBNR dengan Metode <i>Cape Cod</i>	26
3.3 Analisis Hasil	29
BAB IV KESIMPULAN	35
4.1 Kesimpulan	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
Tabel 1.1 Data <i>Run-off Triangle</i> dalam Bentuk Data Inkremental	7
Tabel 1.2 Data <i>Run-off Triangle</i> dalam Bentuk Data Kumulatif	8
Tabel 3.1 <i>Earned Premium</i> Perusahaan <i>Zurich</i> (dalam USD)	20
Tabel 3.2 <i>Run Off Triangle Cumulative</i> periode 2013-2022	21
Table 3.3 <i>Development Factor</i> periode 2013-2022 (dalam USD)	22
Table 3.4 <i>Cumulative Development Factor</i> periode 2013-2022 (dalam USD)	23
Table 3.5 Rasio Klaim Metode <i>Bornhuetter-Ferguson</i> periode 2013-2022 (dalam USD)	24
Table 3.6 <i>IBNR</i> dengan Metode <i>Bornhuetter-Ferguson</i> periode 2013-2022 (dalam USD)	25
Table 3.7 Rasio Klaim Metode <i>Cape Cod</i> periode 2013-2022 (dalam USD)	27
Table 3.8 <i>IBNR</i> dengan Metode <i>Cape Cod</i> periode 2013-2022 (dalam USD)	28
Table 3.9 Perbandingan <i>IBNR</i> pada Metode <i>Bornhutter-Ferguson</i> dan Metode <i>Cape Cod</i> (dalam USD)	30
Table 3.10 Perbandingan <i>Percentage Error MAD</i> dan <i>RMSE</i> (dalam USD)	34
Table 4.1 Hasil <i>IBNR</i> periode 2013-2022 (dalam USD)	35

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
Gambar 1.1 Proses Pengajuan Klaim	6
Gambar 2.1 Alur Kerja	19
Gambar 3.1 Perbandingan IBNR metode Bornhuetter-Ferguson dan Metode Cape Cod	31

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
Lampiran 1. <i>Run Off Triangle Cumulative</i> periode 2013-2022 (dalam USD)	39
Lampiran 2. <i>Run Off Triangle Incremental</i> periode 2013-2022 (dalam USD)	40
Lampiran 3 <i>Percentage Error</i> MAD (<i>Mean Absolute Deviation</i>) Metode <i>Bornhuetter-Ferguson</i> (dalam USD)	41
Lampiran 4. <i>Percentage Error</i> RMSE (<i>Root Mean Squared Error</i>) Metode <i>Bornhuetter-Ferguson</i> (dalam USD)	41
Lampiran 5. <i>Percentage Error</i> MAD (<i>Mean Absolute Deviation</i>) Metode <i>Cape Cod</i> (dalam USD)	42
Lampiran 6. <i>Percentage Error</i> RMSE (<i>Root Mean Squared Error</i>) Metode <i>Cape</i> <i>Cod</i> (dalam USD)	42
Lampiran 7. Rasio <i>Unreported Claim</i> dengan Metode <i>Bornhuetter-Ferguson</i> dan <i>Cape Cod</i>	43

DAFTAR ISTILAH/SINGKATAN/SIMBOL

Simbol	Keterangan
i	Periode kejadian klaim
j	Periode pengembangan klaim yang dilaporkan
n	Angka maksimal dari j
m	Angka maksimal dari i
\hat{f}_j	Faktor perkembangan klaim
$\hat{\gamma}_j$	<i>Cumulative development factor</i> pada periode ke j
$D_{i,j}$	Klaim kumulatif pada periode kejadian i dan periode pengembangan j
$\sum_{k=1}^j$	Penjumlahan antara untuk semua nilai j ($1 \leq j \leq n$)
$C_{i,j}$	Klaim yang terjadi pada periode kejadian i dan dibayarkan pada periode
λ_j	Faktor penundaan ke- j untuk periode yang akan datang.
$\hat{D}_{i,j}$	Total pembayaran klaim kumulatif yang dilaporkan dalam periode kejadian ke- i .
\hat{Z}_i^{BF}	<i>Projected ultimate claim</i> periode i
C_i	<i>Claim reported</i>
$\hat{\gamma}_i$	<i>Estimasi cumulative development factor</i>
\hat{R}	<i>Selected claim ratio</i>
\widehat{CR}_i	<i>Estimated claim ratio</i>
P_i	<i>Earned premium</i>
\hat{Y}_i^{BF}	Nilai IBNR pada periode klaim i
\hat{S}_i^{BF}	<i>Expected claim</i>
S_i	<i>Reported claim</i>
\hat{P}_i	<i>Used up premium</i>
\hat{Y}_i^{CC}	Nilai IBNR pada periode klaim ke- i
\hat{S}_i^{CC}	<i>Estimated expected claim</i>
MAD	<i>Mean Absolute Deviation</i>
RMSE	<i>Root Mean Squared Error</i>

y_i	Data aktual
\hat{y}_i	Data prediksi
n	Jumlah data

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap perusahaan asuransi harus menyiapkan dana untuk mengganti kerugian kepada pemegang polis yang terjadi. Penyelesaian keluhan biasanya tidak dapat dilakukan dengan segera mungkin. Ini disebabkan oleh beberapa hal, yaitu ada keterlambatan dalam pelaporan pengaduan atau ada perbedaan waktu antara kejadian pengaduan dengan pelaporan pengaduan, setelah pengaduan klaim dilaporkan maka ada akan penundaan sampai klaim selesai dan ada klaim ditutup, dibuka kembali, lalu dibayar klaim kompensasi tambahan (Wutrich & Merz 2008 dalam Yuciana Wilandari dkk, 2021). Klaim dalam asuransi dapat muncul kapan saja, sehingga perusahaan asuransi harus menyiapkan dana untuk memastikan bahwa mereka dapat memenuhi kewajiban pembayaran klaim ini. Dana yang dialokasikan untuk tujuan ini disebut sebagai cadangan klaim (Riatman, dkk, 2018).

Sebagai perusahaan asuransi, penting untuk memiliki sejumlah dana yang sesuai sebagai cadangan untuk membayar klaim yang mungkin muncul di masa depan setelah kontrak asuransi ditandatangani. Cadangan klaim adalah jumlah uang yang disiapkan oleh perusahaan asuransi untuk memenuhi pembayaran yang terkait dengan klaim yang telah diajukan, tetapi mungkin belum diproses pada waktu tertentu. Dalam cadangan klaim perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui seberapa besar dana dari cadangan klaim yang harus disiapkan nantinya oleh perusahaan asuransi. Perhitungan cadangan klaim merupakan estimasi jumlah dana yang dibutuhkan oleh perusahaan asuransi untuk memenuhi kewajibannya kepada pemegang polis. Estimasi ini diperlukan untuk mengantisipasi ketidakpastian waktu terjadinya klaim. Waktu antara saat klaim diajukan dan pembayaran klaim disebut sebagai *outstanding claim*.

Estimasi cadangan klaim merupakan salah satu komponen penting dalam perencanaan bisnis dan anggaran perusahaan asuransi. Estimasi ini digunakan untuk memperkirakan jumlah dana yang dibutuhkan perusahaan asuransi untuk membayar klaim yang akan terjadi di masa depan (Olofsson, 2016). Estimasi cadangan klaim digunakan oleh perusahaan asuransi untuk merencanakan bisnis dan anggaran. Estimasi ini digunakan untuk menentukan jumlah premi yang harus dibayarkan oleh pemegang polis, jumlah dana yang harus disimpan, dan jumlah dana yang dapat digunakan untuk investasi. Estimasi cadangan klaim juga digunakan untuk mengukur liabilitas perusahaan asuransi terhadap pemegang polis. Liabilitas adalah kewajiban perusahaan yang harus dipenuhi di masa depan. Dengan mengetahui jumlah liabilitasnya, perusahaan asuransi dapat menilai

kondisi keuangannya dan memastikan bahwa memiliki dana yang cukup untuk memenuhi kewajibannya (Cheung, 2007).

Perkiraan cadangan klaim merupakan aspek kunci dalam operasi perusahaan asuransi, karena perusahaan harus selalu memiliki cukup dana untuk memenuhi kewajiban pembayaran klaim di masa depan. Jika estimasi cadangan klaim terlalu tinggi dibandingkan dengan nilai sebenarnya, maka perusahaan asuransi tidak dapat menggunakan sisa dana untuk tujuan lain. Sebaliknya, jika perkiraan cadangan klaim terlalu rendah dibandingkan dengan nilai sebenarnya, maka perusahaan asuransi mungkin tidak dapat memenuhi kewajiban mereka untuk membayar klaim yang diajukan oleh tertanggung (Darmayanti dkk, 2023). Perusahaan asuransi menggunakan cadangan klaim karena menghadapi ketidakpastian terkait dengan waktu terjadinya klaim. Penyelesaian klaim memerlukan waktu yang cukup lama karena melibatkan prosedur yang harus diikuti untuk mengajukan klaim atau melakukan investigasi lebih lanjut terkait dengan jumlah klaim yang diajukan (Riatman dkk, 2018).

Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, yaitu terdapat keterlambatan dalam pelaporan klaim atau terdapat perbedaan waktu antara kejadian klaim dengan pelaporan klaim, pada saat klaim dilaporkan terjadi penundaan sampai klaim selesai, dan terdapat catatan dimana klaim ditutup dibuka kembali diikuti pembayaran klaim tambahan penambahan penyelesaian klaim tidak segera dilakukan akan mengakibatkan hutang kepada perusahaan asuransi. Penyelesaian klaim tidak selalu dilakukan dengan segera karena beberapa alasan, yaitu penundaan pelaporan klaim atau adanya selisih waktu antara kejadian klaim dan pelaporan klaim, setelah klaim dilaporkan terdapat penundaan waktu sampai klaim diselesaikan, dan terdapat kasus suatu klaim yang sudah ditutup harus dibuka kembali dengan diikuti penambahan pembayaran klaim (Wutrich & Merz, 2008 dalam Yuciana Wilandari dkk, 2021).

Salah satu teknik umum dalam menghitung perkiraan cadangan klaim yang sering dipakai adalah metode *Chain Ladder*. Dikembangkan pertama kali oleh Mack pada tahun 1993, metode ini mengasumsikan bahwa pembayaran klaim akan berkembang secara proporsional setiap tahunnya. Meskipun metode ini bersifat deterministik dan tidak mampu mengukur fluktuasi dalam cadangan klaim, hal ini menjadi krusial bagi perusahaan asuransi untuk mengetahui variabilitas tersebut (Feby Seru dkk, 2021). Adapun metode lain yang dapat digunakan ialah metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod*. *Bornhuetter-Ferguson* merupakan pengembangan dari metode *Chain Ladder* dengan menghitung berdasarkan jenis klaim yang akan dibayarkan. Pada penelitian ini akan dihitung cadangan klaim dengan menggunakan kedua metode tersebut untuk klaim yang belum dilaporkan dengan tujuan untuk mendapatkan metode yang akan menghasilkan cadangan klaim untuk menghindari risiko keuangan (Raisha Amini dkk, 2022). Metode *Cape Cod* adalah metode estimasi cadangan klaim yang menggabungkan dua metode

sebelumnya. Metode ini menggunakan data historis untuk memperkirakan perkembangan klaim, tetapi juga memasukkan rasio klaim yang didapatkan dari pengalaman klaim yang dilaporkan (Friendland, 2010).

Metode *Cape Cod* dan *Bornhuetter-Ferguson* didesain untuk mengatasi kekurangan metode *Chain Ladder*. Kedua metode tersebut dianggap lebih baik karena menggabungkan pengembangan dan eksposur, sehingga menghasilkan hasil yang lebih konsisten. Metode *Cape Cod* memiliki varians prediksi eror yang lebih kecil dibandingkan metode *Chain Ladder* dan *Bornhuetter-Ferguson*. Hal ini sesuai dengan penelitian Struzziera, dkk (1998), yang menyatakan bahwa metode *Bornhuetter-Ferguson* memiliki variansi prediksi eror yang lebih kecil. Metode *Cape Cod* juga menghasilkan estimasi cadangan klaim yang lebih baik berdasarkan beberapa ukuran performa estimasi. Maka dari itu, dapat dikatakan bahwa metode *Cape Cod* lebih akurat dalam penyelesaian mengestimasi cadangan klaim berdasarkan dari prediksi eror yang menghasilkan nilai lebih akurat. Seperti dengan definisinya, yaitu semakin kecil nilai prediksi eror, maka semakin akurat data yang akan ukur. Dalam mengestimasi cadangan klaim dengan kedua metode tersebut digunakan perbandingan prediksi eror untuk melihat hasil akhir cadangan klaim yang diperoleh dari data. Kemudian, hasil dari kedua metode akan menunjukkan kelayakan untuk menghitung cadangan klaim *Incurred But Not Reported* (IBNR). Adapun prediksi eror yang digunakan pada kedua metode ini dengan dua cara yaitu *Mean Absolute Deviation* (MAD) dan *Root Mean Squared Error* (RMSE). Dengan menggunakan kedua prediksi ini, membantu dalam membandingkan metode yang lebih akurat digunakan oleh perusahaan asuransi untuk mengestimasi cadangan klaim dalam membayar klaim yang diajukan oleh tertanggung.

Pada metode ini, digunakan data dari perusahaan asuransi *Zurich* dengan lini bisnis yang dipilih adalah *liability* atau biasa disebut dengan asuransi tanggung gugat. *Liability insurance* atau asuransi tanggung gugat merupakan lini asuransi yang memberikan jaminan perlindungan sehubungan dengan kewajiban hukum kepada pihak ketiga atas cedera badan atau kerusakan harta benda. Alasan penulis memilih lini asuransi *liability* dari Perusahaan *Zurich* karena lini asuransi ini merupakan pilihan yang tepat karena reputasi global, cakupan luas, layanan berkualitas, stabilitas keuangan jaringan global dan kemudahan akses. Perusahaan *Zurich* dapat membantu dalam melindungi diri dari berbagai risiko *liability* dan memberikan ketenangan jiwa. Lini asuransi *liability* ini juga memerlukan cadangan klaim bagi tertanggung tujuannya untuk memberikan penjaminan perlindungan sehubungan kepada pihak ketiga dengan periode pertanggung dilakukan dalam periode tahunan. Pada penelitian memiliki rumusan masalah yang akan menjadi aspek dalam penelitian ini, yaitu bagaimana hasil estimasi cadangan klaim *Incurred But Not Reported* (IBNR) dengan menggunakan metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod*? Dan bagaimana hasil perbandingan estimasi cadangan klaim *Incurred But Not Reported* (IBNR) dengan menggunakan metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod*? Pada penelitian ini memiliki batasan mencakup beberapa hal, seperti

data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari laporan keuangan tahunan “*Zurich Property and Casulty Reserve Disclosure 2022*”, data yang diolah adalah data *Liability Insurance*, dan data ini telah berbentuk *run off triangle cumulative*. Berdasarkan rumusan masalah diatas untuk mendalami pemahaman terhadap cadangan klaim *IBNR* dalam ranah asuransi tanggung jawab pada rentang waktu 2013 hingga 2022, penelitian ini akan difokuskan pada penerapan Metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod*. Penulis merinci karya ilmiah ini melalui judul penelitian, "**Estimasi Cadangan Klaim *IBNR* Menggunakan Metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod* dalam Asuransi *Liability*.**" Melalui pendekatan ini, penelitian bertujuan untuk memahami estimasi cadangan klaim metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod* dalam memberikan hasil estimasi yang akurat terkait klaim yang belum dilaporkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam dan praktis bagi perusahaan asuransi, membantu meningkatkan keakuratan perhitungan cadangan klaim *IBNR* serta mengoptimalkan strategi manajemen risiko dan keuangan dari perusahaan asuransi.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung estimasi cadangan klaim *IBNR* dengan menggunakan data *incurred* untuk data yang diasumsikan berdasarkan *earned premium*. Perhitungan estimasi pada metode ini dilakukan dengan mengkombinasikan dua metode, yaitu metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod* dalam mengolah data. Penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan hasil dari kedua metode yang digunakan kemudian menentukan metode yang paling akurat untuk memperoleh kesimpulan.

Penelitian ini dilakukan agar dapat memberikan informasi mengenai cara mengestimasi cadangan klaim dengan menggunakan metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Cape Cod* serta dapat mengestimasi cadangan klaim yang lebih baik untuk mengurangi risiko dalam kekurangan dana saat menangani klaim yang belum dilaporkan. Penelitian ini juga dapat memberikan manfaat kepada pembaca dengan memberikan wawasan baru bagi yang masih asing dengan bidang aktuaria. Serta penelitian ini juga dapat membantu perusahaan asuransi dalam memperoleh nilai dana cadangan yang dapat digunakan sebagai pertimbangan kebijakan perusahaan asuransi dalam menentukan besarnya cadangan klaim di masa depan.

1.3 Landasan Teori

1.3.1 Asuransi

Pasal 246 KUHD menjelaskan bahwa asuransi atau pertanggunggunaan adalah suatu kesepakatan di mana pihak penanggung berkomitmen kepada pihak tertanggung dengan menerima pembayaran premi. Tujuan kesepakatan ini adalah untuk memberikan ganti rugi kepada tertanggung sebagai akibat dari kerugian, kerusakan, atau kehilangan keuntungan yang diharapkan yang mungkin timbul akibat suatu peristiwa yang tidak pasti (Deny Guntara, 2016).

Menurut ketentuan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1992 tentang Asuransi Komersial, asuransi diartikan sebagai suatu perjanjian antara dua pihak atau lebih, dimana perusahaan asuransi mengikatkan diri pada tertanggung, dengan menerima pertanggunggunaan premi, ganti rugi kepada tertanggung atas kerugian, kerusakan atau hilangnya keuntungan yang diharapkan, atau tanggung jawab kepada pihak ketiga yang mungkin ditanggung oleh tertanggung, yang timbul karena suatu peristiwa yang tidak pasti atau untuk memberikan pembayaran yang tidak pasti didasarkan pada kematian atau kehidupan tertanggung (Huda dkk, 2010).

1.3.2 Klaim

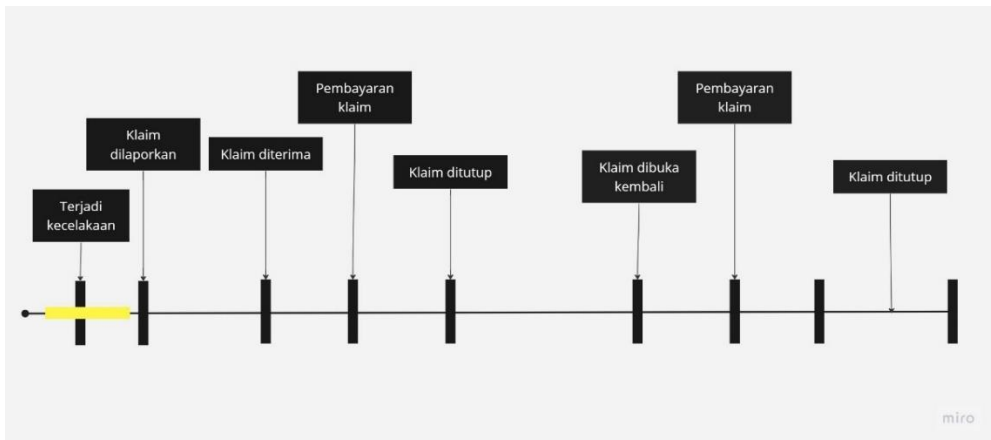
Klaim adalah suatu proses dimana peserta asuransi menerima uang pertanggunggunaan setelah peserta memenuhi seluruh kewajibannya kepada perusahaan asuransi berupa pembayaran premi asuransi sesuai dengan perjanjian yang telah disepakati sebelumnya. Banyaknya klaim yang dilakukan oleh perusahaan asuransi dapat dianggap sebagai bentuk risiko kerugian bagi perusahaan asuransi. Oleh karena itu, pelaku usaha asuransi harus mempunyai kemampuan manajemen yang baik agar terhindar dari kerugian atau kebangkrutan. Pada beberapa jenis asuransi, pembayaran klaim dapat dilakukan sekaligus dalam jangka waktu singkat setelah klaim dilaporkan. Namun pada banyak jenis asuransi lainnya, pembayaran klaim dilakukan secara mencicil dan memerlukan jangka waktu yang cukup lama sejak klaim diajukan. Dalam bidang asuransi kita berbicara tentang kegiatan usaha jangka panjang yang mana jangka waktu dari terjadinya klaim hingga penyelesaiannya cukup lama, mungkin lebih dari satu tahun, seperti asuransi pertanggungjawaban perdata, asuransi kecelakaan, malpraktek medis asuransi, asuransi penerbangan dan reasuransi (Yuciana Wulandari dkk, 2020).

1.3.3 Cadangan Klaim

Perkiraan kewajiban perusahaan asuransi terkait klaim yang mungkin timbul di masa depan disebut cadangan klaim. Cadangan ini umumnya terdiri dari aset yang mudah dicairkan dan berfungsi sebagai sumber untuk menanggulangi klaim yang diajukan terhadap kebijakan yang dijamin oleh perusahaan asuransi. Proses

estimasi kewajiban ini seringkali merupakan tugas yang kompleks (Farah Adila Jusuf dkk, 2019).

Cadangan klaim seringkali menjadi pos terbesar dalam laporan keuangan perusahaan asuransi. Perubahan pada cadangan dapat signifikan memengaruhi kebutuhan solvensi perusahaan dan posisi keuangan keseluruhan. Ketidaksesuaian cadangan langsung memengaruhi nilai aset bersih. Selain itu, kecukupan modal dan kecukupan cadangan pada dasarnya merupakan dua sisi dari koin yang sama. Sebuah perusahaan asuransi yang memiliki cadangan klaim lebih dari cukup tidak perlu mempertahankan sebanyak perusahaan asuransi yang cadangannya kurang memadai. Menetapkan cadangan klaim dengan akurat merupakan tugas besar, terutama bagi perusahaan asuransi yang kompleks dengan berbagai produk. Pengelolaan cadangan memiliki dampak besar pada hampir semua aspek kegiatan perusahaan asuransi, mulai dari penetapan harga hingga penentuan margin solvensi (Werner Hürlimann, 2011).



Gambar 1.1 Proses Pengajuan Klaim
Sumber : Mario dan Michael Merz, 2008

Pada saat terjadi suatu kecelakaan atau *default period*, pemegang polis akan melaporkan kecelakaan tersebut kepada perusahaan asuransi untuk mengajukan penggantian pelaporan klaim. Klaim yang dilaporkan tersebut akan diterima untuk diproses dibagian administratif dan verifikasi. Selanjutnya, proses pengajuan klaim akan diterima dan perusahaan asuransi akan membayar sejumlah dana atau premi berdasarkan hasil perhitungan besaran klaim yang akan dibayarkan. Saat pemegang polis sudah menerima dana, perusahaan asuransi tersebut dapat melakukan penutupan klaim. Namun, klaim itu akan dibuka kembali apabila terdapat kekurangan. Serta perusahaan asuransi juga dapat kembali melakukan pembayaran klaim hingga klaim tersebut ditutup.

1.3.3.1 Cadangan Klaim *Incurred But Not Reported* (IBNR)

IBNR adalah jumlah klaim atau kerugian yang telah terjadi namun belum dilaporkan ke perusahaan asuransi. Estimasi nilai *IBNR* menjadi penting karena terdapat jeda waktu antara tanggal kejadian klaim dengan tanggal pelaporan klaim ke sistem perusahaan asuransi. Cadangan klaim *IBNR* dirancang untuk menanggulangi klaim yang sebenarnya sudah terjadi, tetapi baru akan dilaporkan pada periode berikutnya. Karena nilai *IBNR* belum diketahui secara pasti, cadangan klaim *IBNR* dihitung berdasarkan data historis klaim masa lalu untuk memberikan perkiraan yang akurat pada periode yang akan datang.

Estimasi *Incurred But Not Reported* (IBNR) diperlukan untuk menutupi risiko klaim yang terjadi namun belum dilaporkan. Estimasi ini dilakukan berdasarkan data klaim yang terjadi di masa lalu.

1.3.4 Run Off Triangle

Run-off triangle merupakan kumpulan data klaim individu yang disusun dalam format matriks segitiga, dikelompokkan berdasarkan periode kejadian (*accident period*) dan periode pengembangan (*development period*). Struktur data *run off triangle* dapat disesuaikan dengan kebijakan perusahaan asuransi, baik dalam bentuk data bulanan, kuartalan, atau tahunan. Selain itu, *run off triangle* juga dapat menggambarkan besarnya klaim (*claims amount*) atau jumlah klaim (*number of claims*), dengan presentasi data dalam bentuk inkremental atau kumulatif.

Misalkan i, j sebagai variabel yang mengindikasikan besarnya klaim dalam *run off triangle* dengan format data inkremental. Di sini, i mewakili periode kejadian ($1 \leq i \leq n$), j mewakili periode pengembangan ($1 \leq j \leq n$), dan memenuhi syarat $i + j \leq n + 1$. Data ini akan diobservasi sebagai dasar untuk mengestimasi cadangan klaim yang masih berlaku.

Tabel 1.1. Data *Run off Triangle* dalam Bentuk Data Inkremental

Tahun Kejadian (i)	Periode Penundaan (j)						
	1	2	...	J	...	$n - 1$	n
1	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	...	$C_{1,j}$	...	$C_{1,n-1}$	$C_{1,n}$
2	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	...	$C_{2,j}$	...	$C_{2,n-1}$	$C_{2,n}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	$C_{i,1}$	$C_{i,2}$	...	$C_{i,j}$	...	$C_{i,n-1}$	$C_{i,n}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$n-1$	$C_{n-1,1}$	$C_{n-1,2}$	...	$C_{n-1,j}$	...	$C_{n-1,n-1}$	$C_{n-1,n}$
n	$C_{n,1}$	$C_{n,2}$	...	$C_{n,j}$	...	$C_{n,n-1}$	$C_{n,n}$

Dalam proses estimasi cadangan klaim yang masih berlaku, data yang digunakan berasal dari *run off triangle* yang disusun dalam format kumulatif, yang

dibentuk berdasarkan data inkremental. Misalkan $D_{i,j}$ merujuk kepada variabel yang mencerminkan besarnya klaim dalam *run off triangle* dengan format data kumulatif ini memiliki kriteria, yaitu periode kejadian $1 \leq i \leq n$, periode pengembangan $1 \leq j \leq n$, dan memenuhi syarat $i + j \leq n + 1$. Penentuan ini dilakukan melalui penerapan persamaan (1).

$$D_{i,j} = \sum_{k=1}^j C_{i,k} \quad (1)$$

Ket :

$D_{i,j}$ = Klaim kumulatif pada periode kejadian i dan periode pengembangan j

$\sum_{k=1}^j$ = Penjumlahan antara untuk semua nilai k ($1 \leq k \leq j$)

$C_{i,j}$ = klaim yang terjadi pada periode kejadian i dan dibayarkan pada periode pengembangan j .

Ilustrasi data *run-off triangle* dalam format kumulatif terdapat pada Tabel 2.2, di mana $D_{i,j}$ mencerminkan total klaim kumulatif yang terjadi selama periode kejadian i dan dibayarkan selama periode pengembangan j (Mutaqin dkk dalam Sundanis Agung Pratiwi, 2023).

Tabel 1.2. Data *Run-off Triangle* dalam Bentuk Data Kumulatif

Tahun Kejadian (i)	Periode Penundaan (j)						
	1	2	...	J	...	$n - 1$	n
1	$D_{1,1}$	$D_{1,2}$	...	$D_{1,j}$	...	$D_{1,n-1}$	$D_{1,n}$
2	$D_{2,1}$	$D_{2,2}$	...	$D_{2,j}$	...	$D_{2,n-1}$	$D_{2,n}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	$D_{i,1}$	$D_{i,2}$	...	$D_{i,j}$	...	$D_{i,n-1}$	$D_{i,n}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$n-1$	$D_{n-1,1}$	$D_{n-1,2}$	...	$D_{n-1,j}$	...	$D_{n-1,n-1}$	$D_{n-1,n}$
n	$D_{n,1}$	$D_{n,2}$	...	$D_{n,j}$	...	$D_{n,n-1}$	$D_{n,n}$

1.3.5 Metode *Chain Ladder*

Metode *Chain Ladder* merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan cadangan klaim dalam laporan keuangan perusahaan asuransi. Perusahaan asuransi menggunakan metode *Chain Ladder* untuk memproyeksikan jumlah cadangan yang perlu disiapkan guna menutupi klaim di masa mendatang. Teknik ini termasuk dalam kategori metode cadangan yang paling umum digunakan oleh perusahaan asuransi.

Metode *Chain Ladder* digunakan untuk mengestimasi kerugian yang telah terjadi namun belum dilaporkan *IBNR* dengan memanfaatkan *run off triangle* dari

kerugian yang telah dibayarkan dan kerugian yang terjadi. Dalam konteks ini, *run off triangle* mencerminkan total kerugian yang telah dibayarkan dan cadangan yang ada. Perusahaan asuransi memiliki kewajiban untuk menyisihkan sebagian dari premi yang diterima dari kegiatan penjaminan, yang nantinya digunakan untuk membayar klaim yang mungkin diajukan di masa depan. Estimasi jumlah klaim, yang dibandingkan dengan jumlah klaim yang benar-benar dibayarkan, akan mempengaruhi seberapa besar keuntungan yang akan tercermin dalam laporan keuangan perusahaan asuransi (Jusuf, F. A. dkk, 2019).

Sebelum menghitung estimasi cadangan klaim, perlu untuk menghitung *development factor* terlebih dahulu. Adapun persamaan *development factor*, sebagai berikut :

$$\hat{f}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n-j} D_{i,j+1}}{\sum_{i=1}^{n-j} D_{i,j}} \quad (2)$$

Ket :

n = Angka maksimal dari j

j = Periode pengembangan klaim yang dilaporkan

i = Periode kejadian klaim

\hat{f}_j = Faktor perkembangan klaim periode ke- j

$D_{i,j}$ = Klaim kumulatif pada periode kejadian i dan periode pengembangan j

Setelah menghitung *development factor*, selanjutnya adalah menghitung *cumulative development factor*. Pada *development factor* digunakan setiap *development period* klaim untuk mengubah *cumulative development factor* pada periode kejadian. Adapun persamaannya sebagai berikut :

$$\hat{\gamma}_j = \gamma_{n+1-j} \quad (3)$$

Ket :

j = Periode pengembangan klaim yang dilaporkan

$\hat{\gamma}_j$ = *Cumulative development factor* pada periode ke- j

1.3.6 Metode *Bornhuetter-Ferguson*

Menurut Julia Kagan, metode *Bornhuetter-Ferguson* adalah salah satu teknik penilaian cadangan kerugian yang sering digunakan setelah metode *Chain Ladder*. Metode ini menggabungkan prinsip-prinsip dari metode *Chain Ladder* dan metode *Claim Ratio*, yang mempengaruhi persentase pembayaran klaim dan jumlah kerugian yang terjadi. Berbeda dengan metode *Chain Ladder* yang mengandalkan data pengalaman masa lalu, pendekatan *Bornhuetter-Ferguson* ini didasarkan pada eksposur kerugian yang dialami oleh perusahaan asuransi.

Metode *Bornhuetter-Ferguson* berfungsi untuk mengestimasi kerugian bagi perusahaan asuransi. Pendekatan ini digunakan untuk memperkirakan kerugian yang telah terjadi tetapi belum dilaporkan *IBNR* selama satu tahun kebijakan. Teknik ini dikembangkan oleh dua aktuaris, *Bornhuetter* dan *Ferguson*, yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 1975 (Jusuf, F. A. dkk, 2019).

Proses perhitungan cadangan klaim menggunakan metode *Bornhuetter-Ferguson* menunjukkan perbedaan dengan metode klasik *Chain-Ladder* karena metode *Bornhuetter-Ferguson* melibatkan perhitungan pendapatan premi. Pendapatan premi yang signifikan dalam konteks ini mencakup *earned premium* dan *unearned premium*. *Earned premium* mewakili bagian premi yang sudah dicatat, mencakup premi yang telah disiapkan pada suatu waktu tertentu. Sementara itu, *unearned premium* adalah premi yang belum diakui sebagai pendapatan oleh perusahaan, mencakup premi yang belum disiapkan pada waktu tertentu atau pada dasarnya merupakan bagian dari premi untuk sisa masa pertanggunggunaan (Raisha Amini dkk, 2022).

Berdasarkan perhitungan matematis, untuk menghitung *IBNR* dengan menggunakan metode *Bornhuetter-Ferguson* dengan rumus berikut:

Langkah pertama dalam menghitung rasio klaim dengan menghitung *projected ultimate claim* dengan mengalikan klaim yang dilaporkan dengan *cumulative development factor* (CDF), yaitu :

$$\hat{Z}_i^{BF} = C_i \times \hat{\gamma}_j \quad (4)$$

Ket :

i = periode kejadian klaim

j = periode pengembangan klaim yang dilaporkan periode ke- i

\hat{Z}_i^{BF} = *projected ultimate claim* periode ke- i

C_i = *claim reported* periode ke- i

$\hat{\gamma}_j$ = estimasi *cumulative development factor* ke- j

Untuk memperoleh estimasi rasio klaim dapat dihitung dengan cara membagi *projected ultimate claim* dengan pendapatan premi, yaitu :

$$\widehat{CR}_i = \frac{\hat{L}_i^{BF}}{P_i} \quad (5)$$

Ket :

\widehat{CR}_i = *estimated claim ratio* periode ke-*i*

P_i = *earned premium* periode ke-*i*

Setelah menghitung estimasi rasio klaim untuk periode-periode tertentu, langkah selanjutnya adalah memilih rasio klaim yang paling tepat untuk digunakan dalam metode *Bornhuetter-Ferguson*. Pemilihan ini dilakukan dengan cara menjumlahkan perkalian antara pendapatan premi dan estimasi rasio klaim di setiap periode, kemudian membaginya dengan total pendapatan premi (Friendland, 2010).

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^m \hat{L}_i^{BF}}{\sum P_i} \quad (6)$$

Ket :

m = angka maksimal

\hat{R} = *selected claim ratio*

Setelah memilih rasio klaim yang tepat untuk metode *Bornhuetter-Ferguson*, langkah selanjutnya adalah menghitung ekspektasi nilai klaim. Ekspektasi nilai klaim mencerminkan perkiraan total klaim yang akan terjadi di masa depan. Perhitungan ekspektasi nilai klaim dilakukan dengan mengalikan *earned premium* dengan rasio klaim yang telah dipilih. *Earned premium* merupakan premi yang telah diperoleh perusahaan asuransi setelah memperhitungkan risiko pembatalan polis. Secara matematis, rumus untuk menghitung ekspektasi nilai klaim adalah sebagai berikut:

$$\hat{S}_i^{BF} = P_i \times \hat{R} \quad (7)$$

Setelah memperoleh hasil perhitungan ekspektasi nilai klaim, langkah selanjutnya adalah menentukan persentase klaim yang belum dilaporkan. Persentase klaim yang belum dilaporkan dapat diestimasi dengan berbagai metode, seperti metode *Chain-Ladder* atau metode *development factor* yang digunakan untuk menghitung *IBNR*. Dengan persamaan matematis, sebagai berikut :

$$U_j = 1 - \frac{1}{\hat{\gamma}_j} \quad (8)$$

Setelah menghitung persentase klaim belum dilaporkan, langkah terakhir adalah menghitung *IBNR*. *IBNR* mengacu pada klaim yang telah terjadi tetapi belum

dilaporkan ke perusahaan asuransi. Metode *Bornhuetter-Ferguson* menghitung *IBNR* dengan mengalikan ekspektasi nilai klaim dengan persentase klaim yang belum dilaporkan. Secara matematis, rumus untuk menghitung *IBNR* dengan metode *Bornhuetter-Ferguson* adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i^{BF} = \hat{S}_i^{BF} \times \left(1 - \frac{1}{\hat{y}_j}\right) \quad (9)$$

Ket :

\hat{Y}_i^{BF} = nilai *IBNR* pada periode klaim ke-*i*

\hat{S}_i^{BF} = *expected claim* periode ke-*i*

Setelah menghitung nilai *IBNR* untuk setiap periode, langkah terakhir adalah menghitung nilai *IBNR* keseluruhan. Nilai *IBNR* keseluruhan mencerminkan total estimasi klaim yang belum dilaporkan untuk semua periode yang dianalisis. Perhitungan nilai *IBNR* keseluruhan dilakukan dengan menjumlahkan nilai *IBNR* pada masing-masing periode.

1.3.7 Metode *Cape Cod*

Metode *Cape Cod* merupakan gabungan dari dua metode estimasi cadangan klaim yaitu metode pengembangan klaim dan metode klaim yang diharapkan. Pendekatan metode ini menghasilkan perkiraan yang lebih akurat dan adaptif terhadap perubahan pola klaim. Salah satu keunggulan utama *Cape Cod* terletak pada persamaannya dengan rumus metode *Bornhuetter-Ferguson* yang dilaporkan. Persamaan ini menunjukkan bahwa *Cape Cod* mampu memanfaatkan kekuatan kedua metode tersebut, menghasilkan perkiraan yang lebih komprehensif (Friedland, 2010).

Metode *Cape Cod* memperkenalkan konsep baru, yaitu "premi yang sudah terpakai". Konsep ini berperan penting dalam menentukan rasio klaim yang diharapkan. Premi yang terpakai dihitung dengan mengalikan premi yang diperoleh dengan persentase klaim yang dilaporkan. Alokasi premi ini mewakili premi yang terkait dengan klaim yang diharapkan akan dilaporkan hingga tanggal penilaian. Perusahaan asuransi seringkali menggunakan premi akhir alih-alih premi yang diperoleh dalam perhitungan ini. Perkiraan rasio klaim dihitung berdasarkan tahun kecelakaan dengan membagi klaim aktual yang dilaporkan dengan premi yang sudah terpakai. Sebagai alternatif, aktuaris dapat menggunakan eksposur dan premi murni alih-alih rasio premi dan klaim. Dalam hal ini, estimasi eksposur yang sudah terpakai dihitung dan estimasi premi murni, bukan rasio klaim, diestimasi untuk setiap tahunnya (Friedland, 2010).

Asumsi mengenai metode *Cape Cod* adalah klaim kumulatif dari beberapa periode kejadian bersifat independen. Terdapat parameter periode kejadian dan pola perkembangan klaim dibandingkan dengan parameter klaim terakhir. Akibatnya, ekspektasi klaim kumulatif merupakan rasio rata-rata kerugian dan

parameter premi yang dicatat selama periode terjadinya dan perkembangan klaim untuk periode kejadian dan rasio rata-rata kerugian, dan pola perkembangan klaim dibandingkan dengan perkembangan klaim terakhir. Akibatnya, ekspektasi klaim kumulatif adalah rata-rata rasio kerugian dan parameter premi yang dicatat selama periode kejadian dan perkembangan klaim (Yuciana Wulandari, dkk, 2021).

Menghitung cadangan klaim yang akurat sangat penting dalam industri asuransi. Metode *Cape Cod* menawarkan pendekatan inovatif menggunakan dua faktor utama, yaitu faktor perkembangan klaim yang dilaporkan untuk memahami tren historis, dan konsep baru, "*used-up premium*" yang mewakili premi terkait klaim yang diprediksi akan dilaporkan hingga tanggal penilaian. Oleh karena itu, dengan mempertimbangkan perkembangan klaim dan premi terkait metode *Cape Cod* memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kewajiban klaim di masa depan bagi perusahaan asuransi.

Sebelum menghitung *used-up premium*, perlu untuk menghitung estimasi persentase klaim yang dilaporkan. Tujuannya untuk membantu perusahaan asuransi dalam memperkirakan premi yang terpakai untuk menghasilkan estimasi cadangan klaim yang lebih akurat (friendland, 2010).

$$\% \widehat{UR}_i = \frac{1}{\widehat{\gamma}_i} \quad (10)$$

"*Used-up premium*" dihitung per periode klaim dengan mengalikan premi diterima dan estimasi persentase klaim yang dilaporkan. Ini membantu perusahaan asuransi memperkirakan premi terkait klaim yang diharapkan, menghasilkan estimasi cadangan klaim yang lebih akurat.

$$\widehat{P}_i = P_i \times \frac{1}{\widehat{\gamma}_i} \quad (11)$$

Estimasi rasio klaim dihitung per periode dengan membagi klaim yang dilaporkan dengan "*used-up premium*". Rasio ini menunjukkan proporsi klaim aktual dibandingkan *expected*, membantu perusahaan asuransi dalam menilai kecukupan cadangan klaim.

$$\widehat{CR}_i = \frac{S_i}{\widehat{P}_i} \quad (12)$$

Ket :

S_i = reported claim periode ke- i

\widehat{P}_i = used up premium periode ke- i

Setelah menghitung estimasi rasio klaim untuk setiap periode, langkah selanjutnya adalah memilih rasio klaim yang optimal untuk digunakan dalam metode *Cape Cod*. Metode *Cape Cod* memilih rasio klaim optimal dengan mempertimbangkan estimasi rasio klaim dan pendapatan premi per periode. Hasilnya adalah estimasi cadangan klaim yang lebih akurat dan fleksibel.

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^m \hat{Z}_i^{BF}}{\sum P_i} \quad (13)$$

Ket :

\hat{R} = *expected claim ratio*

\widehat{CR}_i = *estimated claim ratio periode ke-i*

P_i = *earned premium periode ke-i*

Setelah memilih rasio klaim optimal untuk metode *Cape Cod*, langkah selanjutnya adalah menghitung estimasi nilai klaim untuk setiap periode. Dengan mengalikan premi dari setiap periode dengan rasio klaim terpilih, estimasi nilai klaim dapat dihitung. Estimasi ini membantu perusahaan asuransi dalam memperkirakan total kewajiban klaim di masa depan.

$$\hat{S}_i^{CC} = P_i \times \hat{R} \quad (14)$$

Setelah menghitung ekspektasi nilai klaim, langkah selanjutnya adalah menentukan persentase klaim yang belum dilaporkan. Persentase klaim yang belum dilaporkan digunakan untuk menentukan besar klaim yang sudah terjadi namun belum dilaporkan. Hal ini dapat membantu perusahaan asuransi dalam menentukan besar presentase yang belum dilaporkan untuk dilakukan perhitungan *IBNR* dilihat dari besar klaim yang belum dilaporkan. Persentase klaim yang belum dilaporkan dapat diestimasi dengan berbagai metode, seperti metode *Chain-Ladder* atau metode *development factor* yang digunakan untuk menghitung *IBNR*. Dengan menghitung presentase klaim yang belum dilaporkan dapat ditentukan estimasi jumlah *IBNR* yang harus dibayarkan dimasa depan oleh suatu perusahaan asuransi. Dengan persamaan matematis, sebagai berikut :

$$U_j = 1 - \frac{1}{\hat{\gamma}_j} \quad (15)$$

IBNR dihitung per periode dengan mengalikan estimasi nilai klaim dengan persentase klaim belum dilaporkan. Estimasi *IBNR* membantu perusahaan asuransi memperkirakan total kewajiban klaim di masa depan dengan lebih akurat.

$$\hat{Y}_i^{CC} = \hat{S}_i^{CC} \times \left(1 - \frac{1}{\hat{\gamma}_j}\right) \quad (16)$$

Ket :

U_j = *unreported claim periode ke-j*

\hat{Y}_i^{CC} = nilai *IBNR* pada periode klaim ke-i

\hat{S}_i^{CC} = *estimated expected claim* periode ke-i

$\hat{\gamma}_i$ = *estimasi cumulative development factor* periode ke-i

Nilai *IBNR* keseluruhan dihitung dengan menjumlahkan nilai *IBNR* pada semua periode. Nilai ini membantu perusahaan asuransi memperkirakan total kewajiban klaim di masa depan dengan lebih akurat.

1.3.8 Prediction Error

Setelah menghitung estimasi cadangan klaim *IBNR* dengan dua metode, yaitu *Mean Absolute Deviation* (MAD) dan *Root Mean Squared Error* (RMSE), langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil kedua metode tersebut. Metode dengan nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) dan *Root Mean Squared Error* (RMSE) yang lebih kecil menunjukkan estimasi yang lebih akurat dan optimal untuk menghitung cadangan klaim *IBNR*.

1.3.8.1 Mean Absolute Deviation (MAD)

Mean Absolute Deviation (MAD) adalah suatu parameter yang digunakan untuk mengukur keakuratan prediksi. Cara kerjanya dengan menghitung rata-rata dari jarak kesalahan antara nilai prediksi dan nilai aktual. Jarak kesalahan ini dihitung menggunakan nilai absolut, sehingga tanda positif atau negatif diabaikan. *Mean Absolute Deviation* (MAD) sangat berguna ketika ingin mengukur keakuratan prediksi dalam satuan yang sama dengan data asli. Misalnya, jika ingin memprediksi nilai penjualan dalam rupiah, maka *Mean Absolute Deviation* (MAD) juga menggunakan satuan rupiah untuk mengukur keakuratannya.

Keuntungan utama dari *Mean Absolute Deviation* (MAD) adalah kesederhanaannya. Dibandingkan dengan metrik lain seperti standar deviasi, *Mean Absolute Deviation* (MAD) lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan. Kelemahannya adalah sensitif terhadap *outlier* atau data ekstrem. Nilai *outlier* dapat secara signifikan mempengaruhi nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD), sehingga mungkin tidak cocok untuk data yang memiliki *outlier* banyak. Secara keseluruhan, *Mean Absolute Deviation* (MAD) merupakan parameter yang bermanfaat untuk mengukur keakuratan prediksi, terutama ketika data bersifat kontinu dan konsisten dalam satuannya (Ummul Khair dkk, 2017). Adapun persamaan *Mean Absolute Deviation* (MAD) adalah sebagai berikut :

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n} \quad (17)$$

Ket :

y_i = Data aktual periode ke- i

\hat{y}_i = Data prediksi periode ke- i

n = jumlah data

1.3.8.2 Root Mean Squared Error (RMSE)

Root Mean Squared Error (RMSE) merupakan salah satu metrik yang umum digunakan untuk mengukur keakuratan prediksi model. Meskipun namanya terkesan rumit, *Root Mean Squared Error* (RMSE) memiliki konsep yang relatif sederhana. *Root Mean Squared Error* (RMSE) dihitung dengan mengambil akar pangkat dua dari *Mean Squared Error* (MSE). Proses ini menghasilkan metrik yang satuannya sama dengan data asli, sehingga memudahkan interpretasi dan pemahaman. RMSE dapat menjadi pilihan yang tepat ketika ingin mengukur keakuratan prediksi dengan cara yang mudah dipahami. *Root Mean Squared Error* (RMSE) menawarkan cara yang mudah dipahami untuk mengukur keakuratan prediksi, terutama ketika satuan data memiliki arti intuitif dan distribusi kesalahan mendekati normal. Meskipun memiliki beberapa keterbatasan, *Root Mean Squared Error* (RMSE) tetap menjadi metrik yang populer dan bermanfaat dalam berbagai aplikasi (Timothy O. Hodson, 2022). Adapun persamaan *Root Mean Squared Error* (RMSE) adalah sebagai berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{n}} \quad (18)$$

Ket :

y_i = Data aktual periode ke- i

\hat{y}_i = Data prediksi periode ke- i

n = jumlah data