



## **ESTIMASI CADANGAN KLAIM MENGGUNAKAN METODE BORNHUECKER-FERGUSON DAN METODE *GENERALIZED LINEAR MODEL***

**WILDA AMANDA**



**DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



## **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Estimasi Cadangan Klaim Menggunakan Metode Bornhuetter-Ferguson dan Metode *Generalized Linear Model*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum 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 di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, November 2024

Wilda Amanda  
G5402201067

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan titik merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## ABSTRAK

WILDA AMANDA. Estimasi Cadangan Klaim Menggunakan Metode Bornhuetter-Ferguson dan Metode *Generalized Linear Model*. Dibimbing oleh ENDAR HASAFAH NUGRAHANI dan WINDIANI ERLIANA.

Perusahaan asuransi perlu menyiapkan dana siap pakai yang disebut dengan cadangan klaim untuk dibayarkan kepada nasabah ketika nasabah tersebut mengajukan klaim di masa yang akan datang. Cadangan klaim perlu dibentuk seakurat mungkin agar dana yang disiapkan cukup dan tidak terlalu berlebihan untuk membayar klaim di tahun yang sama dengan pengajuan klaim ataupun ditunda hingga beberapa tahun ke depan. Dalam penelitian ini digunakan metode Bornhuetter-Ferguson dan *generalized linear model* untuk mengestimasi rata-rata cadangan klaim serta dihitung nilai MAPE untuk melihat keakuratan prediksi cadangan klaim dengan data yang sebenarnya. Berdasarkan hasil perhitungan nilai MAPE, kedua metode menghasilkan nilai MAPE yang memiliki interpretasi model layak untuk digunakan sehingga metode Bornhuetter-Ferguson dan *generalized linear model* dapat digunakan.

Kata kunci: cadangan klaim, *mean absolute percentage error*, metode Bornhuetter-Ferguson, metode *generalized linear model*, *run-off triangle*.

## ABSTRACT

WILDA AMANDA. Claim Reserve Estimation with Bornhuetter-Ferguson and Generalized Linear Model Method. Supervised by ENDAR HASAFAH NUGRAHANI and WINDIANI ERLIANA.

Insurance companies are required to create reserves, called loss reserves, which will be paid out if a customer makes a claim in the future. Claims reserves should be created as accurate as possible, ensuring that the amount is sufficient to pay claims in the claim year or to defer claims to the following year. In this research, the Bornhuetter-Ferguson method and the generalized linear model will be used to estimate the average loss reserves, and the MAPE value is used to calculate how accurate the average loss reserves prediction on actual data. Based on the results of the MAPE value calculation, both methods produce acceptable MAPE values so that the Bornhuetter-Ferguson method and the generalized linear model can be used.

**Keywords:** Bornhuetter-Ferguson method, claim reserves, generalized linear model method, mean absolute percentage error, run-off triangle.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*



**ESTIMASI CADANGAN KLAIM MENGGUNAKAN METODE  
BORNHUECKER-FERGUSON DAN METODE *GENERALIZED  
LINEAR MODEL***

**WILDA AMANDA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Aktuaria pada  
Program Studi Aktuaria

**DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



# IPB University

©Hak cipta milik IPB University

Penguji pada Ujian Skripsi:

Dr. Berlian Setiawaty, M.S.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Estimasi Cadangan Klaim Menggunakan Metode Bornhuetter-Ferguson dan Metode *Generalized Linear Model*  
Nama : Wilda Amanda  
NIM : G5402201067

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, M.S.

Pembimbing 2:  
Windiani Erliana, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Matematika:  
Prof. Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, M.S.  
NIP 19631228 198903 2001

Tanggal Ujian: 12 September 2024

Tanggal Lulus:



## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan November 2024 ini ialah cadangan klaim, dengan judul “Estimasi Cadangan Klaim Menggunakan Metode Bornhuetter-Ferguson dan Metode *Generalized Linear Model*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Ibu Prof. Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, M.S. dan Windiani Erliana, S.Si., M.Si. yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penguji luar sekaligus moderator seminar yaitu Ibu Dr. Berlian Setiawaty, M.S. yang sudah memberikan masukan dan saran terkait skripsi penulis, serta ucapan terima kasih kepada seluruh dosen dan seluruh staf Departemen Matematika yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa studi penulis. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, adik-adik, serta seluruh keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya selama pengerjaan tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, November 2024

*Wilda Amanda*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan wajar IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan titik merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR ISI

|   |           |
|---|-----------|
| DAFTAR TABEL  | x         |
| DAFTAR LAMPIRAN   | xi        |
| <b>I PENDAHULUAN</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang  | 1         |
| 1.2 Tujuan  | 3         |
| 1.3 Manfaat   | 3         |
| <b>II LANDASAN TEORI</b>  | <b>4</b>  |
| 2.1 Asuransi  | 4         |
| 2.2 Klaim dan Cadangan Klaim  | 4         |
| 2.3 <i>Run-Off Triangle</i>   | 5         |
| 2.4 Metode Bornhuetter-Ferguson   | 6         |
| 2.5 <i>Exponential Dispersion Family</i>  | 8         |
| 2.6 <i>Generalized Linear Model</i>   | 10        |
| 2.7 <i>Mean Absolute Percentage Error</i>   | 13        |
| <b>III METODE</b>   | <b>15</b> |
| 3.1 Prosedur Kerja  | 15        |
| 3.2 Analisis Data   | 15        |
| <b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>  | <b>16</b> |
| 4.1 <i>Data Run-Off Triangle</i>  | 16        |
| 4.2 Menghitung Estimasi Cadangan Klaim dengan Metode Bornhuetter-Ferguson   | 18        |
| 4.3 Menghitung Estimasi Cadangan Klaim dengan Metode <i>Generalized Linear Model</i>                              | 24        |
| 4.4 Estimasi rata-rata cadangan klaim menggunakan metode Bornhuetter-Ferguson dan <i>generalized linear model</i> | 28        |
| 4.5 Menghitung Tingkat Akurasi <i>Mean Absolute Percentage Error</i>  | 29        |
| <b>V SIMPULAN DAN SARAN</b>   | <b>32</b> |
| 5.1 Simpulan  | 32        |
| 5.2 Saran   | 32        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>   | <b>33</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>   | <b>35</b> |
| <b>RIWAYAT HIDUP</b>  | <b>41</b> |



# 1 Hak cipta milik IPB University

## DAFTAR TABEL

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | <i>Run-off triangle</i> besarnya klaim dalam bentuk inkremental ( $Si, j$ )   | 5  |
| 2  | <i>Run-off triangle</i> besarnya klaim dalam bentuk kumulatif ( $Ci, j$ )   | 6  |
| 3  | <i>Run-off triangle</i> besarnya klaim inkremental ( $Si, j$ ) selama 5 tahun   | 11 |
| 4  | Struktur data GLM   | 12 |
| 5  | Tingkat akurasi MAPE untuk evaluasi prediksi  | 14 |
| 6  | Data <i>run-off triangle</i> besarnya klaim yang dibayarkan untuk data <i>cumulative claims</i>                                   | 16 |
| 7  | Data <i>run-off triangle</i> banyaknya klaim yang diselesaikan untuk data <i>cumulative claims</i>                                | 16 |
| 8  | Data <i>run-off triangle</i> banyaknya klaim yang dibayarkan untuk data <i>incremental claims</i>                                 | 17 |
| 9  | Data <i>run-off triangle</i> banyaknya klaim yang diselesaikan untuk data <i>incremental claims</i>                               | 17 |
| 10 | Total ILA berdasarkan <i>development year</i> ke- $j$   | 18 |
| 11 | <i>Earned premium</i> pada tahun kejadian ke- $i$ beserta totalnya  | 18 |
| 12 | Estimasi <i>loss ratio</i> setiap <i>development year</i>   | 19 |
| 13 | Estimasi <i>ultimate loss amount</i> untuk setiap tahun kejadian ke- $i$  | 19 |
| 14 | Estimasi <i>loss ratio payout</i> untuk setiap tahun kejadian ke- $i$   | 20 |
| 15 | Estimasi <i>loss ratio payout</i> untuk setiap tahun penundaan ke- $j$  | 20 |
| 16 | Estimasi <i>loss ratio reserve payout</i> untuk setiap tahun kejadian ke- $i$   | 21 |
| 17 | Hasil perhitungan cadangan klaim metode Bornhuetter-Ferguson  | 22 |
| 18 | Hasil perhitungan <i>ultimate claims</i> metode Bornhuetter-Ferguson  | 22 |
| 19 | <i>Run-off triangle</i> estimasi cadangan klaim kumulatif untuk setiap tahun ke- $i, j$ menggunakan metode Bornhuetter-Ferguson   | 23 |
| 20 | <i>Run-off triangle</i> estimasi cadangan klaim inkremental untuk setiap tahun ke- $i, j$ menggunakan metode Bornhuetter-Ferguson | 23 |
| 21 | Estimasi cadangan klaim untuk setiap tahun ke- $i$ menggunakan metode Bornhuetter-Ferguson  | 24 |
| 22 | Estimasi parameter beserta nilai <i>p-value</i> untuk metode GLM  | 25 |
| 23 | Hasil uji signifikansi parameter berdasarkan tahun kejadian dan tahun penundaan   | 26 |
| 24 | Besar prediksi cadangan klaim menggunakan GLM dengan ODP  | 27 |
| 25 | <i>Run-off triangle</i> estimasi cadangan banyak klaim inkremental untuk setiap tahun ke- $i, j$ menggunakan metode GLM           | 27 |
| 26 | Estimasi cadangan klaim untuk setiap tahun ke- $i$ menggunakan metode GLM   | 27 |
| 27 | Ringkasan estimasi cadangan klaim dengan kedua metode untuk setiap tahun kejadian ke- $i$   | 28 |
| 28 | Estimasi rata-rata cadangan klaim untuk setiap tahun ke- $i$  | 28 |
| 29 | <i>Run-off triangle</i> perbandingan nilai cadangan klaim metode Bornhuetter-Ferguson dengan data aktual                          | 29 |
| 30 | <i>Run-off triangle</i> perbandingan nilai cadangan klaim metode GLM dengan data aktual   | 30 |

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan titik merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



|   |    |
|---|----|
| 1. Perhitungan <i>run-off triangle</i> besarnya klaim secara inkremental  | 36 |
| 2. Perhitungan <i>run-off triangle</i> banyaknya klaim secara inkremental   | 37 |
| 3. Perhitungan pada Metode Bornhuetter-Ferguson   | 38 |
| 4. Perhitungan cadangan klaim menggunakan metode <i>generalized linear model</i> dengan perangkat lunak <i>R Studio</i> | 40 |

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1.

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan titik merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.