

## IMPLEMENTASI METODE BORNHUETTER-FERGUSON DAN BENKTANDER-HOVINEN UNTUK PERHITUNGAN CADANGAN KLAIM IBNR KENDARAAN BERMOTOR PT. XYZ

**Farhan Abinda Marco**

Magister Manajemen, Department of Management, Faculty of Economics and Business, Universitas Indonesia  
E-mail: farhanabindamarco@gmail.com\*

**Lenny Suardi**

Magister Manajemen, Department of Management, Faculty of Economics and Business, Universitas Indonesia  
E-mail: lennys@ui.ac.id

### Abstrak

Kendaraan bermotor telah menjadi kebutuhan primer untuk aktivitas sehari-hari dan efisiensi logistik di Indonesia. Terjadinya pandemi COVID-19 tidak mempengaruhi permintaan kendaraan bermotor karena angka terus meningkat dan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti infrastruktur transportasi umum yang tidak memadai. Oleh karena itu, asuransi kendaraan bermotor memainkan peran penting dalam mitigasi risiko terkait. Dalam setiap asuransi termasuk untuk kendaraan bermotor, terdapat penentu stabilitas asuransi yang bergantung pada cadangan klaim, yang mencakup klaim yang Dilaporkan namun Belum Diselesaikan (RBNS), dan Klaim yang Terjadi, namun Belum Dilaporkan (IBNR). Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan cadangan klaim dan membandingkan akurasi prediksi sehingga dapat menawarkan pendekatan unik untuk memproyeksikan klaim di masa depan. Penelitian ini mengimplementasikan metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Benktander-Hovinen* untuk mencari metode yang menghasilkan hasil yang lebih optimal untuk mencari cadangan klaim IBNR. Sampel data yang digunakan adalah data bulanan klaim asuransi dalam produk asuransi kendaraan bermotor dari tahun 2016 hingga tahun 2022. Berdasarkan penelitian, metode *Bornhuetter-Ferguson* menghasilkan hasil yang lebih optimal untuk mencari cadangan klaim, sedangkan metode *Benktander-Hovinen* menghasilkan angka total kerugian yang lebih optimal.

**Kata Kunci:** Cadangan klaim; *Bornhuetter-Ferguson*; *Benktander-Hovinen*; IBNR

### Abstract

*Motorized vehicles have become a primary need for daily activities and logistics efficiency in Indonesia. The occurrence of the COVID-19 pandemic has not affected demand for motorized vehicles because numbers continue to increase and are influenced by factors such as inadequate public transportation infrastructure. Therefore, motor vehicle insurance plays an important role in mitigating the associated risks. In every insurance, including for motor vehicles, there is a determinant of insurance stability that depends on claims reserves, which include claims that have been reported but have not been resolved (RBNS), and claims that have occurred, but have not been reported (IBNR). This research aims to estimate claims reserves and compare prediction accuracy to offer a unique approach to projecting future claims. This research implements the *Bornhuetter-Ferguson* and *Benktander-Hovinen* methods to find a method that produces more optimal results for finding IBNR claim reserves. The data sample used is monthly data on insurance claims in motor vehicle insurance products from 2016 to 2022. Based on research, the *Bornhuetter-Ferguson* method produces more optimal results for finding claim reserves, while the *Benktander-Hovinen* method produces more ideal ultimate loss figures.*

**Keywords:** Claim reserves; *Bornhuetter-Ferguson*; *Benktander-Hovinen*; IBNR.

### PENDAHULUAN

Indonesia, negara dengan jumlah penduduk sebesar 277,7 juta, menempatkan kendaraan bermotor sebagai kebutuhan primer untuk berjalannya segala aktivitas rakyat dan kelancaran logistik di Indonesia. Berdasarkan statistik BPS yang meliputi kurun waktu dari 2019 hingga 2021 [1], kendaraan bermotor memiliki permintaan yang tinggi. Pertumbuhan yang signifikan terjadi antara 2020 dan 2021 dimana mobil berpenumpang naik drastis dari

15.797.746 ke 16.413.348, dan sepeda motor naik dari 115.023.039 ke 120.042.298. Jumlah kendaraan dari 2019 ke 2021 memiliki rata-rata pertumbuhan sebesar 4,068% per tahun. Dapat disimpulkan, jumlah kendaraan bermotor terus mengalami kenaikan yang cukup besar dan tidak terpengaruh oleh peristiwa global seperti COVID-19.

Permintaan untuk kendaraan bermotor di Indonesia mengalami kenaikan. Terdapat kenaikan penjualan kendaraan secara nasional yang signifikan pada Mei 2023 dimana penjualan sepeda motor naik

sebesar 49,7% dan penjualan mobil naik 39% dari bulan April berdasarkan observasi *Asiantrust* [2]. Kenaikan angka ini didorong oleh keinginan masyarakat untuk mudik di Hari Eid Al-Fitr dan libur panjang lebaran. Pertumbuhan permintaan dapat didorong dari beberapa faktor seperti kurangnya infrastruktur penduduk dan transportasi umum yang memadai.

Dengan naiknya permintaan dan penjualan kendaraan bermotor, maka ada besar peluang terjadinya kecelakaan atau hal-hal yang tak terduga lainnya, maka asuransi kendaraan bermotor hadir untuk meminimalisir risiko tersebut. Asuransi kendaraan bermotor sangat berguna karena satu polis bisa mencakup beberapa perlindungan dari risiko tertentu. Di dalam asuransi kendaraan bermotor dan asuransi secara umumnya, terdapat cadangan klaim (atau *reserves*) yang menentukan seberapa stabil perusahaan asuransi tersebut secara finansial. Dalam cadangan klaim, terdapat dua jenis yaitu cadangan klaim RBNS (*Reported, But Not Settled*), dan IBNR (*Incurred, But Not Reported*). Cadangan klaim RBNS dapat didefinisikan sebagai klaim yang dilaporkan kepada perusahaan asuransi yang belum terselesaikan pada akhir tahun keuangan. Cadangan klaim IBNR dapat didefinisikan sebagai cadangan klaim yang jatuh tempo ketika suatu peristiwa dijamin dalam kontrak asuransi tetapi belum diumumkan.

Untuk mengukur seberapa besar cadangan klaim dalam perusahaan asuransi, terdapat beberapa metode yang biasa digunakan seperti metode *Chain Ladder* (CL) dan *Bornhuetter-Ferguson* (BF). Metode *Chain Ladder* adalah metode yang digunakan untuk mengestimasi cadangan klaim yang dibentuk untuk menyimpulkan proyeksi klaim di masa depan dengan memproyeksikan klaim masa lalu ke masa depan menggunakan *run-off triangle*. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Frederick L. Hoffman pada awal tahun 1900-an. Sedangkan metode *Bornhuetter-Ferguson* adalah metode yang dikemukakan pertama kali oleh R. L. Bornhuetter dan R. E. Ferguson pada tahun 1972, dan merupakan metode alternatif dari metode sebelumnya yang bertujuan untuk menghitung kerugian yang terjadi tetapi belum dilaporkan (IBNR). Metode lainnya yang tak kalah mutakhir yakni *Benktander-Hovinen* (BH). Metode ini dikemukakan oleh Gunnar Benktander pada tahun 1976 dan kemudian Esa Hovinen pada tahun 1981, dan memiliki tujuan untuk membobotkan metode *Chain-Ladder* dan *Bornhuetter-Ferguson* berdasarkan asumsi proporsi klaim yang diketahui dan tidak diketahui untuk setiap periode eksposur.

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, dapat disimpulkan bahwa asuransi

kendaraan bermotor hadir untuk meminimalisir risiko ketika terdapat kejadian yang tidak terduga. Maka tujuan penulisan jurnal ini adalah untuk memberikan gambaran estimasi cadangan klaim melalui metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Benktander-Hovinen*. Jurnal ini akan membandingkan kedua metode ini dengan menguraikan bagaimana cara kalkulasi total cadangan klaim. Selain itu, tujuan lainnya yaitu menunjukkan metode mana yang lebih disarankan untuk perhitungan cadangan klaim asuransi kendaraan bermotor PT. XYZ.

## KAJIAN TEORI

### a) Asuransi

Berdasarkan OJK, asuransi dapat didefinisikan sebagai sebuah kesepakatan antara perusahaan asuransi dan pemegang polis di mana pemegang polis membayar premi untuk mendapatkan perlindungan terhadap risiko kerusakan, tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga, atau mendapatkan pembayaran berdasarkan kondisi hidup atau meninggalnya tertanggung sesuai dengan manfaat yang telah ditetapkan atau berdasarkan dana yang dikelola (OJK). Asuransi pada umumnya terdiri atas dua jenis yaitu asuransi umum dan asuransi jiwa.

### b) Asuransi Umum

Asuransi umum adalah perusahaan yang menawarkan layanan perlindungan risiko serta kompensasi atas kerugian atau kerusakan terhadap harta aset seperti: rumah, kedai, gudang, kendaraan, lahan pertanian, barang dagangan, dan berbagai aset lainnya.

#### b.1) Asuransi Kendaraan Bermotor

Asuransi kendaraan bermotor menyediakan manfaat berupa pemberian ganti rugi atas kerugian dan/atau kerusakan pada kendaraan bermotor yang disebabkan oleh kejadian seperti tabrakan, terperosok, kebakaran, pencurian, dan perbuatan jahat (OJK).

Berdasarkan OJK, terdapat dua jenis pertanggungan yakni:

- *Comprehensive* - jaminan risiko secara keseluruhan,
- *Total Risk Only* - jaminan hanya berlaku jikalau kerusakan bernilai lebih dari 75% dari nilai kendaraan.

### c) Klaim

Klaim adalah proses dimana satu nasabah melaporkan perusahaan asuransi setelah mengalami

kecelakan, dan setelah klaim dilaporkan, nasabah harus melakukan pembayaran klaim sehingga klaim tersebut ditutup. Menurut Wuthrich, ada peluang dimana klaim bisa dibuka kembali, alhasil nasabah harus membayar kembali klaim yang dibuka itu untuk ditutup kembali (Wuthrich, 2015).

**c.1) Cadangan Klaim**

Cadangan klaim adalah alokasi dana yang disiapkan untuk menangani klaim yang masih belum dipenuhi, dan klaim yang diajukan sangatlah vital bagi perusahaan asuransi karena ini merupakan bagian yang tidak dapat diabaikan dalam operasional perusahaan tersebut (Abdul Majid, 2018).

Terdapat dua tipe cadangan klaim yakni:

- *Reported, But Not Settled* (RBNS) - klaim yang telah dilaporkan kepada perusahaan namun belum diselesaikan,
- *Incurred, But Not Reported* (IBNR) - klaim yang sudah terjadi namun belum dilaporkan ke perusahaan.

**METODE**

**a) Run-Off Triangle**

*Run-off Triangle* merupakan teknik yang sering digunakan untuk menghitung cadangan klaim dimana hubungan antara pembayaran klaim yang telah dilakukan selama beberapa tahun terakhir dan data yang disajikan akan berada di bentuk segitiga yang memiliki informasi penting seperti jumlah klaim dan besarnya klaim dianalisa secara rinci. Teknik akan disajikan dalam bentuk tabel dan memiliki dua bentuk data yang disajikan yakni *incremental losses* dan *cumulative losses*.

Untuk mengolah *incremental losses* dengan metode *run-off triangle*, anggap parameter  $A_{i,j}$  sebagai kerugian inkremental pada tahun kecelakaan atau periode kejadian 'i' dan periode penundaan 'j', dimana  $1 \leq i \leq n$  dan  $1 \leq j \leq n$ . Pada Tabel 3.1, sel-sel yang tak berwarna atau transparan berisi data-data segitiga metode ini, sedangkan sel-sel berwarna krem berisi data-data segitiga untuk masa yang akan datang (*future triangle*).

**Tabel 3.1** –*Run-Off Triangle* untuk kerugian *incremental*

Kej (i)	Periode penundaan (j)						
	1	2	...	J	...	n-1	n
1	$A_{1,1}$	$A_{1,2}$	...	$A_{1,j}$	...	$A_{1,n-1}$	$A_{1,n}$
2	$A_{2,1}$	$A_{2,2}$	...	$A_{2,j}$	...	$A_{2,n-1}$	$A_{2,n}$
...	...	...	...	...	...	...	...
i	$A_{i,1}$	$A_{i,2}$	...	$A_{i,j}$	...	$A_{i,n-1}$	$A_{i,n}$
...	...	...	...	...	...	...	...
n-1	$A_{n-1,1}$	$A_{n-1,2}$	...	$A_{n-1,j}$	...	$A_{n-1,n-1}$	$A_{n-1,n}$
n	$A_{n,1}$	$A_{n,2}$	...	$A_{n,j}$	...	$A_{n,n-1}$	$A_{n,n}$

Untuk mengolah *cumulative losses*, anggap parameter  $B_{i,j}$  sebagai kerugian kumulatif atau besar klaim secara kumulatif pada periode kejadian 'i' dan periode penundaan 'j'. Tabel 3.2 menunjukkan tabel *run-off triangle* untuk menyajikan data secara kumulatif dimana  $B_{i,j}$  memiliki persamaan berdasarkan data dari kerugian *incremental* yakni:

$$B_{i,j} = \sum_{k=1}^j A_{i,k}, \quad 1 \leq i, j \leq n. \quad (1)$$

Layaknya segitiga untuk kerugian *incremental*, sel-sel transparan berarti data-data *run-off triangle*, sedangkan yang berwarna kuning berisi data segitiga untuk masa yang akan datang.

**Tabel 3.2** –*Run-Off Triangle* untuk kerugian *cumulative*

Kej (i)	Periode penundaan (j)						
	1	2	...	J	...	n-1	n
1	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	...	$B_{1,j}$	...	$B_{1,n-1}$	$B_{1,n}$
2	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$	...	$B_{2,j}$	...	$B_{2,n-1}$	$B_{2,n}$
...	...	...	...	...	...	...	...
i	$B_{i,1}$	$B_{i,2}$	...	$B_{i,j}$	...	$B_{i,n-1}$	$B_{i,n}$
...	...	...	...	...	...	...	...
n-1	$B_{n-1,1}$	$B_{n-1,2}$	...	$B_{n-1,j}$	...	$B_{n-1,n-1}$	$B_{n-1,n}$
n	$B_{n,1}$	$B_{n,2}$	...	$B_{n,j}$	...	$B_{n,n-1}$	$B_{n,n}$

**b) Metode Bornhuetter-Ferguson**

Metode *Bornhuetter-Ferguson* diperkenalkan dalam artikel "The Actuary And IBNR" tahun 1972 oleh R. L. Bornhuetter dan R. E. Ferguson. Metode ini menawarkan pendekatan untuk memperkirakan kerugian yang tergolong terjadi tapi tidak dilaporkan atau "*Incurred, but Not Reported*" (IBNR).

Model ini, yang berfungsi sebagai alternatif metode *Chain-Ladder* (CL), mengintegrasikan elemen-elemen dari metode proyeksi pembangunan dan kerugian.

Berbeda dengan pendekatan metode *Chain-Ladder* yang berbasis data historis, model BF melibatkan eksposur perusahaan asuransi terhadap kerugian sekaligus parameter yang terkait dengan pendapatan premi. Hal ini menyebabkan ada ketergantungan pada eksposur risiko dan aliran pendapatan perusahaan asuransi. Model BF pada umumnya memiliki rumus sebagai berikut:

$$\hat{R}_i^{BF} = (1 - \hat{\gamma}_{n-i})\hat{\mu}_i, \quad (2)$$

dimana  $\hat{\mu}_i = p_i \hat{L}_{i,n}$ , dan  $\hat{\gamma}_{n-i}$  adalah persentase klaim *outstanding*.

Metode ini juga memiliki beberapa komponen penting yakni *Expected Loss Ratio*, *Ultimate Losses*, *Persentase Claim Unpaid*, dan *Estimated Loss Reserve*.

**b.1) Expected Loss Ratio**

*Expected Loss Ratio* perusahaan adalah rasio *ultimate losses* terhadap premi yang diperoleh ( $p_i$ ). Formulanya yaitu:

$$\text{Loss Ratio (\%)} = \frac{\hat{L}_{i,n}}{p_i} = \frac{EUL}{p_i}. \quad (3)$$

**b.2) Ultimate Loss**

*Ultimate Loss* adalah total kerugian dimana premi yang diperoleh dikalikan dengan rasio kerugian pada waktu  $i$  yang diharapkan ( $L_i$ ). Formula ULR antara lain:

$$\hat{L}_{i,n} = EUL = p_i \times L_i. \quad (4)$$

**b.3) Persentase Claim Unpaid**

*Claim Unpaid* (CU), yang berarti persentase pemotongan dari pembayaran yang diberikan kepada penyedia klaim dan meliputi IBNR, memiliki faktor F yang merupakan invers dari nilai faktor *age-to-ultimate*. Berdasarkan nilai F pada waktu kejadian  $i$  ( $F_i$ ), formula dapat ditulis sebagai berikut:

$$CU (\%) = 1 - \frac{1}{F_i}. \quad (5)$$

**b.4) Faktor Age-to-Age**

Faktor *age-to-age* merupakan faktor yang memiliki tujuan untuk mengembangkan kerugian dari masa awal hingga seterusnya. Sebagai ilustrasi, pertimbangkan jangka waktu yang mencakup 6 hingga 12 bulan. Faktor usia terhadap usia dihitung dengan membagi akumulasi nilai klaim pada 12 bulan dengan nilai klaim pada 6 bulan.

**b.5) Faktor Age-to-Ultimate**

Faktor *age-to-ultimate* merupakan faktor perkembangan yang penting untuk memproyeksikan kerugian dari usia tertentu ke jumlah akhir atau akhir. Faktor ini memiliki peran

dalam estimasi tunggakan klaim yang belum diselesaikan. Untuk menentukan nilai usia hingga akhir yang mencakup periode  $i$  hingga  $j$ , kita mengalikan nilai *age-to-age* untuk periode penundaan.

**b.6) Loss Development Factor**

*Loss Development Factor* (LDF) Untuk mencari development factor  $F_i$  pada *run-off triangle*, perlu dilakukan pembagian antara akumulasi kerugian pada  $J = j + 1$  dengan  $J = j$ . Formula development factor dapat ditulis sebagai berikut:

$$F_i = \frac{\Sigma \text{loss at } j+1}{\Sigma \text{loss at } j}, \text{ dimana } i = j. \quad (6)$$

Faktor *age-to-age* merupakan faktor yang memiliki tujuan untuk mengembangkan kerugian dari masa awal hingga seterusnya. Sebagai ilustrasi, pertimbangkan jangka waktu yang mencakup 6 hingga 12 bulan. Faktor usia terhadap usia dihitung dengan membagi akumulasi nilai klaim pada 12 bulan dengan nilai klaim pada 6 bulan.

**b.7) Metode Benktander-Hovinen**

Formula untuk mencari *ultimate losses* atau EUL dapat ditulis seperti ini:

$$EUL_{BH} = (1 - (\text{Unpaid}\%))^2 \times EUL_{CL} + (\text{Unpaid}\% \times EUL_{CL @ i=0}), \quad (6)$$

dimana  $q$  adalah klaim yang belum terbayarkan atau *claim unpaid* dan  $EUL_{CL @ i=0}$  adalah EUL pada default period paling awal (Mack, 2000).

Berdasarkan *Journal of Physics*, untuk mencari cadangan klaim dapat menggunakan formula sebagai berikut:

$$ELR_{BH} = c \times ELR_{CL} + (1 - c) \times ELR_{BF}, \quad (7)$$

dimana  $c$  adalah faktor kredibilitas yang dapat dicari dengan formula sebagai berikut:

$$c = \frac{p_i}{p_i + \sqrt{p_i}} \quad (8)$$

dimana  $p_i$  adalah premi pada default period  $i$  (Triana, 2021).

**b.8) Chain Ladder**

Untuk melakukan metode BH, maka akan dibutuhkan metode yang diperkenalkan oleh Thomas Mack pada tahun 1993 bernama *Chain-Ladder*. Menurut England dan Verrall, terdapat rumus untuk menghitung faktor penundaan  $F_j$ . Formula untuk melakukan perhitungan dapat ditulis sebagai berikut (Verall, 2024):

$$F_j = \frac{\sum_{i=1}^{n-j} D_{i,j+1}}{\sum_{i=1}^{n-j} D_{i,j}}, \text{ dimana } 1 \leq j \leq n - 1. \quad (9)$$

Langkah selanjutnya yaitu menghitung total klaim *cumulative run-off triangle* dimana bagian yang akan ditafsirkan yakni sel-sel *future triangles* atau diagonal di bagian kanan bawah hingga periode ke-

j. Semua berdasarkan periode kejadian  $i \in \{1, \dots, n\}$ , dan periode pengembangan  $j \in \{0, \dots, n - 1\}$ . Anggap simbol estimasi klaim terbayarkan *cumulative* ialah  $\hat{Y}_{i,j}$ , maka formula estimasi tersebut adalah:

$$\hat{Y}_{i,j} = Y_{j,n-1} \prod_{n+1-i}^{n-1} \hat{\lambda}_{n+1-i}, 2 \leq i \leq n. \quad (10)$$

Berdasarkan jurnal karya Linda Noviyanti, formula untuk perhitungan EUL dengan simbol  $\widehat{U}_i^{CL}$  bisa ditulis sebagai berikut:

$$\widehat{U}_i^{CL} = EUL = LPD \times \Pi \hat{\lambda}_j, \quad (11)$$

dimana LPD adalah *Losses Paid-to-Date*  $Y_{i,n-i}$ . Lalu, estimasi cadangan klaim  $\widehat{L}_i^{CL}$  memiliki formula sebagai berikut [3]:

$$\widehat{L}_i^{CL} = ELR = \widehat{U}_i^{CL} - LPD_i. \quad (12)$$

**c) Perbandingan Hasil Estimasi (Tes Akurasi)**

Untuk menghitung perbandingan hasil estimasi, maka tes akurasi adalah langkah yang tepat. Terdapat dua metode dalam tes ini yakni *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Deviation* (MAD).

**c.1) Root Mean Square Error**

Root Mean Square Error (RMSE) bertujuan untuk mengukur perbedaan rata-rata antara nilai yang diobservasi dengan nilai prediksi. Metode RMSE memiliki formula sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (13)$$

**c.2) Mean Absolute Deviation**

Mean Absolute Deviation (MAD) adalah metode yang mengukur perbedaan antara observasi dan mean. Metode MAD memiliki formula sebagai berikut:

$$MAD = \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - \bar{x}|}{n} \quad (14)$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**a) Run-Off Triangle**

Data yang diambil untuk penelitian ini yakni data yang diambil dari perusahaan cabang PT. XYZ dan dibagi secara bulanan dalam periode tujuh tahun. Menggunakan data tahun 2022, data inkremental dan kumulatif terekap dalam Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

**Tabel 4.1** - Tabel kerugian *incremental* pada tahun 2022

2022	DEVELOPMENT PERIOD											
DEFAULT PERIOD	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
JAN	2.020.000	300.000	1.720.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FEB	3.560.000	1.730.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAR	9.600.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APR	2.100.000	0	1.400.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEI	7.500.000	7.500.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUN	15.511.010	10.094.000	0	0	5.417.010	0	0	0	0	0	0	0
JUL	2.800.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AUG	900.000	900.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OCT	23.733.900	5.300.000	18.433.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NOV	1.331.700	1.331.700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabel 4.2** - Tabel kerugian *cumulative* pada tahun 2022

2022 CUMUL.	DEVELOPMENT PERIOD / periode pemaduan											
DEFAULT PERIOD	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
JAN	2.020.000	2.020.000	2.020.000	2.020.000	2.020.000	2.020.000	2.020.000	2.020.000	2.020.000	2.020.000	2.020.000	2.020.000
FEB	1.730.000	1.730.000	1.730.000	1.730.000	1.730.000	1.730.000	1.730.000	1.730.000	1.730.000	1.730.000	1.730.000	1.730.000
MAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APR	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000
MEI	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000
JUN	15.511.010	15.511.010	15.511.010	15.511.010	15.511.010	15.511.010	15.511.010	15.511.010	15.511.010	15.511.010	15.511.010	15.511.010
JUL	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000
AUG	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000
SEP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OCT	23.733.900	23.733.900	23.733.900	23.733.900	23.733.900	23.733.900	23.733.900	23.733.900	23.733.900	23.733.900	23.733.900	23.733.900
NOV	1.331.700	1.331.700	1.331.700	1.331.700	1.331.700	1.331.700	1.331.700	1.331.700	1.331.700	1.331.700	1.331.700	1.331.700
DEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**b) Bornhuetter-Ferguson**

Untuk mencari hasil melalui metode *Bornhuetter-Ferguson* (BF), maka dibutuhkan *development factor*, persentase *claim unpaid* dan proyeksi klaim untuk estimasi total kerugian (EUL). Sedangkan, dibutuhkan hasil dari EUL, faktor *age-to-age*, estimasi *loss ratio* dan *paid-to-date* untuk mendapatkan estimasi *loss reserves* (ELR). Di Tabel 4.3, terdapat hasil untuk EUL dan ELR pada tahun 2022.

**Tabel 4.3** - Hasil estimasi *ultimate loss* dan *loss reserves* pada tahun 2022 dengan metode *Bornhuetter-Ferguson*

PERIOD	EUL - BF	ELR - BF
2016	377.547.215	-1.082.443.366
2017	2.006.325.394	-964.209.896
2018	1.490.545.264	-977.091.069
2019	1.037.735.819	-44.707.547
2020	287.679.141	-794.764.225
2021	410.578.983	-632.898.162
2022	-1.460.854.985	-328.041.873

Berdasarkan estimasi, angka terendah untuk EUL menggunakan metode *Bornhuetter-Ferguson* yaitu Rp.287.679.141,- pada tahun 2020, sedangkan untuk ELR yakni Rp.(-)1.082.443.366,- pada tahun 2016.

c) **Benktander-Hovinen**

Untuk mencari hasil melalui metode *Benktander-Hovinen* (BH), maka dibutuhkan hasil untuk estimasi *ultimate loss* dan *loss reserves* dari metode *Chain-Ladder* (CL) dimana metode ini juga membutuhkan *development factors* dan persentase *claim unpaid*. Metode *Benktander-Hovinen* akan membobotkan kedua hasil metode CL dengan hasil metode BF menggunakan rumus (6) untuk mencari estimasi *ultimate loss* dan rumus (7) untuk mencari estimasi *loss reserves*. Di Tabel 4.4, terdapat akumulasi hasil perhitungan untuk kedua variabel tersebut pada tahun 2022.

2019	162.021.411	875.714.408	46.771.553
2020	21.626.800	266.052.341	6.243.119
2021	52.435.000	358.143.983	12.481.238
2022	56.926.610	-1.517.781.595	48.225.031
<b>7-Year Average</b>		459.153.879	27.089.440
<b>Total</b>		3.214.077.156	189.626.083

**Tabel 4.4** – Hasil estimasi *ultimate loss* dan *loss reserves* pada tahun 2022 dengan metode *Benktander-Hovinen*

PERIOD	EUL - BH	ELR - BH
2016	0	-589.912.109
2017	253.101.384	-6.448.390.615
2018	126.425.344	-2.840.160.726
2019	0	-695.036.807
2020	0	-635.233.675
2021	9.198.722	-3.699.477.480
2022	-110.129.796	-3.052.085.592

Berdasarkan estimasi, angka terendah untuk EUL menggunakan metode *Benktander-Hovinen* yaitu Rp.(-)110.129.796,- pada tahun 2022, dan memiliki nominal Rp.0,- untuk tiga dari tujuh tahun observasi. Untuk ELR, angka terendah untuk ELR dengan metode *Benktander-Hovinen* yakni Rp. (-) 6.488.390.615,- pada tahun 2017.

d) **Perbandingan Hasil Estimasi (Tes Akurasi)**

Untuk membandingkan hasil estimasi, maka akan dilakukan tes akurasi. Dalam penelitian ini, terdapat dua tes akurasi yakni *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Deviation* (MAD).

Di Tabel 4.5 dan 4.6, terdapat akumulasi hasil RMSE untuk metode *Bornhuetter-Ferguson* (BF) dan *Benktander-Hovinen* (BH) sekaligus perbandingan dengan nilai aktual (*actual values*) untuk EUL dan ELR.

**Tabel 4.5** – Tes Akurasi RMSE untuk estimasi *ultimate loss*

EUL			
Period	Actual Val.	RMSE BF	RMSE BH
2016	161.359.953	216.187.262	46.580.606
2017	292.427.632	1.713.897.762	11.352.510
2018	188.682.270	1.301.862.994	17.972.027

**Tabel 4.6** – Tes Akurasi RMSE untuk estimasi *loss reserves*

ELR			
Period	Actual Val.	RMSE BF	RMSE BH
2016	0	284.363.053	142.181.527
2017	236.357.574	218.447.883	1.861.490.029
2018	129.924.826	244.605.056	819.883.780
2019	0	267.015.768	200.639.844
2020	0	301.543.122	183.376.167
2021	14.934.192	297.885.926	1.067.947.159
2022	17.114.522	280.955.542	881.061.219
<b>7-Year Average</b>		270.688.050	736.654.246
<b>Total</b>		1.849.816.349	5.156.579.724

Berdasarkan penelitian dengan metode RMSE untuk mendapatkan EUL dan ELR, angka untuk EUL dengan metode *Benktander-Hovinen* lebih rendah dibandingkan dengan angka untuk metode *Bornhuetter-Ferguson* berdasarkan hasil rata-rata dalam 7 tahun atau total keseluruhan. Sedangkan, angka ELR dengan metode *Bornhuetter-Ferguson* jauh lebih rendah yakni Rp. 270.688.050,- baik dari rata-rata dalam 7 tahun atau total keseluruhan.

Di Tabel 4.7 dan 4.8, terdapat akumulasi hasil MAD untuk metode *Bornhuetter-Ferguson* dan *Benktander-Hovinen*, dan perbandingan dengan nilai aktual untuk EUL dan ELR.

**Tabel 4.7** – Tes Akurasi MAD untuk estimasi *ultimate loss*

EUL			
Period	Actual Val.	MAD BF	MAD BH
2016	161.359.953	216.187.262	161.359.953
2017	292.427.632	1.713.897.762	39.326.248
2018	188.682.270	1.301.862.994	62.256.926
2019	162.021.411	875.714.408	162.021.411
2020	21.626.800	266.052.341	21.626.800
2021	52.435.000	358.143.983	43.236.278

2022	56.926.610	1.517.781.595	167.056.406
<b>7-Year Average</b>		892.805.764	93.840.575
<b>Total</b>		6.249.640.346	656.884.022

**Tabel 4.8** – Tes Akurasi MAD untuk estimasi *loss reserves* ELR

Period	Actual Val.	MAD BF	MAD BH
2016	0	82.088.543	41.044.271
2017	236.357.574	63.060.472	537.365.885
2018	129.924.826	70.611.398	236.680.060
2019	0	77.080.813	57.919.734
2020	0	87.048.001	52.936.140
2021	14.934.192	85.992.260	308.289.790
2022	17.114.522	81.104.879	254.340.466
<b>7-Year Average</b>		78.140.909	212.653.764
<b>Total</b>		546.986.365	1.488.576.346

Berbeda dengan penelitian dengan metode MAD, angka untuk EUL melalui metode *Benktander-Hovinen* jauh lebih rendah dibandingkan metode *Bornhuetter-Ferguson* baik untuk rata-rata dalam 7 tahun atau total keseluruhan. Angka ELR untuk metode *Bornhuetter-Ferguson* yang dites dengan metode MAD lebih rendah dibandingkan dengan angka untuk metode *Bornhuetter-Ferguson* dari rata-rata dalam 7 tahun atau total keseluruhan.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil Mean Absolute Deviation (MAD) dan Root Mean Square Error (RMSE), metode *Benktander-Hovinen* lebih optimal untuk menghitung *ultimate loss* karena nilai rata-ratanya lebih rendah daripada *Bornhuetter-Ferguson*, sekaligus untuk menentukan kerugian akhir atau mengklaim klaim tanpa data untuk bulan awal seperti yang ditunjukkan pada tabel tahun 2016.

Di sisi lain, metode *Bornhuetter-Ferguson* merupakan metode terbaik untuk cadangan klaim atau IBNR berdasarkan hasil tes MAD dan RMSE. Secara keseluruhan, metode *Bornhuetter-Ferguson* menghasilkan angka cadangan klaim yang paling rendah dibandingkan metode *Benktander-Hovinen*.

#### BATASAN PENELITIAN

Penelitian ini memiliki beberapa batasan. Pertama, lini masa yang terpilih yakni 2016 hingga 2022 karena kebutuhan kendaraan bermotor selalu tumbuh dalam rentang waktu ini. Kedua, ruang lingkup yang digunakan yakni wilayah administrasi II yakni DKI Jakarta, Jawa Barat dan Banten. Ketiga, durasi asuransi kendaraan bermotor dalam penelitian ini hanya satu tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka disusun menggunakan aplikasi Reference Management Software seperti Mendeley, Zotero, Endnote dll.

- Abdul Majid, A. B. F., Puspita, E., & Agustina, F. (2018). PENGGUNAAN METODE BORNHUETTER-FERGUSON PADA PERAMALAN BESAR CADANGAN CLAIMS ASURANSI.
- Badan Pusat Statistik. (n.d.). Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html>
- Krisdiantha, K., Khalifatullah, M. J., Dumamika, T. D., & Noviyanti, L. (2023). The comparison of estimated reserve claims with the classical chain ladder and bornhuetter-double chain ladder method. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 20(1), 207–220. <https://doi.org/10.20956/j.v20i1.27673>
- Mack, T. (2000). Credible claims reserves: The benktander method. *ASTIN Bulletin*, 30(2), 333–347. <https://doi.org/10.2143/ast.30.2.504639>
- “Tren Permintaan Kendaraan Secara Nasional Meningkat.” *Asiantrust Asset Management*, 21 June 2023, [www.asiantrust.am/news/tren-permintaan-kendaraan-secara-nasional-meningkat/](http://www.asiantrust.am/news/tren-permintaan-kendaraan-secara-nasional-meningkat/)
- Triana, S., Novita, M., & Sari, S. F. (2021). The Benktander claim reserving method, combining chain ladder method and Bornhuetter-Ferguson method using optimal credibility. *Journal of Physics: Conference Series*, 1725(1), 012087. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1725/1/012087>
- Verrall, R. J. (2004). A Bayesian Generalized Linear Model for The Bornhuetter-Ferguson Method of Claims Reserving. *North American Actuarial Journal*, 67-89.