

ESTIMASI CADANGAN KLAIM IBNR DAN RBNS PRODUK ASURANSI KENDARAAN BERMOTOR MENGUNAKAN METODE DOUBLE CHAIN LADDER

Joanna Bella A.S¹, Melvi Muchlian², Silvia Rosita³
Program Studi Aktuaria, Universitas Tamansiswa Padang^{1,2,3}
Email: joannaalbella@gmail.com¹, melvimuchlian@gmail.com²,
silvia.Rosita.Sr@gmail.com³

Coessponding Author: Melvi Muchlian email: melvimuchlian@gmail.com

Abstrak. Cadangan teknis dalam asuransi merujuk pada jumlah dana yang disiapkan oleh perusahaan untuk membayar klaim dimasa mendatang, ini merupakan komponen penting dalam keuangan perusahaan asuransi untuk memastikan ketersediaan dana yang cukup saat klaim diajukan. Tujuannya untuk memastikan perusahaan memiliki dana yang memadai untuk memenuhi kewajiban klaimnya. Pada tahun 2012, Martinez-Miranda dkk mengembangkan sebuah metode yang dapat mengestimasi cadangan kalim IBNR dan RBNS secara terpisah, yaitu metode Double Chain Ladder metode yang dapat mengestimasi cadangan klaim IBNR dan RBNS secara terpisah. Hasil dari estimasi cadangan klaim IBNR dan RBNS menggunakan metode double chain ladder untuk asuransi kendaraan bermotor berdasarkan data klaim didapatkan untuk total klaim IBNR sebanyak 14,649,062. Sedangkan untuk total cadangan klaim RBNS sebesar Rp. 8,818,169,058. Maka perusahaan akan menyiapkan dana tersebut untuk klaim yang akan terjadi dimasa mendatang. Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dapat disimpulkan bahwa metode Double Chain Ladder merupakan metode chain ladder yang digunakan sebanyak dua kali. Metode Double chain ladder dapat digunakan untuk mengestimasi besarnya cadangan klaim IBNR dan RBNS secara terpisah, dengan menggunakan total besarnya klaim dan banyaknya klaim. Besarnya perkiraan cadangan klaim IBNR dan RBNS dapat diprediksi dengan menentukan parameter mean $\hat{\mu}$, inflasi \hat{y} , dan $\hat{\pi}$. Untuk menduga besarnya cadangan klaim IBNR, menggunakan data banyaknya klaim masa depan yang diestimasi dengan metode chain ladder, sedangkan RBNS menggunakan data besarnya klaim yang telah tersedia dan teramati. Besarnya dugaan cadangan klaim RBNS lebih besar daripada IBNR, ini karena besarnya klaim yang tersedia dan teramati lebih banyak daripada banyaknya klaim masa depan. Berdasarkan hasil penelitian maka sangat penting bagi perusahaan asuransi menentukan loss reserve RBNS dan loss reserve IBNR secara terpisah karena memiliki fungsi yang berbeda. Loss reserve RBNS dapat ditentukan karena klaim masih dalam proses pembayaran. Sedangkan loss reserve IBNR perlu ditentukan karena berdampak pada total besar klaim yang harus dialokasikan oleh perusahaan asuransi untuk pembayaran klaim-klaim yang akan terjadi pada periode mendatang.

Kata Kunci: IBNR, RBNS, Double Chain Ladder, Asuransi Kendaraan Bermotor

Abstract. Technical reserves in insurance refer to the amount of funds prepared by the company to pay future claims, this is an important component in insurance company finances to ensure the availability of sufficient funds when claims are filed. The goal is to ensure that the company has sufficient funds to fulfill its claim obligations. In 2012, Martinez-Miranda et al developed a method that can estimate IBNR and RBNS claim reserves separately, namely the Double Chain Ladder method that can estimate IBNR and RBNS claim reserves separately. The results of the estimation of IBNR and RBNS claim reserves using the double chain ladder method for motor vehicle insurance based on claim data obtained for a total of 14,649,062 IBNR claims. While for the total RBNS claim reserves of Rp. 8,818,169,058. Then the company will prepare these funds for claims that will occur in the future. Based on the research results that have been obtained, it can be concluded that the Double Chain Ladder method is a chain ladder method that is used twice. The Double chain ladder method can be used to estimate the amount of IBNR and RBNS claim reserves separately, using the total amount of claims and the number of claims. The magnitude of the estimated IBNR and RBNS claim reserves can be predicted by determining the mean $\hat{\mu}$, inflation \hat{y} and $\hat{\pi}$ parameters. To estimate the size of the IBNR claims reserve, using the data.

Keywords: IBNR, RBNS, Double Chain Ladder, Motor Vehicle Insurance



A. Pendahuluan

Kehidupan manusia tidak terlepas dari potensi risiko seperti kecelakaan, penyakit, atau kerugian finansial yang dapat mengarah pada kerugian material maupun non-material. Oleh karena itu, salah satu cara untuk mengantisipasi terjadinya kerugian akibat risiko tersebut ialah melalui asuransi. Undang-Undang No 40 Tahun 2014 tentang perasuransian, (Pemerintahan Indonesia) mendefinisikan asuransi umum sebagai perjanjian antara perusahaan asuransi dengan pemegang polis, dimana perusahaan asuransi memberikan ganti rugi kepada pemegang polis akibat kerusakan, kerugian, kehilangan keuntungan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin diderita pemegang polis karena risiko yang tak terduga. Pemegang polis yang mengalami risiko yang tak terduga memiliki hak untuk menuntut ganti rugi kepada perusahaan asuransi yang biasa dikenal dengan klaim asuransi (Nitisusastro, 2013). Pembayaran klaim biasanya tidak diterima segera setelah permohonan diajukan, dan terkadang tertunda selama jangka waktu tertentu (Abiyyu, 2015). Hal ini dikarenakan perusahaan asuransi perlu mengumpulkan data, menguji kelayakan risiko dan menilai kejadian risiko. Waktu tunda pembayaran klaim dapat disebut dengan istilah *outstanding claims* atau klaim yang belum selesai. Terdapat dua jenis klaim *outstanding*, yaitu IBNR (*Incurred but Not Reported*) dan RBNS (*Reported but Not Settled*) (Adam, 2018). IBNR adalah klaim yang telah terjadi tetapi belum dilaporkan dan RBNS adalah klaim yang telah dilaporkan tetapi belum diselesaikan oleh pihak perusahaan. IBNR dan RBNS sangat penting untuk memastikan perusahaan memiliki cukup dana untuk membayar klaim dan menjaga stabilitas keuangan. Oleh karena itu, sesuai dengan peraturan Otoritas Jasa Keuangan No/POJK.05/2015 tentang kesehatan keuangan perusahaan asuransi dan perusahaan reasuransi pasal 23 dan 24 ayat satu tentang “*liabilitas* yang diperhitungkan dalam perhitungan tingkat *solvabilitas* wajib meliputi semua liabilitas perusahaan, termasuk cadangan teknis (Komisioner & Jasa, 2015). Cadangan teknis asuransi adalah dana yang wajib disiapkan oleh perusahaan asuransi untuk memenuhi kewajiban kepada tertanggung atau pemegang polis. Cadangan teknis terbagi dua, yaitu cadangan premi dan cadangan klaim. Cadangan teknis dalam asuransi merujuk pada dana yang disiapkan oleh perusahaan untuk membayar klaim dimasa mendatang. Ini adalah komponen penting dalam keuangan perusahaan asuransi, yang bertujuan untuk memastikan adanya dana yang cukup saat klaim diajukan. Tujuannya untuk memastikan perusahaan memiliki dana yang memadai untuk memenuhi kewajiban klaimnya. Dalam memahami pentingnya cadangan teknis, perusahaan asuransi dapat mengelola risiko secara efektif dan memberikan perlindungan bagi nasabahnya (Data polis, 2023).

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Menurut (Duli, 2019) penelitian kuantitatif adalah aktifitas peneliti untuk memperoleh pengetahuan atau fakta kesimpulan dengan menggunakan data angka sebagai pondasi awal untuk menganalisis apa yang akan diketahui dan dipahami. Adapun tahapan dalam penelitian yang akan dilakukan untuk mengestimasi cadangan klaim IBNR dan cadangan klaim RBNS dengan Double Chain Ladder yang dapat mengestimasi cadangan klaim secara terpisah adalah sebagai berikut :

1. Menentukan dan mendeskripsikan data sekunder, baik data besarnya klaim maupun data banyaknya klaim kendaraan bermotor PT. Jasaraharja Putera Branch Office Padang tahun 2019-2023.
2. Mengubah data besarnya klaim dan banyaknya klaim *run-off triangle* dalam bentuk inkremental menjadi data *run-off triangle* dalam bentuk kumulatif
3. Mengestimasi nilai faktor penundaan pembayaran untuk banyaknya klaim dan besarnya klaim berdasarkan hasil perhitungan *run-off triangle cumulative* menggunakan metode chain ladder.



4. Mengestimasi nilai kumulatif besarnya klaim dan banyaknya klaim untuk segitiga bawah pada *run-off triangle cumulative*.
5. Mengestimasi nilai cadangan klaim perperiode kejadian berdasarkan nilai faktor penundaan dan nilai klaim kumulatif.
6. Estimasi cadangan klaim menggunakan metode *Double Chain Ladder* dengan mengestimasi parameter $(\hat{\pi}, \hat{\mu}, \hat{\gamma}, \hat{\alpha}_i, \hat{\beta}_j)$.
7. Mengestimasi total cadangan klaim IBNR dan RBNS menggunakan metode *Double Chain Ladder*.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder asuransi kendaraan bermotor perusahaan asuransi di PT Jasaraharja Putera Branch Office Padang dari tahun 2019 hingga 2023. Data ini berisi data besarnya klaim dan banyaknya klaim asuransi kendaraan bermotor pertahun dari tahun 2019 sampai 2023 yang dibayarkan oleh perusahaan kepada pemegang polis. Data yang tersedia terdiri atas dua *run-off triangle* yaitu besarnya klaim dan banyaknya klaim asuransi kendaraan bermotor yang sudah dalam bentuk *run-off triangle data incremental*. *Run-off Triangle* merupakan data keseluruhan klaim yang memuat seluruh klaim-klaim individu Antonio, et al (2006). Data klaim yang berbentuk segitiga dan disusun berdasarkan periode kejadian dan periode penundaan. Perusahaan asuransi terdapat beberapa periode data *run-off triangle* berupa data bulanan, kuartalan, atau tahunan. Selain itu, data *run-off triangle* berdasarkan bentuk dapat berupa *claims amounts* (besarnya klaim) dan *claims counts* (banyaknya klaim) dimana keduanya tersaji dalam bentuk *incremental* dan *cumulative* (Mutaqin dkk, 2008).

Tabel 1. Run-off Triangle Incremental of Claims amounts (RBNS)

Tahun kejadian <i>i</i>	Periode Penundaan <i>j</i>				
	0	1	2	3	4
2019	17.288.677	15.953.431	7.397.841	748.269	442.158
2020	19.257.678	16.738.909	8.048.118	614.262	
2021	13.770.691	10.486.079	5.859.092		
2022	18.455.080	15.805.721			
2023	21.417.725				

Tabel 2. Run-Off Incremental Of Claim Counts (IBNR)

Tahun kejadian <i>i</i>	Periode Penundaan <i>j</i>				
	0	1	2	3	4
2019	275	135	50	41	10
2020	245	113	35	20	
2021	256	130	46		
2022	285	150			
2023	325				

1. Pembentukan Tabel *Run-Off Triangle Cumulative* untuk klaim IBNR dan RBNS.

Tabel 3. Run-off Triangle Cumulative of Claims amounts

Tahun kejadian <i>i</i>	Periode Penundaan <i>j</i>				
	0	1	2	3	4
1	17.288.677	33.242.108	40.639.949	41.388.218	41.830.376
2	19.257.678	35.996.587	44.044.705	44.658.967	
3	13.770.691	24.256.770	30.115.862		
4	18.455.080	34.260.801			
5	21.417.725				



Langkah pertama dalam pengestimasi cadangan klaim yaitu pembentukan tabel *run-off triangle* kumulatif untuk klaim IBNR dan RBNS. Untuk klaim RBNS dengan $X_{i,j}$ dalam matriks segitiga *incremental amounts* membentuk *cumulative claims amounts* $D_{i,j}$ menggunakan persamaan, untuk $i = 1$, dengan $j = 0,1,2,3,4$ sebagai berikut :

$$\begin{aligned} D_{1,1} &= \sum_{j=0}^1 X_{i,j} \\ &= X_{1,0} + X_{1,1} \\ &= 17.288.677 + 15.953.431 = 33.242.108 \end{aligned}$$

Tabel 4. Run-off Triangle Cumulative of Claims counts

Tahun kejadian i	Periode Penundaan j				
	0	1	2	3	4
1	275	410	460	501	551
2	245	358	393	413	
3	256	386	432		
4	285	435			
5	325				

Pembentukan tabel *run-off triangle* kumulatif untuk klaim IBNR dengan $N_{i,j}$ untuk *claims counts* dari tabel menjadi bentuk *cumulative claims counts* $C_{i,j}$ dengan menggunakan persamaan untuk $i = 1$, dengan $j = 0,1,2,3,4$ sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_{1,1} &= \sum_{j=0}^1 N_{i,j} \\ &= N_{1,0} + N_{1,1} \\ &= 275 + 135 = 410 \end{aligned}$$

2. Estimasi Cadangan Klaim dengan Metode Chain Ladder Untuk Claim Amounts (RBNS)

Tabel 5. Hasil estimasi faktor penundaan untuk claim amounts

j	1	2	3	4
$\hat{\lambda}_j$	1.857675	1.227873	1.016089	1.010683

Perhitungan nilai $\hat{\lambda}_j$ menggunakan nilai $D_{i,j}$, berikut perhitungannya untuk $j = 1, 2, 3$, dan 4 yaitu:

$$\begin{aligned} \hat{\lambda}_1 &= \frac{\sum_{i=1}^{m-j} D_{i,j}}{\sum_{i=1}^{m-j} D_{i,j-1}} = \frac{\sum_{i=1}^{5-1} D_{i,1}}{\sum_{i=1}^{5-1} D_{i,1-1}} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^4 D_{i,1}}{\sum_{i=1}^4 D_{i,0}} = \frac{33.242.108 + 35.996.587 + 24.256.770 + 34.260.801}{17.288.677 + 19.257.678 + 13.770.691 + 18.455.080} = 1.857675 \end{aligned}$$

Tabel 6. Hasil estimasi run-off cumulative Claims amounts

Tahun kejadian i	Periode Penundaan j				
	0	1	2	3	4
1	17.288.677	33.242.108	40.639.949	41.388.218	41.830.376
2	19.257.678	35.996.587	44.044.705	44.658.967	45.377.506
3	13.770.691	24.256.770	30.115.862	36.978.441	37.573.404
4	18.455.080	34.260.801	63.645.437	78.148.486	79.405.853
5	21.417.725	39.787.174	73.911.643	90.754.079	92.214.263

Setelah mendapatkan hasil dari faktor penundaan hasil tersebut digunakan untuk menafsirkan total klaim pada *run-off* kumulatif bagian bawah sampai periode penundaan ke- j berikut perhitungannya:

$$\hat{D}_{2,4} = D_{2,4-1} \cdot \hat{\lambda}_{4-1}$$



$$= 44.658.967 \times 1.016089 = 45.377.506$$

3. Estimasi Cadangan Klaim dengan Metode Chain Ladder Untuk Claim Counts (IBNR)

Tabel 7. Hasil estimasi faktor penundaan claim counts

j	1	2	3	4
$\hat{\lambda}_j$	1,497644	1,113518	1,071512	1,019960

Estimasi nilai faktor penundaan $\hat{\lambda}_j$ besarnya klaim yang dibayarkan dihitung pada tiap periode penundaan $j = 1, 2, 3$ dan 4 . Perhitungan nilai $\hat{\lambda}_j$, berikut perhitungannya untuk $j = 1, 2, 3$ dan 4 yaitu:

$$\begin{aligned} \hat{\lambda}_1 &= \frac{\sum_{i=1}^{m-j} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{m-j} C_{i,j-1}} = \frac{\sum_{i=1}^{5-2} C_{i,1}}{\sum_{i=1}^{5-2} C_{i,1-1}} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^3 C_{i,1}}{\sum_{i=1}^3 C_{i,0}} = \frac{410+358+386+435}{275+245+256+285} = 1,497644 \end{aligned}$$

Tabel 8. Hasil estimasi run-off cumulative Claims counts

Tahun kejadian i	Periode Penundaan j				
	0	1	2	3	4
1	275	410	460	501	511
2	245	358	393	413	443
3	256	386	432	481	515
4	285	435	651	725	777
5	325	487	729	812	870

Setelah mengetahui nilai estimasi faktor penundaan, hasil tersebut digunakan untuk penaksiran total klaim *run-off* kumulatif bagian bawah sampai periode penundaan ke- j . Perhitungan nilai estimasi tersebut dapat menggunakan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{C}_{2,4} &= C_{2,4-1} \cdot \hat{\lambda}_{4-1} \\ &= 413 \times 1,071512 = 443 \end{aligned}$$

4. Estimasi Cadangan Klaim dengan Metode Double Chain Ladder (DCL) untuk claims amounts (RBNS) dan claim counts (IBNR)

Tabel 9. Hasil estimasi parameter ($\hat{\alpha}_i, \hat{\beta}_j$) claims amounts (RBNS)

i	$\hat{\alpha}_i$	j	$\hat{\beta}_j$
1	41.830.376	0	0,426940
2	45.377.506	1	0,366145
3	37.573.404	2	0,180714
4	79.405.853	3	0,015667
5	92.214.263	4	0,010570

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_0 &= \frac{1}{\prod_{j=1}^4 \hat{\lambda}_j} \\ &= \frac{1}{(1,857675 \times 1,227873 \times 1,016089 \times 1,010683)} = 0,426904 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_1 &= \frac{\lambda_1 - 1}{\prod_{j=1}^4 \hat{\lambda}_j} \\ &= \frac{1,857675 - 1}{(1,857675 \times 1,227873 \times 1,016089 \times 1,010683)} = 0,366145 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_3 &= \sum_{j=0}^{m-i} X_{i,j} \prod_{j=m-i+1}^{m-1} \hat{\lambda}_j \\ &= \sum_{j=0}^{5-3} X_{i,j} \prod_{j=5-3+1}^{5-1} \hat{\lambda}_j \\ &= 30.115.862 \times 1,0269438788 = 37.573.404 \end{aligned}$$



Tabel 10. Hasil estimasi parameter ($\hat{\alpha}_i, \hat{\beta}_j$) claim counts (IBNR)

i	$\hat{\alpha}_i$	j	$\hat{\beta}_j$
1	511	0	0,548673
2	443	1	0,273044
3	515	2	0,093280
4	777	3	0,065434
5	870	4	0,019569

$$\hat{\beta}_0 = \frac{1}{\prod_{j=1}^4 \hat{\lambda}_j} = \frac{1}{(1,497643 \times 1,113518 \times 1,071512 \times 1,019960)} = 0,548673$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\lambda_1 - 1}{\prod_{j=1}^4 \hat{\lambda}_j} = \frac{1,497643 - 1}{(1,497644 \times 1,113518 \times 1,071512 \times 1,019960)} = 0,273044$$

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_3 &= \sum_{j=0}^{m-i} N_{i,j} \prod_{j=m-i+1}^{m-1} \hat{\lambda}_j \\ &= \sum_{j=0}^{5-3} N_{i,j} \prod_{j=5-3+1}^{5-1} \hat{\lambda}_j \\ &= 432 \times 1,0928938 = 515 \end{aligned}$$

Tabel 11. Estimasi faktor rata-rata inflasi $\hat{\mu}$ dan $\hat{\gamma}_i = 1, \dots, 5$

Accident Year (i)	$\hat{\gamma}_i$
1	1,000000
2	1,251313
3	0,891256
4	1,248420
5	1,294816
$\hat{\mu}$	81.859,83

Selanjutnya menentukan nilai faktor tingkat inflasi $\hat{\gamma}_i$ untuk cadangan klaim IBNR dan RBNS dengan $i = 1, 2, 3, 4$ dan 5 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \hat{\gamma}_1 &= \frac{\hat{\alpha}_1}{\hat{\alpha}_1 \cdot \hat{\mu}} \\ &= \frac{41.830.376}{511 \times 81,85983} = 1,000000 \end{aligned}$$

Table 12. Hasil estimasi parameter $\hat{\pi}_j$

Delay (j)	$\hat{\pi}_j$
0	0,777929
1	0,631696
2	0,393288
3	0,294564
4	0,026693

Tabel 13. Cadangan klaim IBNR dan RBNS

Accident year	IBNR	RBNS
1	11,278,555	2,221,409,882.707
2	2,394,595	1,307,486,460.413
3	677,373	1,531,910,541.705
4	295,797	999,647,560.721
5	2,742	2,757,714,612.652
Total	14,649,062	8,818,169,058



D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan sebelumnya, metode *Double Chain Ladder* sudah dapat mengestimasi cadangan klaim terpisah antara IBNR dan RBNS. Setelah didapatkan nilai estimasi *loss reserve* menggunakan metode *chain ladder*, langkah selanjutnya dapat mengaplikasikan metode *double chain ladder* dengan mengestimasi parameter-parameter $(\hat{\pi}, \hat{\mu}, \hat{\gamma})$ dengan tahapan awal mengestimasi $(\hat{\alpha}_i, \hat{\beta}_j)$ untuk data banyaknya klaim (IBNR) yang dilaporkan dan mengestimasi $(\hat{\alpha}_i, \hat{\beta}_j)$ untuk data besarnya klaim (RBNS). Namun, metode *double chain ladder* menghasilkan nilai cadangan klaim yang identik sama dengan metode *chain ladder* karena hanya menggunakan besar klaim yang sudah dibayarkan dan merupakan data historis. Maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut hasil estimasi cadangan klaim menggunakan metode *Double Chain Ladder* untuk klaim IBNR dan RBNS diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a Penerapan metode *chain ladder* terlebih dahulu pada metode *double chain ladder* dalam pengestimasian cadangan klaim IBNR dengan menentukan parameter mean $\hat{\mu}$, inflasi $\hat{\gamma}_i$, dan $\hat{\pi}_j$. Pada metode *double chain ladder* hasil estimasi cadangan klaim IBNR untuk produk asuransi kendaraan bermotor dari tahun 2019-2023 sebanyak 14,649,062.
- b Penerapan metode *chain ladder* terlebih dahulu pada metode *double chain ladder* dalam pengestimasian cadangan klaim IBNR dengan menentukan parameter mean $\hat{\mu}$, inflasi $\hat{\gamma}_i$, dan $\hat{\pi}_j$. Pada metode *double chain ladder* hasil estimasi cadangan klaim RBNS untuk produk asuransi kendaraan bermotor dari tahun 2019-2023 sebanyak Rp. 8,818,169,058.
- c Berdasarkan kesimpulan yang telah diperoleh, maka penulis menyarankan untuk peneliti selanjutnya dapat menggunakan metode *Bornhuetter-Double Chain Ladder* untuk mendapatkan hasil yang lebih stabil dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiyuu, I. (2015). Proyeksi cadangan klaim dengan metode *Munich chain-ladder*.
- Adam, F. F. (2018). *Claim Reserving Estimation by Using the Chain Ladder Method*. *KnE Social Sciences*. 3(11): 1192-1203.
- Aminullah, M. (2023). *Estimasi Cadangan Klaim Incurred But Not Reported (IBNR) Menggunakan Metode Chain-ladder, Bornhuetter-ferguson dan Benktander-hovinen Studi Kasus Perusahaan Asuransi Xyz di Indonesia* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Antonio, K., Beirland, J., Hoedemekar (2006). *Lognormal mixed models for reported claims reserves*. *North american actuarial journal*, 30-48.
- Arikunto, S. (2006). Prosedur penelitian. *Bumi aksara*, 136(2), 2-3.
- Ayunda Anisa Soleha & Hikmah, Y. (2022). *Claim Reserve Estimation Using Double Chain Ladder Method*. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, 33(4), 1-8.
- Djaali. (2020). Metode Penelitian kuantitatif. Bumi Aksara



Djojosoedarso, S. (2003). Prinsip-prinsip manajemen risiko dan asuransi.

F.F Addini, Nurrohmah, S., & Fithriani, I. (2018). Prediction of the reported but not settled (RBNS) claims reserves and the incurred but not reported (IBNR) claims reserves using the double chain ladder method. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1725, No. 1, p. 012103). IOP Publishing.

Feby Seru, Azizah, & Saputro, A. D. (2021). Model Stokastik Dengan Pendekatan Generalized Linear Model Untuk Mengestimasi Cadangan Klaim Incurred But Not Reported. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 15(4), 607-614.

Gunawan, A. C. (2023). *Perbandingan Estimasi Cadangan Klaim Menggunakan Metode Bornhuetter-Ferguson Dan Metode Generalized Linear Model* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Johny et al(2020). Pengaruh Premi Bruto, Cadangan Klaim, Cadangan Premi, Dan Pembayaran Klaim Terhadap 3(1).

M. Jibril Khalifatullah, Krisdiantha Anggara putra, 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.

Mack, T. (1993). Distribution-Free Calculation of the Standard Error of Chain Ladder Reserve Estimates. *ASTIN Bulletin*. 23(2): 213-225.

Miranda, M.D., Nielsen, J.p & Verral, R Double chain ladder. *ASTIN Bulletin*, Vol.42. No.1 (2012), pp.59-76.

Mutaqin, A. K., Tampubolon, D. R., & Darwis, S. (2008). Run-Off Triangle Data dan Permasalahannya. *Statistika*, 8(1).

Nitisusastro, M. (2013). *Asuransi dan usaha perasuransian di Indonesia*. Alfabeta Bandung.

Otoritas Jasa Keuangan <https://ojk.go.id/id/kanal/iknb/pages/asuransi.aspx>

Prastiwi, A. (2018). Estimasi Cadangan Klaim Incurred But Not Reported (IBNR) Menggunakan Metode Chain Ladder dan Pendekatan Over-Dispersed Poisson.

Republik Indonesia. (2014). Undang-Undang Nomor 40 Tahun 2014 yang Mengatur tentang Perasuransian. 17 Oktober 2014. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 337 dan 5618. Jakarta.

Riaman, R., Subartini, B., & Parmikanti, K. (2023). PENGGUNAAN METODE BORNHUETTER-FERGUSON UNTUK ESTIMASI CADANGAN KLAIM. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 4(2), 1328-1343.

Sugiyono, Purwono, F. H., Ulya, A. U., Purnasari, N., & Juniarmoko, R. (2019). *Metodologi Penelitian (Kuantitatif, Kualitatif dan Mix Method)*. Guepedia.



Sundanis Agung, Pertiwi, I. Nyoman Widana, and Kartika Sari. "ESTIMASI CADANGAN KLAIM PADA ASURANSI UMUM DENGAN METODE CHAIN LADDER."

Tiller, M. W. (1998). *Individual risk rating. Casual actuarial science.*

Verral, R., Nielsen, J.p., & Jessen, A.H. Prediction of RBNS dan IBNR claims using claim amounts dan claim counts. *ASTIN Bulletin*, Vol.40, No 2 (2010), pp. 871-887.

Yulia Hikmah & Ira Rorianal Hikmah. (2022) Perhitungan Cadangan Klaim Dengan Metode Chain Ladder Menggunakan Excel & Rstudio.

