PENGGUNAAN METODE BORNHUETTER-FERGUSON PADA PERAMALAN BESAR CADANGAN *CLAIMS* ASURANSI

Abu Bakar Faris Abdul Majid[1)], Entit Puspita[2)], Fitriani Agustina[3)]

[1), 2), 3)] Departemen Pendidikan Matematka FPMIPA UPI

*Surel: abfaris11@gmail.com

ABSTRAK. Asuransi merupakan salah satu langkah dari sekian banyaknya langkah untuk menanggulangi resiko maupun mengurangi dampak resiko atas kerugian yang sewaktu-waktu terjadi secara tidak pasti. Jumlah besarnya manfaat penanggulangan resiko tergantung pada peluang terjadinya suatu resiko pada kehidupan sehari-hari. Cadangan klaim adalah dana yang disiapkan untuk menyelesaikan pembayaran klaim-klaim yang belum terselesaikan. Cadangan klaim adalah salah satu bagian yang penting bagi suatu perusahaan asuransi. Jika perusahaan asuransi salah mengambil langkah dalam memprediksi cadangan klaim untuk periode kedepan, hal ini dapat mengakibatkan ketidakakuratan untuk menutupi pengeluaran yang diakibatkan pengajuan klaim dari pemegang polis dan akan mengganggu kestabilan keuangan dari perusahaan asuransi tersebut. Penelitian ini membahas mengenai bagaimana menentukan besar cadangan klaim asuransi umum menggunakan metode Bornhuetter-Ferguson. Metode Bornhuetter-Ferguson merupakan salah satu teknik estimasi yang cukup terkenal dalam meramalkan cadangan klaim. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan yang diperoleh dapat dikategorikan kedalam tingkat keakuratan yang sangat baik.

Kata kunci: asuransi, metode Bornhuetter-Ferguson, Cadangan klaim, *run-off triangle, prediction error*.

ABSTRACT. Insurance is one way of the many ways to overcome the risk and reduce the impact of risk on losses that occur at any time occur uncertainly. The magnitude of risk mitigation benefits depends on the chances of a risk occurring in everyday life. Claim reserves are funds that are prepared to settle the payment of unresolved claims. Claim reserves is an important part of an insurance company. If the insurer is wrong to take steps to predict a claim reserve for the foreseeable future period, this may result in inaccuracy to cover the exposure resulting from the claim filed by the policyholder and will disrupt the financial stability of the insurer. In this research will be examined how to determine the large reserves of general insurance claims using Bornhuetter-Ferguson method. The Bornhuetter-Ferguson method is one of the well-known estimation techniques for predicting claims reserves. Based on the results of research that has been done can be concluded that the results outleted forecast can be categorized into a very good accuracy level.

Keywords: insurance, Bornhuetter-Ferguson method, claim reserves, run-off triangle, prediction error.

1. PENDAHULUAN

Berbagai jenis kegiatan yang membahayakan, merugikan dan kerusakan merupakan suatu ketidakpastian yang mungkin akan dialami siapapun. Sehingga resiko-resiko yang dihadapi dalam kehidupan akan makin membesar. Salah satu cara untuk mengantisipasi kerugian tersebut yaitu melalui asuransi. Asuransi merupakan kegiatan perlindungan untuk mencegah terjadinya kerugian yang sangat besar akibat resiko-resiko tertentu. Resiko-resiko tertentu itu diantaranya resiko kematian, kecelakan, kehilangan, dan lain-lain.

Asuransi semakin berkembang pesat dari waktu ke waktu. Ini digambarkan dengan semakin banyaknya orang yang tertarik untuk mengikuti perlindungan yang ditawarkan oleh pihak perusahaan asuransi. Perlindungan asuransi memiliki beberapa manfaat dalam rangka mengatasi berbagai risiko yang dihadapinya. Hal ini akan memberikan ketenangan dan kepercayaan diri yang lebih tinggi terhadap yang bersangkutan.

Dikarenakan semakin meningkatnya minat kemauan atas pembelian produk asuransi, semakin besar juga kemungkinan terjadinya pengajuan klaim kepada pihak asuransi. Berdasarkan hal itu pihak perusahaan asuransi wajib mempersiapkan dana siap pakai secara tepat untuk menutupi pengeluaran yang disebabkan oleh tuntutan perjanjian terhadap tertanggung bila terjadi resiko terhadap nasabah yang dapat terjadi pada periode ke depan, perusahaan harus cekatan untuk menutupi dana klaim untuk periode ke depan.

Cadangan klaim sangat berpengaruh terhadap kualitas suatu perusahaan, apabila perusahaan buruk dalam mengambil keputusan cadangan klaim maka akan mengakibatkan ketidakstabilan dalam sektor keuangan, karena itu, diperlukan teknik perhitungan untuk memperoleh cadangan klaim yang akurat. Salah satu metode yang digunakan untuk memprediksi cadangan dana klaim di masa yang akan datang berdasarkan data klaim masa lalu adalah metode Bornhuetter-Ferguson.

2. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ilmiah harus dilakukan teknik penyusunan yang sistematis untuk memudahkan langkah-langkah yang akan diambil. Begitu pula yang dilakukan penulisan dalam penelitian ini, langkah pertama yaitu dengan melakukan studi lieratur pada buku-buku yang membahas tentang metode Bornhuetter-Ferguson dan jurnal. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan teori pendukung antara lain, *run-off triangle*, rasio klaim, *geometric mean*, regresi eksponesial, regresi *polynomial*, *mean square error of prediction.*

3. METODE BORNHUETTER-FERGUSON

Pada tahun 1972, dua aktuaris yaitu Bornhuetter dan Pearl Ferguson mengembangkan suatu metode baru untuk mengatasi kekurangan atau kelemahan yang ada pada metode *Chain Ladder* (CL) (Verral, 2004). Metode Bornhuetter-Ferguson merupakan pengembangan dari metode cl yang dikembangkan untuk menghindari ketergantungan pada nilai $C_{i,n+1-i}$. Hal ini ditunjukkan pada perumusan estimasi cadangan klaim dengan metode Bornhuetter-Ferguson yang didefinisikan sebagai berikut (Mack, 2006)

$$\hat{R}_i^{BF} = (1 - \hat{z}_{n+1-i})\,\hat{U}_i \tag{1}$$

dimana, $\hat{U}_i = \upsilon_i \hat{q}_i$ dan $\hat{z}_k \boldsymbol{\epsilon}$ [0,1]

Nilai *Ultimate Loss Ratio* (ULR)

Menurut Mack (2006), terdapat beberapa tahap untuk memperoleh hasil nilai *Ultimate Loss Ratio* (ULR), yaitu:

a. Menentukan *Incremental loss ratio* (ILR)

$$\hat{m}_k = \frac{\sum_{i=1}^{n+1-k} S_{ik}}{\sum_{i=1}^{n+1-k} \upsilon_i} \tag{2}$$

dimana $\hat{m}_k$ menyatakan *Incremental loss ratio* pada *Development Period* ke-*k*, S_{ik} menyatakan besar klaim *incremental* pada periode kejadian ke-*i* dan *Development period* ke-*k*, υ_i menyatakan besar premi periode kejadian ke-*i*.

b. Menentukan *Loss ratio index* atau *on-level premium*

$$r_i = \frac{C_{i,n+1-i}/\upsilon_i}{\sum_{k=1}^{n+1-i} \hat{m}_k}. \tag{3}$$

dimana r_i menyatakan *loss ratio index* pada periode kejadian ke-i dan $C_{i,n+1-i}$ menyatakan klaim kumulatif pada periode kejadian ke-*i* dan *Development period* ke-*k.*

c. Menentukan nilai rata-rata *on-level premium*

$$r_i^* = \sqrt{r_i^{paid} r_i^{inc}} \tag{4}$$

Setelah memperoleh rata-rata *on-level premium,* selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *earned premium* yang sebaiknya dimiliki oleh perusahaan asuransi, yaitu

$$v_i^* = v_i r_i^*. \tag{5}$$

d. Menghitung ulang *Incremental Loss Ratio* (ILR)

Melakukan perhitungan ulang terhadap *Incremental Loss Ratio* (ILR), hal ini dikarenakan berubahnya nilai v_i menjadi v_i^*, menggunakan perumusan berikut,

$$\hat{\hat{m}}_k = \frac{\sum_{i=1}^{n+1-k} S_{ik}}{\sum_{i=1}^{n+1-k} v_i^*} = \frac{\sum_{i=1}^{n+1-k} S_{ik}}{\sum_{i=1}^{n+1-k} v_i r_i^*}. \tag{6}$$

e. Proses *Smoothing*

Proses *smoothing* adalah cara yang terbaik untuk memperoleh hasil yang memuaskan dan menurun menuju nol. Proses *smoothing* umumnya dilakukan dengan dua cara; 1) menggunakan intuitif masing-masing aktuaris dan 2) menggunakan pendekatan regresi berdasarkan plot yang dibentuk dari hasil $\hat{\hat{m}}_k$. Nilai $\hat{\hat{m}}_k$yang telah dilakukan proses *smoothing* dinotasikan dengan $\hat{m}_k^*$.

f. Menentukan *Ultimate Loss Ratio* (ULR)

Setelah memperoleh hasil *smoothing* terhadap $\hat{\hat{m}}_k$ ($\hat{m}_k^*$), jumlahkan seluruh nilai ILR $\hat{m}_k^*$,

$$\hat{m}^* = \hat{m}_k^* + \cdots + \hat{m}_n^* + \hat{m}_{n+1}^*. \tag{7}$$

Menurut Mack (2006) bahwa nilai $\hat{m}^*$ pada *paid claims data* dan *incurred claims data* haruslah memiliki nilai yang sama ($\hat{m}_{paid}^* = \hat{m}_{incurred}^*$) dan untuk *incurred data* asumsikan $\hat{m}_{n+1}^* = 0$, akibatnya diperoleh,

$$\hat{m}_{n+1}^{*paid} = \hat{m}^{*incurred} - (\hat{m}_k^{*paid} + \cdots + \hat{m}_n^{*paid}) \tag{8}$$

pada akhirnya akan diperoleh *a priori estimation* $\hat{q}_i = r_i^* m^*$ untuk periode ULR ke-*i*. Hasil *Ultimate Loss Ratio* dipergunakan untuk memperoleh nilai *Ultimate Loss* yang ditentukan dengan perumusan berikut,

$$\hat{U}_i = v_i r_i^* m^* \tag{9}$$

Estimasi *Development Pattern* Bornhuetter-Ferguson

Setelah mengetahui estimasi U_i, tahap selanjutnya yang dilakukan yaitu memperkirakan naik atau menurunnya pola jumlah klaim di periode yang akan datang (*development pattern*). Berdasarkan perumusan penentuan estimasi cadangan klaim dengan metode Bornhuetter-Ferguson, diperoleh:

$$\hat{z}_{n+1-i} = 1 - \frac{\hat{R}_i}{\hat{U}_i} = \frac{\hat{U}_i - \hat{R}_i}{\hat{U}_i} \approx \frac{C_{i,n+1-i}}{\hat{U}_i}, \tag{10}$$

Namun, cara ini tidak mungkin untuk diterapkan pada setiap i, karena akan dapat mengakibatkan pola $\hat{z}_1, \hat{z}_2, \dots..$ tidak sesuai. Oleh karena itu, rumus (10) diubah kedalam bentuk sebagai berikut:

$$\hat{z}_k = \frac{\sum_{i=1}^{n+1-k} C_{ik}}{\sum_{i=1}^{n+1-k} \widehat{U}_i} \tag{11}$$

Agar tidak terjadinya inverse dalam hasil $\hat{z}_k$ yaitu $\hat{z}_k > \hat{z}_{k+1}$ pergunakan perumusan

$$\widehat{\gamma}_k = \frac{\sum_{i=1}^{n+1-k} S_{ik}}{\sum_{i=1}^{n+1-k} \widehat{U}_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n+1-k} S_{ik}}{\sum_{i=1}^{n+1-k} v_i r_i^* m_i^*} = \frac{\widehat{\widehat{m}}_k}{\widehat{m}^*} \tag{12}$$

$\hat{z}_k$ diperoleh dengan cara menjumlahkan $\hat{\gamma}_k$ yang dinyatakan dalam perumusan berikut

$$\hat{z}_k = \hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_2 + \cdots + \hat{\gamma}_k \tag{13}$$

dengan $\hat{z}_{n+1} = 1$.

Karena $\hat{z}_k$ telah diperoleh, hal selanjutnya yang dilakukan yaitu mensubtitusikan nilai-nilai $\hat{z}_k$ dan $\widehat{U}_i$ kedalam perumusan (1). ~~dan~~ Total keseluruhan cadangan klaim ditentukkan menggunakan perumusan:

$$R^{BF} = \hat{R}_1^{BF} + \cdots + \hat{R}_n^{BF}.$$

Prediksi Error Cadangan Klaim Tahunan Bornhuetter-Ferguson

Salah satu alat ukur keakuratan hasil prediksi adalah *prediction error* yang merupakan akar dari *mean square error of prediction* (MSEP). *Mean square error of prediction* pada estimasi cadangan klaim dapat diaproksimasikan dengan perumusan berikut:

$$msep(\hat{R}_i) = E\left(\left(\hat{R}_i^{BF} - R_i\right)^2\right) = Var\left(\hat{R}_i^{BF} - R_i\right) + \left(E\left(\hat{R}_i^{BF}\right) - E(R_i)\right)^2$$
$$= Var\left(\hat{R}_i^{BF}\right) + Var(R_i) \tag{14}$$

Untuk memperoleh nilai $Var(R_i)$ dan $Var\left(\hat{R}_i^{BF}\right)$ digunakan perhitungan berikut,

$$\widehat{Var}(R_i) = \widehat{U}_i\left(s_{n+2-i}^{2*} + \cdots + s_{n+1}^{2*}\right) \tag{15}$$

dan

$$Var\left(\hat{R}_i^{BF}\right) = \left(E\left(\widehat{U}_i\right)\right)^2 Var(\hat{z}_{n+1-i}^*) + Var\left(\widehat{U}_i\right) Var(\hat{z}_{n+1-i}^*) + Var\left(\widehat{U}_i\right)\left(1 - E(\hat{z}_{n+1-i}^*)\right)^2$$

$$Var\left(\hat{R}_i^{BF}\right) = \left(x_i^2 + Var\left(\widehat{U}_i\right)\right) Var(\hat{z}_{n+1-i}^*) + Var\left(\widehat{U}_i\right)(1 - \hat{z}_{n+1-i}^*)^2 \tag{16}$$

Menurut Mack (2008) bahwasannya *Standard Error* $s.e.(\widehat{U}_i)$ merupakan estimasi untuk $\sqrt{Var(\widehat{U}_i)}$, yang didefinisikan sebagai berikut,

$$(s.e.(\widehat{U}_i))^2 = \frac{v_i}{n-1}\sum_{j=1}^{n} v_j \left(\frac{\widehat{U}_j}{v_j} - \hat{q}\right)^2 \; dengan \; \hat{q} = \frac{\sum_{j=1}^{n} \widehat{U}_j}{\sum_{j=1}^{n} v_j}. \tag{17}$$

Akan tetapi, apabila terdapat *premium cycle,* sebaiknya menyiasatinya menggunakan

$$c.v.\left(\widehat{U}_i\right) = \frac{s.e.(\widehat{U}_i)}{\widehat{U}_i} = \frac{\sqrt{(s.e.(\hat{\gamma}_1^*))^2 + \cdots + (s.e.(\hat{\gamma}_{n+1}^*))^2}}{\hat{\gamma}_1^* + \cdots + \hat{\gamma}_{n+1}^*} \tag{18}$$

Nilai $Var(\hat{z}^*_{n+1-i})$ diperoleh menggunakan perumusan,

$$\left(s.e.(\hat{z}^*_k)\right)^2 = \min\left(\left(s.e.(\hat{\gamma}^*_1)\right)^2 + \cdots + \left(s.e.(\hat{\gamma}^*_k)\right)^2, \left(s.e.(\hat{\gamma}^*_{k+1})\right)^2 + \cdots + \left(s.e.(\hat{\gamma}^*_{n+1})\right)^2\right) \quad (19)$$

dengan,

$$(s.e.(\hat{\gamma}^*_k))^2 = \frac{s_k^{2*}}{\sum_{j=1}^{n+1-k} \hat{U}_j}, untuk\ 1 \le k \le n. \quad (20)$$

dimana,

$$\hat{s}_k^2 = \frac{1}{n-k} \sum_{i=1}^{n+1-k} \frac{(S_{i,k} - x_i \hat{\gamma}_k)^2}{x_i}, untuk\ \ 1 \le k \le n-1 \quad (21)$$

prediction of error dinyatakan dengan perumusan berikut

$$PE\left(\hat{R}_i^{BF}\right) = \sqrt{msep\left(\hat{R}_i^{BF}\right)} \quad (22)$$

dan dalam persentase dinyatakan dengan

$$\%PE\left(\hat{R}_i^{BF}\right) = \frac{PE\left(\hat{R}_i^{BF}\right)}{\hat{R}_i^{BF}} * 100\% \quad (23)$$

Prediksi Error Total Cadangan Klaim Bornhuetter-Ferguson

Untuk cadangan total $R = R_1 + \cdots + R_n$ dan merupakan taksiran yang tak bias dari $R^{BF} = \hat{R}_1^{BF} + \cdots + \hat{R}_n^{BF}$, maka *mean squared error of prediction*-nya adalah

$$msep\left(\hat{R}^{BF}\right) = Var\left(\hat{R}^{BF}\right) + Var(R\quad) \quad (24)$$

dengan

$$\hat{V}ar(R) = \sum_{i=1}^{n} \hat{U}_i \left(s_{n+2-i}^{2*} + \cdots + s_{n+1}^{2*}\right) \quad (25)$$

dan

$$Var(\hat{R}^{BF}) = \sum_{i=1}^{n} Var(\hat{R}_i^{BF}) + 2\sum_{i<j} Cov(\hat{R}_i^{BF}, \hat{R}_j^{BF}) \quad (26)$$

Untuk $Cov\left(\hat{R}_i^{BF}, \hat{R}_j^{BF}\right) = Cov\left(\hat{U}_i(1 - \hat{z}^*{}_{n+1-i}), \hat{U}_j\left(1 - \hat{z}^*{}_{n+1-j}\right)\right)$ dapat diperoleh dengan

$$Cov\left(\hat{U}_i(1 - \hat{z}^*{}_{n+1-i}), \hat{U}_j\left(1 - \hat{z}^*{}_{n+1-j}\right)\right)$$
$$= \rho_{ij}^U \sqrt{Var\left(\hat{U}_i\right)Var\left(\hat{U}_j\right)} E(1 - \hat{z}^*{}_{n+1-i}) E\left(1 - \hat{z}^*{}_{n+1-j}\right)$$
$$+ \rho_{ij}^z \sqrt{Var(1 - \hat{z}^*{}_{n+1-i}) Var\left(, 1 - \hat{z}^*{}_{n+1-j}\right)} E\left(\hat{U}_i\right)E\left(\hat{U}_j\right)$$

Menurut Mack (2008) nilai $\hat{\rho}_{ij}^U$ dan $\hat{\rho}_{ij}^z$ diperoleh dari hasil kalkulasi

$$\hat{\rho}_{ij}^U = \frac{1}{1 + |i-j|} \quad (28)$$

dan

$$\hat{\rho}_{ij}^{Z} = \frac{1-\hat{z}^{*}{}_{n+1-j}(1-\hat{z}^{*}{}_{n+1-i})}{1-\hat{z}^{*}{}_{n+1-i}(1-\hat{z}^{*}{}_{n+1-j})}\ , untuk\ i < j\ dan\ \hat{z}^{*}{}_{1} \leq \cdots \leq \hat{z}^{*}{}_{n+1} \tag{29}$$

Hasil akhir dari $Cov\left(\hat{R}_i^{BF}, \hat{R}_j^{BF}\right)$ diestimasikan dengan persamaan

$$\begin{aligned}\hat{C}ov\left(\hat{R}_i^{BF}, \hat{R}_j^{BF}\right) &= \hat{\rho}_{ij}^{U} s.e.\left(\widehat{U}_i\right) s.e.\left(\widehat{U}_j\right)\left(1-\hat{z}^{*}{}_{n+1-i}\right)\left(1-\hat{z}^{*}{}_{n+1-j}\right) \\ &+ \hat{\rho}_{ij}^{Z} s.e.\left(1-\hat{z}^{*}{}_{n+1-i}\right) s.e.\left(1-\hat{z}^{*}{}_{n+1-j}\right)\left(\widehat{U}_i\right)\left(\widehat{U}_j\right).\end{aligned} \tag{30}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengolahan data yang diperoleh dengan menggunakan bantuan Microsoft Excel 2010, diperoleh hasil cadangan klaim untuk metode Bornhuetter-Ferguson, kasus Paid Claims Data dan Incurred Claims Data disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil cadangan klaim R_i^{BF} untuk *Paid Claims Data* dan *Incurred Claims Data*

$R_i^{BF\ Paid}$	$R_i^{BF\ Incurred}$
158.5783	0
138.816	1.284985
146.256	3.437631
164.2521	7.47681
167.5543	13.29054
167.7737	21.90002
157.9622	32.65937
168.4744	53.55023
163.1189	77.68472
119.5199	83.33875

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, kesimpulan yang diperoleh bahwa besar total cadangan klaim untu periode 10 tahun kedepan sebesar 1483.7061 untuk USD 10.000 untuk *Paid Claims Data* dan sebesar 294.6231 dalam USD 10.000 untuk *Incurred Claims Data* dengan *prediction error* bagi masing-masing total *paid claims data* dan *incurred claims data* sebesar 1% dan 7% sehingga disimpulkan bahwa akurasi peramalan cadangan klaim termasuk ke dalam kategori sangat baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Mack, Thomas and Re, Munich. (2006) *Parameter Estimation for Bornhuetter/Ferguson*. Casualty Actuarial Society Forum Fall 2006, 141-157.

[2] Mack, Thomas. (2008) *The Prediction Error of Bornhuetter/Ferguson*.Astin Bulletin, 38,87-103.

[3] Verral, R. J. (2004) *A Bayesian Generalized Linier Model for The Bornhuetter-Ferguson Method of Claims Reserving*. North American Actuarial Journal, 8, 67-89.