

---

---

## ESTIMASI CADANGAN KLAIM MENGGUNAKAN METODE DETERMINISTIK DAN STOKASTIK

Yuciana Wilandari<sup>1</sup>, Gunardi<sup>2</sup>, Adhitya Ronnie Effendie<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

<sup>2,3</sup> Departemen Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada

Email: [yuciana.wilandari@gmail.com](mailto:yuciana.wilandari@gmail.com)

### ABSTRACT

The estimated of claims reserve has a very important in insurance companies, because it is the company's liability to policyholders in the future and can also result in the bankruptcy of the insurance company. In general, there are two methods for calculating claims reserves are the deterministic method (Chain Ladder and Bornhuetter Ferguson) and the stochastic method (Bengtander Hovinen and Cape Cod). This article compares the two methods and determines the best method. Using the claim payments data that have been paid by an insurance company in Indonesia, the best method is the Bengtander Hovinen method.

**Kata Kunci:** Claim Reserve, Deterministic Method, Stochastic Method

### PENDAHULUAN

Setiap perusahaan asuransi umum harus menyiapkan dana kompensasi dari pemegang polis untuk klaim yang sudah terjadi. Penyelesaian klaim biasanya tidak dilakukan dengan segera. Hal ini disebabkan oleh beberapa alasan, yaitu terdapat 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 [1]. Penyelesaian klaim yang tidak dilakukan dengan segera akan mengakibatkan adanya hutang pada perusahaan asuransi. Perusahaan dapat mengatasi masalah hutang klaim tersebut dengan mempersiapkan dana yang khusus digunakan untuk membayar hutang klaim. Dana yang dipersiapkan dinamakan dengan cadangan klaim.

Penghitungan yang tepat dari total klaim yang terjadi, yang terdiri dari klaim yang telah dibayar dan cadangan klaim, perlu dilakukan sebagai dasar dari pembuatan tarif untuk periode yang akan datang. Besarnya cadangan klaim pada umumnya berdasarkan suatu perkiraan (estimasi). Estimasi cadangan klaim mempunyai peranan yang sangat penting dalam perusahaan asuransi, karena merupakan kewajiban perusahaan terhadap pemegang polis di masa depan dan juga dapat mengakibatkan kebangkrutan perusahaan asuransi apabila estimasinya buruk.

Ada banyak metode statistik untuk menghitung cadangan klaim. Secara umum, ada dua pendekatan berbeda untuk mengestimasi cadangan klaim, yaitu metode deterministik dan stokastik. Metode deterministik terdiri dari metode Chain Ladder (CL) [2] dan metode Bornhuetter Ferguson (BF) [3]. Metode ini banyak diterapkan dalam praktik karena sederhana dan memberikan hasil yang

akurat [1]. Metode stokastik terbagi menjadi dua, yaitu *frequentist* dan Bayesian. Metode Benktander Hovinen (BH) dan Cape-Cod (CC) [4,5,6] adalah metode Bayesian [1]. Pada dasarnya dua metode ini merupakan kombinasi dari metode CL dan metode BF.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan estimasi cadangan klaim dengan menggunakan metode deterministik (CL dan BF) dan metode stokastik (BH dan CC), serta menentukan metode mana yang terbaik. Metode terbaik dipilih menggunakan *Mean Square Error of Predictions* (MSEP), yang memberikan nilai MSEP terkecil.

*Cadangan Klaim dan Segitiga Run Off*

Setiap perusahaan asuransi umum harus menyiapkan dana kompensasi dari pemegang polis untuk klaim yang sudah terjadi. Pada beberapa jenis asuransi, terkadang pembayaran klaim dilakukan lebih dari satu kali dan membutuhkan waktu yang terhitung cukup lama dari saat terjadinya klaim. Hal itu disebabkan oleh beberapa alasan, antara lain terdapat penundaan pelaporan klaim atau adanya selisih waktu antara kejadian klaim dan pelaporan klaim, serta 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 [1]. Oleh karena adanya rentang waktu antara saat klaim dilaporkan sampai pembayaran klaim diselesaikan mengakibatkan munculnya hutang klaim pada perusahaan asuransi. Perusahaan dapat mengatasi masalah hutang klaim tersebut dengan mempersiapkan dana yang khusus digunakan untuk membayar hutang klaim. Dana yang dipersiapkan untuk membayar

hutang klaim dikenal dengan istilah cadangan klaim.

Segitiga *run-off* merupakan teknik yang digunakan untuk menaksir cadangan kerugian atau cadangan klaim [7]. Teknik segitiga *run-off* sering digunakan dalam bidang asuransi, khususnya digunakan dalam asuransi umum kelas *long tailed business*. Segitiga *run-off* memuat gambaran klaim keseluruhan (*aggregate*), dan merupakan ringkasan dari data klaim-klaim individu.

Segitiga *run-off* agregat berisi periode kejadian, periode perkembangan, dan besar pembayaran klaim. Periode kejadian klaim adalah suatu periode ketika terjadi resiko pada seseorang pemegang polis yang mengakibatkan klaim. Periode perkembangan adalah suatu periode ketika klaim tersebut telah dibayarkan oleh perusahaan asuransi kepada pemegang polis.

Misalkan  $X_{i,j}$  dengan  $i \in \{1,2,\dots,I\}$  dan  $j \in \{1,2,\dots,J\}$  adalah suatu variabel random yang menyatakan besar pembayaran klaim terjadi pada periode kejadian ke- $i$  dan dibayarkan pada periode perkembangan ke- $j$ . Variabel random  $X_{i,j}$  adalah klaim *incremental* yang terobservasi saat  $i + j \leq I$  dan tidak terobservasi saat  $i + j > I$ . Segitiga *run-off* agregat *incremental* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Segitiga *Run-off* Agregat *Incremental*

| Periode Kejadian | Periode Perkembangan |                 |     |                   |     |                     |                   |
|------------------|----------------------|-----------------|-----|-------------------|-----|---------------------|-------------------|
|                  | 1                    | 2               | ... | $j$               | ... | $J-1$               | $J$               |
| 1                | $X_{1,1}$            | $X_{1,2}$       | ... | $X_{1,j}$         | ... | $X_{1,J-1}$         | $X_{1,J}$         |
| 2                | $X_{2,1}$            | $X_{2,2}$       | ... | $X_{2,j}$         | ... | $X_{2,J-1}$         | $\hat{X}_{2,J}$   |
| ⋮                | ⋮                    | ⋮               | ⋮   | ⋮                 | ⋮   | ⋮                   | ⋮                 |
| $i$              | $X_{i,1}$            | $X_{i,2}$       | ... | $X_{i,j}$         | ... | $\hat{X}_{i,J-1}$   | $\hat{X}_{i,J}$   |
| ⋮                | ⋮                    | ⋮               | ⋮   | ⋮                 | ⋮   | ⋮                   | ⋮                 |
| $I-1$            | $X_{I-1,1}$          | $X_{I-1,2}$     | ... | $\hat{X}_{I-1,j}$ | ... | $\hat{X}_{I-1,J-1}$ | $\hat{X}_{I-1,J}$ |
| $I$              | $X_{I,1}$            | $\hat{X}_{I,2}$ | ... | $\hat{X}_{I,j}$   | ... | $\hat{X}_{I,J-1}$   | $\hat{X}_{I,J}$   |

Berdasarkan Tabel 1, sel-sel  $X_{i,j}$  yang berada pada segitiga atas dan berwarna putih menunjukkan data segitiga *run-off*,

sedangkan sel-sel  $\hat{X}_{i,j}$  yang berada pada segitiga bawah dan berwarna abu-abu merupakan *future triangle data*.

*Metode Deterministik: Metode Chain Ladder (CL)*

Salah satu metode dengan data agregat yang paling banyak digunakan untuk mengestimasi cadangan klaim adalah metode *Chain Ladder* yang diperkenalkan oleh Mack [2]. Tahap awal metode ini adalah membentuk segitiga *run-off* agregat kumulatif yang dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan

$$C_{i,j} = \sum_{j=1}^n X_{i,j}. \tag{1}$$

dengan  $i \in \{1, 2, \dots, n\}$  dan  $j \in \{1, 2, \dots, n\}$ . Variabel random  $C_{i,j}$  menyatakan total besar klaim pada periode kejadian ke- $i$  dan dibayar sampai dengan periode perkembangan ke- $j$ .

Untuk mengestimasi  $\hat{C}_{i,j}$  yang merupakan total besar klaim yang akan datang dilakukan perhitungan faktor perkembangan terlebih dahulu. Berdasarkan [1] faktor perkembangan CL  $f_j, j = 0, \dots, J - 1$ , ditimasi dengan

$$\begin{aligned} \hat{f}_j &= \frac{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j}} \\ &= \sum_{i=0}^{I-j-1} \frac{C_{i,j}}{\sum_{k=0}^{I-j-1} C_{k,j}} \frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}} \end{aligned} \tag{2}$$

dan estimator CL diberikan oleh

$$\hat{C}_{i,j}^{CL} = C_{i,I-i} \hat{f}_{I-i}, \dots, \hat{f}_{j-i}. \tag{3}$$

untuk  $i + j > I$ .

Selanjutnya dapat diperoleh total klaim untuk periode kejadian- $i$  dengan persamaan

$$\hat{R}_i^{CL} = \hat{C}_{i,j}^{CL} - C_{i,j-1}. \tag{4}$$

Dengan demikian, diperoleh total klaim yang akan datang adalah

$$\hat{R}^{CL} = \sum \hat{R}_i^{CL}. \tag{5}$$

*Metode Bornhuetter Ferguson (BF)*

Metode ini dikenalkan oleh Bornhuetter dan Ferguson (1972) dalam

sebuah artikel yang terkenal disebut 'The Actuary and IBNR ' [3]. Menurut [1], estimator cadangan klaim BF diperoleh dengan

$$\hat{C}_{i,j}^{BF} = C_{i,I-i} + \left( 1 - \left( \frac{1}{\prod_{j=I-i}^{j-1} \hat{f}_j} \right) \right) \hat{\mu}_i \tag{6}$$

untuk  $1 \leq i \leq I$ , di mana  $\hat{f}_j$  adalah faktor perkembangan dan  $\hat{\mu}_i$  adalah estimasi prior untuk ekspektasi klaim  $E[C_{i,j}]$ .

*Metode Stokastik: Metode Benktander-Hovinen (BH)*

Metode ini diperkenalkan oleh Benktander (1976) dan Hovinen (1981) [4,5]. Ditentukan tahun kejadian  $i \geq 1$ , diasumsikan bahwa dipunyai estimasi prior  $\mu_i$  untuk  $E[C_{i,j}]$  dan pola perkembangan klaim  $(\beta_j)_{0 \leq j \leq J}$  dengan  $E[C_{i,j}] = \mu_i \beta_j$  diketahui.

Ketika metode BF mengabaikan pengamatan  $C_{i,I-i}$  pada diagonal terakhir yang diamati dan metode CL mengabaikan estimasi prior  $\mu_i$ , dapat dipertimbangkan *mixed* kredibilitas dua metode ini (Persamaan (3) dan Persamaan (6)). Untuk  $c \in [0,1]$ , didefinisikan *mixed* kredibilitas berikut

$$u_i(c) = c \hat{C}_{i,j}^{CL} + (1 - c) \mu_i \tag{7}$$

untuk  $1 \leq i \leq I$  dengan  $\hat{C}_{i,j}^{CL}$  estimasi CL untuk klaim *ultimate* dan  $\mu_i$  estimasi prior untuk klaim *ultimate*. Parameter  $c$  harus meningkatkan perkembangan  $C_{i,j}$ . Benktander (1976) mengusulkan memilih  $c = \beta_{i,I-i}$ .

Diberikan estimator BH berikut ini

$$\hat{C}_{i,j}^{BH} = C_{i,I-i} + (1 - \beta_{I-i}) (\beta_{I-i} \hat{C}_{i,j}^{CL} + (1 - \beta_{I-i}) \mu_i) \tag{8}$$

untuk  $1 \leq i \leq I$ .

Pola perkembangan  $(\beta_j)_{0 \leq j \leq J}$  diidentifikasi dengan faktor

perkembangan CL  $(f_j)_{0 \leq j \leq J}$ . Selanjutnya diidentifikasi

$$\beta_j = \prod_{k=j}^{J-1} f_k^{-1} \quad (9)$$

Karena pola perkembangan  $\beta_j$  diketahui, maka digunakan Persamaan (9) faktor CL diketahui, sehingga menyebabkan

$$\hat{f}_j = f_j$$

untuk  $0 \leq j \leq J-1$ . Maka Persamaan (8) dapat ditulis dalam bentuk berikut

$$\begin{aligned} \hat{C}_{i,J}^{BH} &= \beta_{I-i} \hat{C}_{i,J}^{CL} + (1 - \beta_{I-i}) \hat{C}_{i,J}^{BF} \\ &= C_{i,I-i} + (1 - \beta_{I-i}) \hat{C}_{i,J}^{BF} \end{aligned} \quad (10)$$

#### Metode Cape-Cod (CC)

Satu kekurangan utama dari model CL adalah klaim *ultimate* sepenuhnya tergantung pada observasi terakhir pada diagonal. Jika observasi terakhir *outlier*, maka *outlier* ini terproyeksi pada klaim *ultimate* (digunakan estimasi faktor perkembangan  $\hat{f}_j$ ). Apalagi, dalam *long tailed of business* (seperti kewajiban asuransi) observasi pertama sering tidak terwakili. Satu kemungkinan adalah penghalusan *outlier* pada observasi terakhir pada diagonal, yaitu mengkombinasikan metode BF dan CL, seperti dalam metode BH [1]. Kemungkinan yang lain membuat sedemikian sehingga diagonal lebih *robust*. Ini dikerjakan di metode Cape-Cod, yang dikenalkan Buhlmann (1983).

Diketahui asumsi Metode Cape-Cod sebagai berikut:

- Klaim kumulatif dari periode kejadian yang berbeda adalah independen.
- Terdapat parameter premi yang diterima untuk periode kejadian dan rasio rata-rata kerugian masing-masing lebih besar dari 0 serta pola perkembangan klaim dengan perkembangan klaim terakhir adalah 1, sedemikian sehingga ekspektasi dari klaim kumulatif adalah perkalian dari rasio rata-rata kerugian, parameter premi yang diterima untuk

periode kejadian dan perkembangan klaim.

Berdasarkan asumsi model Cape-Cod,  $\Pi_i$  dapat diinterpretasikan sebagai premi yang diterima untuk periode kejadian  $i$  dan  $\kappa$  menggambarkan rasio rata-rata kerugian. Diasumsikan  $\kappa$  independen dari periode kejadian  $i$ , yaitu tingkat premi *w.r.t.*  $\kappa$  adalah sama untuk semua periode kejadian. Berdasarkan Persamaan (9), dapat diestimasi untuk setiap periode kejadian, rasio kerugian  $\kappa$  menggunakan estimasi CL untuk klaim *ultimate*. Oleh karena itu

$$\hat{\kappa}_i = \frac{C_{i,I-i}}{\beta_{I-i} \Pi_i} \quad (11)$$

Ini adalah estimasi tak bias untuk  $\kappa$ , karena

$$\begin{aligned} E[\hat{\kappa}_i] &= \frac{1}{\Pi_i} E[\hat{C}_{i,J}^{CL}] \\ &= \frac{1}{\Pi_i \beta_{I-i}} E[C_{i,I-i}] \\ &= \frac{1}{\Pi_i} E[C_{i,J}] = \kappa \end{aligned}$$

Rasio kerugian yang *robust* secara keseluruhan diestimasi dengan

$$\begin{aligned} \hat{\kappa}^{CC} &= \sum_{i=0}^I \frac{\beta_{I-i} \Pi_i}{\sum_{k=0}^I \beta_{I-k} \Pi_k} \hat{\kappa}_i \\ &= \frac{\sum_{i=0}^I C_{i,I-i}}{\sum_{i=0}^I \beta_{I-i} \Pi_i} \end{aligned} \quad (12)$$

$\hat{\kappa}^{CC}$  adalah estimator tak bias untuk  $\kappa$ .

Nilai *robusted* untuk  $C_{i,I-i}$  diberikan oleh

$$\hat{C}_{i,I-i}^{CC} = \hat{\kappa}^{CC} \Pi_i \beta_{I-i}$$

Diberikan estimator Cape-Cod berikut

$$\hat{C}_{i,J}^{CC} = C_{i,I-i} - \hat{C}_{i,I-i}^{CC} + \prod_{j=I-i}^{J-1} f_j \hat{C}_{i,I-i}^{CC}, \quad (13)$$

untuk  $1 \leq i \leq I$

Berdasarkan asumsi metode Cape-Cod dan Persamaan (9), estimator  $\hat{C}_{i,J}^{CC} - \hat{C}_{i,I-i}$  adalah tak bias untuk

$$E[C_{i,J} - C_{i,I-i}] = \kappa \Pi_i (1 - \beta_{I-i}).$$

Dalam metode Cape-Cod, iterasi CL diaplikasikan pada nilai diagonal *robusted*  $\hat{C}_{i,I-i}^{CC}$ , tetapi untuk menghitung klaim *ultimate* masih perlu ditambahkan

perbedaan antara observasi diagonal  $C_{i,I-i}$  dan nilai diagonal *robusted*.

Jika estimator Cape-Cod dimodifikasi, maka diperoleh

$$\hat{C}_{i,J}^{CC} = C_{i,I-i} + (1 - \beta_{I-i})\hat{\kappa}^{CC}\Pi_i \quad (14)$$

dengan estimator tipe BF dimodifikasi estimasi prior  $\hat{\kappa}^{CC}\Pi_i$

*Pemilihan Model Terbaik*

Pemilihan metode terbaik dilakukan dengan menggunakan *Mean Square Error of Predictions* (MSEP). Metode terbaik adalah metode yang memberikan nilai MSEP terkecil. Berikut adalah MSEP dari masing-masing metode [1,6]:

1. Metode Chain Ladder

$$\begin{aligned} msep_{C_{i,J}+C_{k,J}|D_I}(\hat{C}_{i,J}^{CL} + \hat{C}_{k,J}^{CL}) \\ = Var(C_{i,J} + C_{k,J}|D_I) \\ + (\hat{C}_{i,J}^{CL} + \hat{C}_{k,J}^{CL} - E[C_{i,J} + C_{k,J}|D_I])^2 \end{aligned}$$

2. Metode Bornhuetter Ferguson

$$\begin{aligned} msep_{C_{i,J}+C_{k,J}|D_I}(\hat{C}_{i,J}^{BF} + \hat{C}_{k,J}^{BF}) \\ = E[(C_{i,J} + C_{k,J} - \hat{C}_{i,J}^{BF} + \hat{C}_{k,J}^{BF})^2 | D_I] \end{aligned}$$

3. Metode Benktander-Hovinen

$$\begin{aligned} msep_{C_{i,J}|D_I}(\hat{C}_{i,J}^{BH}) \\ = E[(C_{i,J} - \hat{C}_{i,J}^{BH})^2 | D_I] \end{aligned}$$

4. Metode Cape-Cod

$$\begin{aligned} msep_{C_{i,J}|D_I}(\hat{C}_{i,J}^{CC}) \\ = E[(C_{i,J} - \hat{C}_{i,J}^{CC})^2 | D_I] \end{aligned}$$

**METODOLOGI PENELITIAN**

Data yang digunakan adalah data sekunder yang terdiri dari data besar pembayaran klaim yang telah dibayarkan perusahaan asuransi kepada pemegang polis. Data berasal dari salah satu perusahaan asuransi di Indonesia dari bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2014.

Langkah-langkah dalam mengestimasi cadangan klaim adalah:

1. Menyajikan data dalam bentuk segitiga *run-off* agregat *incremental* seperti pada Tabel 1.
2. Menyajikan data dalam bentuk segitiga *run-off* agregat kumulatif
3. Menghitung estimasi cadangan klaim masing-masing metode, yaitu CL, BF, BH dan CC menggunakan masing-masing Persamaan (3), Persamaan (6), Persamaan (10) dan Persamaan (14).
4. Menghitung *Mean Square Error of Predictions* (MSEP) masing-masing metode.
5. Menentukan metode terbaik berdasarkan nilai MSEP terkecil.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan software R.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Langkah awal penghitungan estimasi cadangan klaim adalah menyajikan data besar pembayaran klaim yang telah dibayarkan perusahaan asuransi kepada pemegang polis dalam bentuk segitiga *run-off* agregat *incremental*. Berikut ini adalah data klaim asuransi untuk periode kejadian  $i \in \{1,2,\dots,12\}$  dan periode perkembangan  $j \in \{1,2,\dots,12\}$ .

**Tabel 2.** Data Segitiga *Run-off* Agregat *Incremental* (dalam Ribuan)

| Periode Kejadian | Periode Perkembangan |        |        |        |       |       |       |       |       |     |     |     |
|------------------|----------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|
|                  | 1                    | 2      | 3      | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10  | 11  | 12  |
| 1                | 15.770               | 13.613 | 13.126 | 13.514 | 9.614 | 7.150 | 5.192 | 3.545 | 2.015 | 873 | 406 | 129 |
| 2                | 15.632               | 13.916 | 13.357 | 13.293 | 9.410 | 6.994 | 5.125 | 3.527 | 2.168 | 996 | 457 |     |
| 3                | 15.732               | 13.663 | 13.268 | 13.304 | 9.426 | 6.835 | 4.944 | 3.400 | 2.061 | 876 |     |     |
| 4                | 16.420               | 13.858 | 13.370 | 13.440 | 9.507 | 7.012 | 5.060 | 3.431 | 2.023 |     |     |     |
| 5                | 16.016               | 13.487 | 13.348 | 13.215 | 9.555 | 7.054 | 5.073 | 3.429 |       |     |     |     |
| 6                | 16.392               | 13.679 | 13.011 | 13.284 | 9.394 | 6.808 | 4.821 |       |       |     |     |     |
| 7                | 16.221               | 13.763 | 13.206 | 13.496 | 9.544 | 7.013 |       |       |       |     |     |     |
| 8                | 15.946               | 13.471 | 12.600 | 12.805 | 9.266 |       |       |       |       |     |     |     |
| 9                | 15.984               | 13.449 | 13.167 | 13.100 |       |       |       |       |       |     |     |     |
| 10               | 15.553               | 13.092 | 13.022 |        |       |       |       |       |       |     |     |     |
| 11               | 16.565               | 13.584 |        |        |       |       |       |       |       |     |     |     |
| 12               | 15.658               |        |        |        |       |       |       |       |       |     |     |     |

Menggunakan Persamaan (1) data pada Tabel 2 diubah menjadi data segitiga *run-off* agregat kumulatif.

Selanjutnya akan dilakukan menghitung estimasi cadangan klaim menggunakan metode Chain Ladder (CL).

Pertama kali dihitung estimasi faktor perkembangan. Estimasi faktor perkembangan menggunakan Persamaan (2). Berikut ini adalah hasil estimasi faktor perkembangan  $\hat{f}_j$  untuk  $j = 1, 2, \dots, 11$ .

**Tabel 3.** Estimasi Faktor Perkembangan

| $j$ | $\hat{f}_j$ |
|-----|-------------|
| 1   | 1,84875     |
| 2   | 1,44469     |
| 3   | 1,30989     |
| 4   | 1,16855     |
| 5   | 1,10606     |
| 6   | 1,06923     |
| 7   | 1,04452     |
| 8   | 1,02540     |
| 9   | 1,01100     |
| 10  | 1,00511     |
| 11  | 1,00152     |

Berikutnya adalah menghitung estimasi cadangan klaim menggunakan Persamaan (3). Hasilnya disajikan pada Tabel 4. Sedangkan dengan menggunakan Persamaan (4) dan (5) diperoleh estimasi cadangan klaim per periode perkembangan ( $i$ ) dan total estimasi cadangan klaim.

**Tabel 4.** Estimasi Cadangan Klaim *Incremental* (dalam Ribuan)

| Periode Kejadian | Periode Perkembangan |   |   |   |   |   |   |   |   |        |        | 12     |       |       |
|------------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|--------|--------|-------|-------|
|                  | 1                    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10     | 11     |        |       |       |
| 1                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |        |        |        |       |       |
| 2                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |        |        |        |       | 427   |
| 3                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |        |        |        |       | 925   |
| 4                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |        |        |        |       | 435   |
| 5                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   | 2.062  | 916    | 430    |       | 12    |
| 6                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   | 3.445  | 2.054  | 912    | 429   | 13    |
| 7                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   | 5.070  | 3.486  | 2.078  | 923   | 434   |
| 8                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   | 6.797  | 4.907  | 3.374  | 2.011 | 893   |
| 9                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   | 9.388  | 6.903  | 4.984  | 3.427 | 2.043 |
| 10               |                      |   |   |   |   |   |   |   |   | 12.912 | 9.199  | 6.764  | 4.883 | 3.358 |
| 11               |                      |   |   |   |   |   |   |   |   | 13.407 | 13.498 | 9.617  | 7.071 | 5.105 |
| 12               |                      |   |   |   |   |   |   |   |   | 13.289 | 12.873 | 12.960 | 9.233 | 6.789 |

Dari Tabel 4 terlihat bahwa perusahaan asuransi harus menyiapkan dana cadangan pada bulan Januari 2015 (periode perkembangan ke-12) untuk menyelesaikan klaim yang terjadi pada bulan Februari 2014 (periode kejadian ke-2) sebesar 129 ribu. Kemudian perusahaan asuransi harus menyiapkan dana cadangan pada bulan Januari 2015 (periode perkembangan ke-11) sebesar 427 ribu

dan pada bulan Februari 2015 (periode perkembangan ke-12) sebesar 128 ribu untuk menyelesaikan klaim yang terjadi pada bulan Maret 2014 (periode kejadian ke-3), dan seterusnya. Dengan menjumlahkan nilai-nilai sel pada Tabel 4, diperoleh total hasil estimasi cadangan klaim menggunakan metode CL sebesar 234.740 ribu, seperti terlihat pada Lampiran.

Selanjutnya dihitung estimasi cadangan klaim metode Bornhuetter Ferguson (BF), Benktander-Hovinen (BH) dan Cape-Cod (CC) menggunakan prior  $i$  ( $\mu_i$ ) dan  $\beta_i$  serta Persamaan (6), (10) dan (14) yang disajikan pada Tabel 5. Sehingga diperoleh estimasi cadangan klaim per periode perkembangan ( $i$ ) dan total estimasi cadangan klaim.

**Tabel 5.** Estimasi Prior  $\mu_i$  dan  $\beta_i$

| $i$ | $\mu_i$     | $\beta_i$ |
|-----|-------------|-----------|
| 1   | 101.691.010 | 1         |
| 2   | 100.573.270 | 0,99848   |
| 3   | 100.062.840 | 0,99340   |
| 4   | 100.063.410 | 0,98259   |
| 5   | 100.055.940 | 0,95825   |
| 6   | 110.403.630 | 0,91740   |
| 7   | 110.286.740 | 0,85801   |
| 8   | 109.958.540 | 0,77574   |
| 9   | 108.823.420 | 0,66384   |
| 10  | 106.369.260 | 0,50679   |
| 11  | 100.389.910 | 0,35080   |
| 12  | 109.819.230 | 0,18975   |

Tabel 6 menyajikan total estimasi cadangan klaim dari keempat metode, yaitu CL, BF, BH dan CC. Sedangkan untuk estimasi cadangan klaim per periode perkembangan ( $i$ ) dapat dilihat pada Lampiran. Pada Tabel tersebut terlihat bahwa nilai estimasi cadangan klaim yang paling besar adalah menggunakan metode BF, selanjutnya metode BH, lalu CL dan paling kecil adalah CC. Dari keempat

metode tersebut akan dicari mana metode yang terbaik dengan menggunakan MSEP.

**Tabel 6.** Total Estimasi Cadangan Klaim Metode Deterministik (CL, BF) dan Stokastik (BH, CC)

| Metode        |    | Total Estimasi Cadangan Klaim |
|---------------|----|-------------------------------|
| Deterministik | CL | 234.740.644                   |
|               | BF | 299.369.562                   |
| Stokastik     | BH | 269.529.499                   |
|               | CC | 117.501.512                   |

**Tabel 7.** Perbandingan MSEP Metode Deterministik (CL, BF) dan Stokastik (BH, CC)

| Metode        |    | MSEP      |
|---------------|----|-----------|
| Deterministik | CL | 2.373.472 |
|               | BF | 2.108.542 |
| Stokastik     | BH | 1.493.875 |
|               | CC | 1.875.864 |

Pada Tabel 7 terlihat bahwa nilai MSEP terkecil adalah pada metode BH yang merupakan salah satu dari metode stokastik. Jadi pada kasus ini metode BH adalah metode yang terbaik.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dengan kasus data pembayaran klaim asuransi dengan menggunakan metode deterministik yaitu CL dan BF serta metode stokastik, yaitu BH dan CC, diperoleh hasil bahwa metode terbaik adalah metode BH yang menghasilkan nilai MSEP terkecil. Metode BH ini merupakan salah satu dari metode stokastik dalam penghitungan estimasi cadangan klaim.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wuthrich MV and Merz M (2008). *Stochastic Claims Reserving Methods in Insurance* (England: John Wiley & Sons, Ltd).
- [2] Mack T (1993). Distribution-Free Calculation of the Standard Error of Chain Ladder Reserve Estimates *ASTIN Bulletin*, 23, 213-225.

- [3] Bornhuetter RL and Ferguson RE (1972). The Actuary and IBNR *Proc. of the Casualty Actuarial Society*, 59, 181-195.
- [4] Benktander G (1976). An Approach to Credibility in Calculating IBNR for Casualty Excess Reinsurance *The Actuarial Review*, 312.
- [5] Hovinen E (1981). Additive and Continuous IBNR *ASTIN Colloquium*.
- [6] Saluz, A (2015). Prediction Uncertainties in The Cape Cod Reserving Method. *Annals Actuarial Science*, 9, part 2, 239-263.
- [7] Mutaqin, A. K., Tampubolon, D. R. dan Darwis. S., 2008. *Run-Off Triangle Data dan Permasalahannya*, Statistika. Vol 8(1), 55-59.

**Lampiran**

Data Segitiga *Run-off* Agregat *Incremental* (dalam Ribuan) Metode CL pada Tabel 2

| Periode Kejadian | Periode Perkembangan |        |        |        |       |       |       |       |       |     |     |     |
|------------------|----------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|
|                  | 1                    | 2      | 3      | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10  | 11  | 12  |
| 1                | 15.770               | 13.613 | 13.126 | 13.514 | 9.614 | 7.150 | 5.192 | 3.545 | 2.015 | 873 | 406 | 129 |
| 2                | 15.632               | 13.916 | 13.357 | 13.293 | 9.410 | 6.994 | 5.125 | 3.527 | 2.168 | 996 | 457 |     |
| 3                | 15.732               | 13.663 | 13.268 | 13.304 | 9.426 | 6.835 | 4.944 | 3.400 | 2.061 | 876 |     |     |
| 4                | 16.420               | 13.858 | 13.370 | 13.440 | 9.507 | 7.012 | 5.060 | 3.431 | 2.023 |     |     |     |
| 5                | 16.016               | 13.487 | 13.348 | 13.215 | 9.555 | 7.064 | 5.073 | 3.429 |       |     |     |     |
| 6                | 16.392               | 13.679 | 13.011 | 13.284 | 9.394 | 6.808 | 4.821 |       |       |     |     |     |
| 7                | 16.221               | 13.763 | 13.206 | 13.496 | 9.544 | 7.013 |       |       |       |     |     |     |
| 8                | 15.946               | 13.471 | 12.600 | 12.805 | 9.266 |       |       |       |       |     |     |     |
| 9                | 15.984               | 13.449 | 13.167 | 13.100 |       |       |       |       |       |     |     |     |
| 10               | 15.553               | 13.092 | 13.022 |        |       |       |       |       |       |     |     |     |
| 11               | 16.565               | 13.584 |        |        |       |       |       |       |       |     |     |     |
| 12               | 15.658               |        |        |        |       |       |       |       |       |     |     |     |

Hasil Estimasi Cadangan Klaim *Incremental* (dalam Ribuan) Metode CL pada Tabel 4 dan Total Estimasi Cadangan Klaim

| Periode Kejadian | Periode Perkembangan |        |        |        |       |       |       |       |       |     |     |     | Jumlah  |        |
|------------------|----------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|---------|--------|
|                  | 1                    | 2      | 3      | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10  | 11  | 12  |         |        |
| 1                |                      |        |        |        |       |       |       |       |       |     |     |     |         |        |
| 2                |                      |        |        |        |       |       |       |       |       |     |     |     | 129     | 129    |
| 3                |                      |        |        |        |       |       |       |       |       |     |     | 427 | 128     | 555    |
| 4                |                      |        |        |        |       |       |       |       |       | 925 | 435 | 130 |         | 1.490  |
| 5                |                      |        |        |        |       |       |       |       | 2.062 | 916 | 430 | 129 |         | 3.537  |
| 6                |                      |        |        |        |       |       |       | 3.445 | 2.054 | 912 | 429 | 128 |         | 6.968  |
| 7                |                      |        |        |        |       |       | 5.070 | 3.486 | 2.078 | 923 | 434 | 130 |         | 12.121 |
| 8                |                      |        |        |        |       | 6.797 | 4.907 | 3.374 | 2.011 | 893 | 420 | 126 |         | 18.528 |
| 9                |                      |        |        |        | 9.388 | 6.903 | 4.984 | 3.427 | 2.043 | 907 | 426 | 128 |         | 28.205 |
| 10               |                      |        |        | 12.912 | 9.199 | 6.764 | 4.883 | 3.358 | 2.001 | 889 | 418 | 125 |         | 40.550 |
| 11               |                      |        | 13.407 | 13.498 | 9.617 | 7.071 | 5.105 | 3.510 | 2.092 | 929 | 437 | 131 |         | 55.796 |
| 12               |                      | 13.289 | 12.873 | 12.960 | 9.233 | 6.789 | 4.901 | 3.370 | 2.009 | 892 | 419 | 125 |         | 66.861 |
| Total            |                      |        |        |        |       |       |       |       |       |     |     |     | 234.740 |        |

Estimasi Cadangan Klaim per Periode Kejadian (*i*) Metode Deterministik (CL, BF) dan Stokastik (BH, CC)

| <i>i</i> | Metode Deterministik |             | Metode Stokastik |             |
|----------|----------------------|-------------|------------------|-------------|
|          | CL                   | BF          | BH               | CC          |
| 1        | -                    | -           | -                | -           |
| 2        | 129.250              | 152.922     | 129.286          | 123.738     |
| 3        | 554.943              | 660.568     | 555.640          | 534.502     |
| 4        | 1.490.383            | 1.741.985   | 1.494.763        | 1.409.537   |
| 5        | 3.537.417            | 4.177.542   | 3.564.144        | 3.380.281   |
| 6        | 6.967.528            | 9.118.809   | 7.145.213        | 7.378.533   |
| 7        | 12.120.883           | 15.659.871  | 12.623.392       | 12.671.268  |
| 8        | 18.528.184           | 24.659.764  | 19.903.278       | 19.953.580  |
| 9        | 28.205.286           | 36.581.607  | 31.021.034       | 29.600.203  |
| 10       | 40.550.148           | 52.461.953  | 46.425.121       | 42.449.870  |
| 11       | 55.795.970           | 65.173.385  | 61.883.812       | 52.735.394  |
| 12       | 66.860.651           | 88.981.157  | 84.783.817       | 71.999.581  |
| Total    | 234.740.644          | 299.369.562 | 269.529.499      | 117.501.512 |