Epsilon: Jurnal Matematika Murni dan Terapan
http://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/epsilon
p-ISSN: 1978-4422 | e-ISSN 2656-7660
Vol.17 No.1 (Juni 2023) Hal. 60-75

UKURAN RISIKO ATAS PERTANGGUNGAN DENGAN BESAR KLAIM YANG TERMODIFIKASI

Aprida Siska Lestia
Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani KM. 36, Banjarbaru 70714, Kalimantan Selatan
Email: as_lestia@ulm.ac.id

ABSTRACT

Coverage modifications results in the amount of payment or reimbursement of claims not being the same as that proposed by the policyholder. Determination of the *deductible* causes claims below that value to be borne by the policyholder. Meanwhile, setting a *policy limit* results in a maximum value for claims borne by the insurance company (maximum covered loss). The size of risk as an important value in risk management, which in its determination depends on the distribution of losses in the form of claims, will also be affected by coverage modifications. In this study, risk measure was determined based on the standard deviation and value at risk that using quantile values. In addition, a risk measure is also determined in the form of a conditional tail expectation which is the average value of the loss over a certain quantile and the risk measure is based on a *proportional hazard transform*ation. The size of the risk is determined by the coverage modified by the *deductible* and *policy limit*. Apart from that, it is also taken into account that there may be inflation, which of course will also have an impact on the distribution of claims. The observed claim size is known to have a Weibull distribution with certain parameter values, which heavy tailed. The results obtained indicate that modifications in the form of setting deductibles and policy limits have an impact on the magnitude of all risk measures obtained.

Keywords: claim severity, coverage modification, risk measures

ABSTRAK

Adanya modifikasi pada pertanggungan mengakibatkan besar pembayaran atau penggantian atas klaim tidak akan sama nilainya dengan yang diajukan pemegang polis. Penetapan *deductible* menyebabkan klaim di bawah nilai tersebut harus ditanggung sendiri oleh pemegang polis. Sedangkan penetapan *policy limit* menyebabkan adanya nilai maksimum atas klaim yang ditanggung oleh perusahaan asuransi (*maximum covered loss*). Ukuran risiko sebagai nilai penting dalam pengelolaan risiko, yang dalam penentuannya bergantung pada distribusi kerugian berupa klaim, tentu akan pula mendapat pengaruh dengan adanya modifikasi atas pertanggungan. Dalam penelitian ini dilakukan penentuan ukuran risiko berdasarkan standar deviasi dan *value at risk* yang menggunakan nilai kuantil. Selain itu ditentukan pula ukuran risiko berupa *conditional tail expectation* yang merupakan rataan nilai kerugian di atas kuantil tertentu dan ukuran risiko berdasarkan transformasi *proportional hazard*. Ukuran risiko tersebut ditentukan atas pertanggungan yang termodifikasi oleh *deductible* dan *policy limit*. Selain itu, diperhitungkan pula adanya inflasi yang mungkin terjadi, yang tentu memberikan dampak pula pada distribusi besar klaim. Untuk besar klaim yang diamati diketahui berdistribusi Weibull dengan nilai parameter tertentu, dengan bobot bagian ekor tebal. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa adanya modifikasi berupa penetapan *deductible* dan *policy limit*, memberikan dampak pada besaran semua ukuran risiko yang diperoleh.

Kata Kunci: besar klaim, modifikasi pertanggungan, ukuran risiko

Received: 7 Juni 2023, Accepted: 15 Juni 2023, Published: 17 Juni 2023

PENDAHULUAN

Penggantian klaim oleh pihak perusahaan asuransi (penanggung) merupakan bentuk konsekuensi akibat pengambilalihan risiko dari pihak tertanggung yaitu pemegang polis. Besarnya klaim yang akan diajukan oleh tertanggung di masa yang akan datang tidak diketahui secara pasti nilai dan waktunya. Oleh karena itu, diperlukan manajemen yang baik terhadap kemungkinan terjadinya klaim tersebut. Pengukuran risiko merupakan komponen inti dari proses manajemen risiko yang didasarkan pada kemungkinan datangnya kerugian (*loss*) berupa klaim yang dinyatakan sebagai variabel acak (Lestia & Tampubolon, 2016).

Penentuan ukuran risiko dalam bidang asuransi umum menjadi suatu hal yang penting. Hal ini dikarenakan nilainya yang mampu memberikan gambaran mengenai potensi kerugian yang akan terjadi akibat dari kejadian di masa yang akan datang. Nilai ukuran risiko untuk selanjutnya akan dijadikan sebagai acuan penentuan premi. Selain itu, menurut Tse (2014) ukuran risiko juga merupakan bagian yang sangat penting dalam penentuan kebutuhan modal atau kapital (*capital requirement*) serta berguna pula dalam melakukan evaluasi internal perusahaan dan pelaporan kepada pihak atau badan yang melakukan pengawasan terhadap berjalannya industri asuransi.

Dalam suatu produk asuransi umum, penggantian atas klaim dari pertanggungan didasarkan pada besaran klaim yang diajukan oleh tertanggung. Besar klaim (*claim severity / amount of claim / size of claim*) merupakan sejumlah dana yang diminta oleh tertanggung akibat dari terjadinya risiko yang dipertanggungkan. Misalnya, untuk objek pertanggungan berupa kendaraan bermotor, ketika terjadi kecelakaan yang mengakibatkan kerusakan atas unit pertanggungan tersebut, maka besaran dana yang diperlukan untuk melakukan perbaikan dapat diajukan oleh tertanggung kepada pihak penanggung untuk bisa memperoleh penggantian. Namun, penggantian atas klaim tersebut bisa dilakukan dengan besaran yang sama ataupun dalam jumlah yang lebih kecil jika terdapat ketentuan yang membatasi. Batasan ini dapat diartikan sebagai bentuk modifikasi atas besar klaim yang diajukan.

Menurut Klugman et al. (2012), besar klaim yang berupa nominal uang dapat dimodelkan sebagai suatu variabel acak yang berdistribusi kontinu, yang umumnya berupa distribusi yang condong ke sisi kanan atau *skewed to the right*. Bentuk distribusi ini menggambarkan bahwa peluang terjadinya klaim-klaim bernilai besar relatif tinggi. Khususnya untuk distribusi dengan bobot bagian ekor yang tebal (*heavy tailed*).

Modifikasi atas pertanggungan dapat berupa penerapan *deductible*, yang mengakibatkan klaim yang besarnya kurang dari *deductible* tersebut harus ditanggung sendiri oleh tertanggung. Selanjutnya, jika diterapkan adanya *policy limit*, maka akan terdapat nilai kerugian maksimal yang dapat diganti oleh penanggung (*maximum covered loss*). Dengan demikian, pemodelan atas variabel acak pembayaran atau penggantian klaim (Y) dengan adanya modifikasi bukan hanya bergantung pada distribusi besar klaim (X) itu sendiri beserta parameter-parameter di dalamnya, namun juga bergantung pada nilai *deductible* dan *policy limit* yang ditetapkan.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan penentuan ukuran risiko untuk data besar klaim dari jenis asuransi umum. Dengan adanya modifikasi berupa penetapan nilai *deductible* sekaligus *policy limit*, akan dilihat perubahan yang terjadi pada nilai ukuran risiko yang diperoleh. Selain itu, akan dilihat pula pengaruh terjadinya inflasi atas nilai pertanggungan yang dimodelkan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Ukuran Risiko

Dalam bidang asuransi, risiko dapat dimaknai sebagai kejadian di masa mendatang yang berpotensi menimbulkan kerugian secara finansial. Manajemen atas risiko yang mungkin terjadi tersebut oleh pihak penanggung sangat diperlukan, salah satunya melalui kuantifikasi nilai risiko dalam bentuk ukuran risiko. Menurut (Tse, 2014), ukuran risiko (*risk measure*) merupakan suatu pemetaan fungsional dari distribusi kerugian ke bilangan riil. Berdasarkan definisi dapat dinyatakan

Definisi 1

Jika, X merupakan variabel acak tak negatif yang menyatakan loss maka risk measure dari X, yang dinotasikan dengan $\mathcal{H}(X)$, merupakan suatu fungsi bernilai riil (real-valued function) $\mathcal{H}: X \to \mathbb{R}$, dengan $\mathbb{R}$ merupakan himpunan bilangan riil.

Jenis-jenis ukuran risiko antara lain :

a. *Standard deviation premium principle*

Ukuran risiko berdasarkan simpangan baku (*standard deviation*) atau dikenal pula sebagai *standard deviation premium principle* merupakan salah satu contoh ukuran risiko yang didasarkan pada premi murni $E[X]$ dengan memasukkan *loading factor* k, yaitu

$$\mathcal{H}(X) = E(X) + k\sqrt{Var(X)} \tag{1}$$

untuk sebarang $k > 0$.

Berdasarkan ukuran risiko ini, distribusi kerugian dengan sebaran yang lebih luas akan memiliki risiko yang lebih tinggi (Lestia, 2021).

b. *Value at Risk*

Dalam konteks aktuaria, *Value at Risk* (VaR) dikenal sebagai ukuran risiko kuantil (*quantile risk measure*) atau *quantile premium principle*. Ukuran risiko berdasarkan kuantil ke-α dinotasikan dengan Q_α. Taraf kepercayaan (*confidence level*) , dengan notasi α, nilai yang biasanya diambil mendekati 1, seperti 95% atau 99%. Dalam Tse (2014) didefinisikan,

Definisi 2

Misalkan X merupakan variabel acak yang menyatakan kerugian dengan fungsi distribusi kontinu $F_X(\cdot)$ dan confidence level α, dengan $0 \le \alpha \le 1$, Value at Risk pada confidence level α, dinotasikan dengan Q_α merupakan kuantil ke-α dari X. Yaitu,

$$VaR_\alpha(X) = Q_\alpha = F_X^{-1}(\alpha) \tag{2}$$

dengan

$$F_X(Q_\alpha) = Pr(X \leq Q_\alpha) = \alpha \qquad (3)$$

c. *Conditional Tail Expectation*

Pengamatan mengenai kejadian datangnya kerugian berupa klaim, yang bernilai lebih dari VaR sangat penting. Meskipun peluang munculnya cukup kecil, yaitu $1-\alpha$, nilai-nilai di atas VaR tidak bisa dianggap remeh karena bisa saja justru kejadian-kejadian tersebut merupakan *loss* yang bernilai sangat besar atau bahkan dapat dikategorikan ekstrim dan dapat memberikan dampak yang signifikan.

Conditional Tail Expectation (CTE) memberikan informasi mengenai seberapa besar risiko yang harus ditanggung jika kejadian-kejadian dengan kerugian di atas *threshold* (VaR_α) benar-benar terjadi. Seperti halnya VaR, CTE juga didefinisikan pada taraf kepercayaan α, dengan $0 \leq \alpha \leq 1$. Nilai CTE pada taraf kepercayaan α, diberikan oleh ukuran risiko VaR_α dapat dinyatakan dengan

$$CTE_\alpha\,(\mathrm{X}) = \mathrm{E}[\mathrm{X}|\mathrm{X} > Q_\alpha] = \mathrm{E}[\mathrm{X}|\mathrm{X} > VaR_\alpha\,(\mathrm{X})] \qquad (4)$$

dengan, Q_α menyatakan kuantil ke-α.

Dalam Lestia & Tampubolon (2016), nilai CTE juga dapat dinyatakan sebagai rata-rata nilai kerugian yang lebih dari VaR,

$$CTE_\alpha\,(\mathrm{X}) = \frac{1}{1-\alpha}\int_\alpha^1 Q_\xi d\xi \qquad (5)$$

d. *Proportional hazard transform*

PH-*mean* yang diperkenalkan oleh Wang (1995) ini menunjukkan premi yang telah dipengaruhi risiko atau dikenal dengan istilah *risk-adjusted premium* dan nilainya akan selalu lebih besar dibandingkan premi murni $E[X]$.

Definisi 3

Diberikan suatu best-estimate loss distribution, $\boldsymbol{S_X(t)} = \mathbf{Pr}[\boldsymbol{X} > \boldsymbol{t}]$, *untuk sebarang indeks* $\boldsymbol{\varepsilon}$, *di mana* $\mathbf{0} \leq \boldsymbol{\varepsilon} \leq \mathbf{1}$. *Proportional hazard (PH) transform menyatakan pemetaan*

$$S_Y(t) = [S_X(t)]^{\varepsilon} \qquad (6)$$

dan PH-mean menyatakan ekspektasi atas distribusi yang ditransformasi , yaitu

$$PH_r = \int_0^\infty S_Y(t)dt = \int_0^\infty [S_X(t)]^{\varepsilon}\,dt \qquad (7)$$

Indeks ε yang disebut pula sebagai *exogenous index* dapat ditetapkan berdasarkan tingkat kepercayaan dalam mengestimasi distribusi kerugian. Semakin ambigu situasi, maka semakin rendah nilai dari ε. Terdapat lima level keambiguan dalam Wang (1998), yaitu seperti yang tercantum pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Level Keambiguan dalam Transformasi *Proportional Hazard*

Level Keambiguan	Indeks ε
Tidak ambigu	0,96 – 1,00
Sedikit ambigu	0,90 – 0,95
Cukup ambigu	0,80 – 0,89
Ambigu (*highly*)	0,50 – 0,79
Sangat ambigu	0,00 – 0,49

Menurut Artzner P. et al. (1999), ukuran risiko yang baik adalah ukuran risiko yang koheren. Di mana terdapat empat aksioma yang harus dipenuhi agar ukuran risiko tersebut dapat digunakan untuk mengelola risiko dengan baik. Keempat aksioma tersebut disajikan kembali dalam Klugman et al. (2012), sebagai berikut :

Definisi 4

Ukuran risiko yang koheren merupakan ukuran risiko yang memenuhi empat sifat berikut untuk sebarang variabel acak kerugian X dan Y :

1) *Subadditivity* : $\mathcal{H}(X+Y) \leq \mathcal{H}(X) + \mathcal{H}(Y)$
2) *Monotonicity* : *Jika* $X \leq Y$, *maka* $\mathcal{H}(X) \leq \mathcal{H}(Y)$
3) *Positive Homogenity atau Scale Invariance* : *untuk sebarang* $a \geq 0$, $\mathcal{H}(aX) = a\mathcal{H}(X)$
4) *Translational Invariance* : *untuk sebarang* $a \in \mathbb{R}$, $\mathcal{H}(X+a) = \mathcal{H}(X) + a$

Lestia (2021) telah membuktikan bahwa CTE merupakan suatu ukuran risiko yang koheren karena memenuhi keempat sifat dalam Definisi 4. Begitu pula dengan PH-*mean*, dalam (Lestia, 2014) telah dibuktikan sebagai ukuran risiko yang koheren. Sedangkan *standard deviation premium principle* dan *Value at Risk* gagal memenuhi sifat *monotonicity*.

2. Besar Klaim berdistribusi Weibull

Distribusi peluang kontinu digunakan untuk memodelkan distribusi besar klaim dan merupakan distribusi parametrik, artinya distribusi yang bergantung pada satu atau lebih nilai parameter, salah satunya adalah distribusi Weibull.

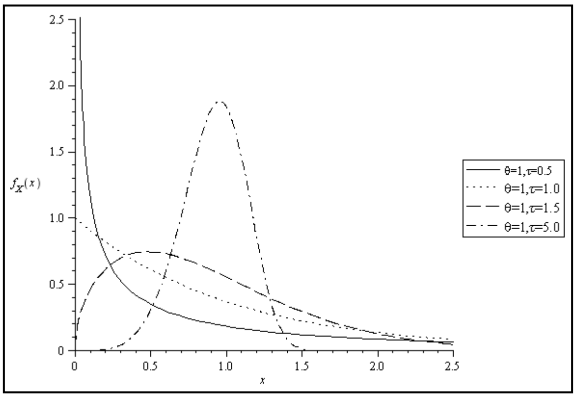
Jika X merupakan variabel acak besar kerugian yang berdistribusi Weibull dengan *shape parameter* $\tau > 0$ dan *scale parameter* $\theta > 0$, maka fungsi kepadatan peluang dari X adalah

$$f_X(x) = \left(\frac{\tau}{\theta}\right)\left(\frac{x}{\theta}\right)^{\tau-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{\theta}\right)^{\tau}\right], \;\; x \geq 0 \tag{8}$$

dengan fungsi distribusi

$$F_X(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\theta}\right)^{\tau}\right], \;\; x \geq 0 \tag{9}$$

(Tse, 2014).



Gambar 1. Kurva fungsi kepadatan peluang distribusi Weibull $(\boldsymbol{\tau}, \boldsymbol{\theta})$ dengan beberapa kemungkinan nilai parameter

Momen ke-m dari X adalah

$$E(X^m) = \theta^m \Gamma\left(1 + \frac{m}{\tau}\right), \qquad m > -\tau \tag{10}$$

Karena parameter $\tau > 0$, maka momen ke-m dari distribusi Weibull ada untuk semua m positif. *Mean* dan variansi dari X adalah

$$E(X) \quad = \theta\Gamma\left(1 + \tfrac{1}{\tau}\right) \tag{11}$$

$$Var(X) = \theta^2 \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\tau}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\tau}\right)\right] \tag{12}$$

(Lestia, 2021).

Dalam Klugman et al. (2012), jika terdapat

$$Y = X \Lambda u = \begin{cases} X & , X < u \\ u & , X \geq u \end{cases}$$

Maka momen ke-k dari variabel kerugian terbatas (*limited loss variable*) adalah

$$E[(X\Lambda x)^k] = \theta^k \Gamma\left(1 + \frac{k}{\tau}\right)\Gamma\left(1 + \frac{k}{\tau}; \left(\frac{x}{\theta}\right)^\tau\right) + x^k e^{-\left(\frac{x}{\theta}\right)^\tau}, k > -\tau \tag{13}$$

3. Bobot Ekor Distribusi

Ekor distribusi merupakan bagian sebelah kanan dari kurva fungsi kepadatan peluang, di mana variabel acak yang memiliki peluang tinggi untuk nilai-nilai yang besar dikatakan memiliki ekor tebal atau *heavy tailed*. Metode yang dapat digunakan untuk menentukan karakteristik ekor dari suatu distribusi antara lain dengan melihat bentuk dari *hazard rate*, yang biasanya dinotasikan dengan $h(\cdot)$. Jika *hazard rate* dari suatu distribusi berupa fungsi turun maka distribusi tersebut mempunyai *heavier tail* , sedangkan *lighter tail* diindikasikan oleh *hazard rate* yang berupa fungsi naik (Klugman et al., 2012).

Karakteristik ekor distribusi Weibull berdasarkan fungsi *hazard* yang merupakan rasio antara fungsi kepadatan peluang dan fungsi survival, dalam Lestia (2021) dapat diidentifikasi melalui bentuk fungsi berikut,

$$h_X(x) = \frac{f_X(x)}{1 - F_X(x)} = \left(\frac{\tau}{\theta}\right)\left(\frac{x}{\theta}\right)^{\tau - 1} \tag{14}$$

Jika diambil sebarang bilangan tak negatif x_1 dan x_2, dengan $x_1 < x_2$ maka apabila $\tau < 1$ diperoleh $h_X(x_1) > h_X(x_2)$. Sedangkan apabila $\tau > 1$, diperoleh $h_X(x_1) < h_X(x_2)$. Dengan demikian, $h_X(x)$ berupa fungsi naik pada saat $\tau > 1$ dan berupa fungsi turun saat $\tau < 1$. Dengan demikian, distribusi Weibull memiliki ekor distribusi yang tebal saat fungsi *hazard* berupa fungsi turun dan berupa ekor yang tipis (*light tailed*) saat fungsi *hazard* berupa fungsi naik.

4. Modifikasi Pertanggungan

a. *Deductible*

Penetapan batas bawah untuk nilai pertanggungan atau *deductible* (d) mengakibatkan besar penggantian atas besar klaim yang dinyatakan sebagai X mengalami perubahan. Terdapat dua jenis penetapan besar penggantian atas klaim yang diajukan yang dinyatakan sebagai Y sesuai jenis *deductible* yang diterapkan, yaitu *ordinary deductible* dan *franchise deductible*. Penetapan batas bawah pertanggungan berupa *ordinary deductible* menyebabkan pemegang polis harus menanggung sendiri kerugiannya sebesar d. Sedangkan jika kerugian yang dialami lebih besar dari nilai *deductible* yang ditetapkan, maka pihak penanggung akan mengganti sisanya. Selanjutnya, penetapan *deductible* sebesar d dengan jenis *franchise deductible* menyebabkan penggantian atas klaim yang lebih dari *deductible* , $d,$ akan dibayarkan seluruhnya.

Pencatatan atas pembayaran klaim dari pihak penanggung disajikan dalam dua jenis variabel acak, yang disebut sebagai *per-payment* variabel dan *per-loss* variabel. *Per-payment* variabel menyatakan bahwa klaim yang kurang dari *deductible* tidak akan dicatat (*undefined*), sedangkan *per-payment* variabel memuat semua klaim yang masuk, meskipun tidak dibayarkan (dianggap nol).

Dalam penelitian ini, penggantian atas klaim dilakukan dengan menerapkan adanya *ordinary deductible*, dan pencatatan dilakukan untuk semua klaim yang diajukan baik terjadi penggantian meskipun tidak atau dengan kata lain variabel pembayaran yang digunakan adalah jenis *per- loss* sebagai variabel acak Y^L yang dapat dinyatakan sebagai berikut,

$$Y^L = \begin{cases} 0 & X \leq d \\ X - d & X > d \end{cases} \tag{15}$$

Berdasarkan pendefinisian tersebut, maka dapat ditentukan fungsi distribusi peluang untuk variabel *per-loss* berdasarkan distribusi X, yaitu sebagai berikut

$$F_{Y^L}(y) = F_X(y + d) \tag{16}$$

$$f_{Y^L}(y) = f_X(y + d), y > 0 \tag{17}$$

Berikutnya untuk nilai ekspektasi dari kedua variabel acak pembayaran, dalam Klugman et al., (2012) disajikan sebagai berikut.

Teorema 5

Untuk sebuah ordinary deductible , expected cost per-loss adalah

$$E[Y^L] = E[X] - E[X \wedge d] \tag{18}$$

Ketika besar klaim mendapat pengaruh inflasi, maka rata-rata pembayaran atas klaim dinyatakan sebagai berikut.

Teorema 6

Untuk suatu ordinary deductible, d *setelah inflasi yang uniform* $1 + r$, *expected cost per loss nya menjadi*

$$E[Y^L] = (1 + r)\left\{E[X] - E[X \wedge \frac{d}{1 + r}]\right\} \tag{19}$$

b. *Policy limit*

Selain *deductible* yang berupa batas bawah, sebuah produk asuransi juga dapat dikenakan batas atas yang disebut *policy limit* (u). Klaim yang nilainya lebih kecil dibandingkan u akan dibayarkan sepenuhnya, sedangkan jika klaim yang datang lebih besar dari u, maka penggantian hanya akan sebesar *policy limit* saja. Efek dari adanya *policy limit*, menyebabkan terjadinya sensor pada bagian sebelah kanan distribusi. Variabel acak untuk besar pembayaran untuk klaim yang mendapatkan efek dari *policy limit* dapat disajikan sebagai berikut,

$$Y = X \wedge u = \begin{cases} X\,, X < u, \\ u\,, X \geq u. \end{cases} \tag{20}$$

Dengan fungsi distribusi dan fungsi padat peluang berturut-turut,

$$F_Y(y) = \begin{cases} F_X(y) & , y < u \\ 1 & , y \geq u \end{cases} \tag{21}$$

$$f_Y(y) = \begin{cases} f_X(y) & , y < u \\ 1 - F_X(u) & , y = u \end{cases} \tag{22}$$

Selanjutnya pada teorema berikut ini akan disajikan pula efek inflasi terhadap pembayaran klaim yang juga dikenai *policy limit*.

Teorema 7

Untuk policy limit u, *setelah adanya inflasi uniform* $1 + r$, *expected cost adalah*

$$E[Y] = (1 + r)E\left[X \wedge \frac{u}{1 + r}\right] \tag{23}$$

METODOLOGI

Penentuan ukuran risiko dalam penelitian ini dilakukan atas besar klaim yang telah termodifikasi oleh adanya *deductible* dan *policy limit*. Diawali dengan penentuan distribusi atas variabel acak pembayaran atas kerugian yang telah termodifikasi. Distribusi yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan formula ukuran risiko. Selanjutnya, formulasi yang diperoleh digunakan untuk menghitung nilai ukuran risiko untuk data kerugian asuransi kendaraan bermotor di Indonesia yang diperoleh pada Tahun 2011. Dimana untuk salah satu jenis pertanggungan diketahui besar klaim berdistribusi Weibull dengan parameter skala sebesar $43.143.716{,}6142$ dan parameter bentuk sebesar $0{,}5427$. Ukuran risiko *standard deviation premium principle* ditentukan untuk *loading factor* k sebesar 1;1,5; dan 2. Sedangkan untuk penentuan VaR dan CTE dihitung untuk nilai *confidence level* $\alpha = 90\%, 95\%$; dan 99%. Untuk PH-*mean* perhitungan dilakukan untuk level keambiguan cukup, sedikit, dan tidak ambigu yaitu dengan nilai indeks $\varepsilon = 0{,}85$; $0{,}95$; dan 0,99 (sesuai Tabel 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Modifikasi atas Besar Klaim

Modifikasi atas pertanggungan dengan diterapkannya *deductible* sebesar d akan menyebabkan klaim yang besarnya di bawah d harus ditanggung sendiri oleh pemegang polis atau dengan kata lain, pihak penanggung dalam hal ini perusahaan asuransi tidak akan melakukan penggantian atas klaim tersebut. Pencatatan atas penggantian klaim oleh pihak penanggung dinyatakan sebagai variabel acak Y, yang didefinisikan untuk semua pembayaran atas klaim yang diajukan oleh pemegang polis. Dalam hal ini berarti meskipun klaim yang diajukan di bawah d sehingga tidak dilakukan pembayaran atas klaim tersebut, pencatatan atas nilai Y tetap akan dilakukan dengan besaran 0 rupiah.

Selanjutnya, jika diterapkan pula nilai maksimum penggantian sebesar *policy limit* u, maka berarti semua klaim yang nilainya melebihi u hanya akan dibayar sebesar $u - d$ oleh pihak penanggung. Berdasarkan pendefinisian tersebut, maka variabel acak Y merupakan kombinasi antara Persamaan (15) dan (20) yaitu

$$Y = \begin{cases} 0 & ,X \leq d \\ X - d & ,d < X < u \\ u - d & ,X \geq u \end{cases} \tag{24}$$

Dalam prakteknya, ketika dilakukan pemodelan atas klaim masa lalu yang ditujukan untuk memperoleh gambaran atas klaim di masa yang akan datang menunjukkan adanya perbedaan waktu yang terjadi. Mengingat pemodelan dilakukan atas besaran klaim yang berupa nominal uang, dengan adanya perubahan waktu menyebabkan nilai uang juga berubah. Perubahan atas nilai uang ini digambarkan oleh adanya inflasi. Ketika faktor inflasi dimasukkan ke dalam model, menyebabkan pendefinisian atas variabel acak pembayaran pada Persamaan (24) menjadi

$$Y = \begin{cases} 0 & ,X < \dfrac{d}{1+r} \\ (1+r)X - d & ,\dfrac{d}{1+r} \leq X < \dfrac{u}{1+r} \\ u - d & ,X \geq \dfrac{u}{1+r} \end{cases} \tag{25}$$

Fungsi distribusi untuk varibel acak pembayaran klaim di atas dapat dinyatakan sebagai

$$F_Y(y) = \begin{cases} F_X(d^*) & ,y = 0 \\ F_X\left(\frac{y+d}{1+r}\right) & ,0 < y < u^* - d^* \\ 1 & y \geq u^* - d^* \end{cases} \tag{26}$$

Dengan fungsi kepadatan peluang sebagai berikut

$$f_Y(y) = \begin{cases} F_X(d^*) & ,y = 0 \\ \frac{1}{1+r} f_X\left(\frac{y+d}{1+r}\right) & ,0 < y < u^* - d^* \\ 1 - F_X(u^*) & y = u^* - d^* \end{cases} \tag{27}$$

Di mana , $d^* = \frac{d}{1+r}$ dan $u^* = \frac{u}{1+r}$.

Selanjutnya dalam penentuan ukuran risiko standar deviasi , ditentukan pula terlebih dahulu momen pertama dan kedua atas variabel acak Y, yaitu

$E[Y] = (1+r)[E(X \wedge u^*) - E(X \wedge d^*)]$

$E[Y^2] = (1+r)^2\{E[(X \wedge u^*)^2] - E[(X \wedge d^*)^2] - 2d^*E(X \wedge u^*) + 2d^*E(X \wedge d^*)\}$

Dengan demikian diperoleh persamaan untuk menentukan variansi atas Y.

$$\begin{aligned} Var[Y] &= E[Y^2] - [E(Y)]^2 \\ &= (1+r)^2\{E[(X \wedge u^*)^2] - E[(X \wedge d^*)^2] - 2d^*E(X \wedge u^*) + 2d^*E(X \wedge d^*)\} - \\ &\quad \big[(1+r)[E(X \wedge u^*) - E(X \wedge d^*)]\big]^2 \\ &= (1+r)^2\{E[(X \wedge u^*)^2] - E[(X \wedge d^*)^2] - 2d^*[E(X \wedge u^*) - E(X \wedge d^*)] - \\ &\quad [E(X \wedge u^*)]^2 + 2E(X \wedge u^*)E(X \wedge d^*) - [E(X \wedge d^*)]^2\} \end{aligned}$$

2. Ukuran Risiko pada Klaim Termodifikasi

Ukuran risiko atas pertanggungan X dengan diterapkannya *deductible* serta *policy limit* serta dengan adanya pengaruh dari inflasi dapat ditentukan. Untuk ukuran risiko *standard deviation premium principle* yaitu

$$\begin{aligned}\mathcal{H}(Y) &= E(Y) + k\sqrt{Var(Y)}, \text{ dengan } k > 0 \\ &= (1+r)[E(X \wedge u^*) - E(X \wedge d^*)] + k((1+r)^2\{E[(X \wedge u^*)^2] - \\ &\quad E[(X \wedge d^*)^2] - 2d^*[E(X \wedge u^*) - E(X \wedge d^*)] - [E(X \wedge u^*)]^2 + \\ &\quad 2E(X \wedge u^*)E(X \wedge d^*) - [E(X \wedge d^*)]^2\})^{1/2}\end{aligned} \quad (28)$$

Sedangkan untuk ukuran risiko VaR dapat diperoleh dengan menggunakan fungsi CDF pada Persamaan (26), dimana VaR harus memenuhi Persamaan (2). Terdapat beberapa kemungkinan nilai Q_α, yaitu

i. $Q_\alpha = 0$ dengan $\alpha = F_X(d^*)$, Dengan demikian, penetapan *deductible* harus lebih besar dari nilai d ini agar nilai VaR> 0.
ii. $Q_\alpha < u^* - d^*$ yang memenuhi $F_X^{-1}\left(\frac{Q_\alpha + d}{1+r}\right)$ untuk nilai $\alpha > F_X(d^*)$.
iii. $Q_\alpha = u^* - d^*$ untuk nilai $\alpha = 1$.

Selanjutnya, untuk penetapan nilai CTE dilakukan berdasarkan Persamaan (5) dengan mensubtitusikan Q_α berdasarkan ketentuan di atas.

Selain menggunakan cara analitik, penentuan VaR dan CTE juga dapat dilakukan secara numerik dengan menggunakan Metode Monte Carlo. Dalam Lestia and Tampubolon (2016) dinyatakan bahwa estimasi ukuran risiko VaR dapat dilakukan menggunakan *the smoothed empirical estimate*. Di mana perhitungan dilakukan melalui pembangkitan sejumlah n bilangan acak sesuai dengan distribusi Y, dalam penelitian ini berupa distribusi Weibull. Kemudian menggunakan interpolasi antara nilai pengamatan ke-$n\alpha$ dan $(n\alpha + 1)$ sebagai penaksir tak bias secara asimtotik untuk ukuran risiko VaR. Sedangkan menurut Wirch and M.R. (2001) untuk estimasi nilai CTE menggunakan persamaan,

$$\widehat{CTE}_\alpha = \frac{1}{n(1-\alpha)} \sum_{\mathrm{j=n\alpha+1}}^{\mathrm{n}} Y_{(j)} \quad (29)$$

Selanjutnya untuk ukuran risiko *Proportional hazard transform* untuk variabel acak pembayaran Y, diawali dengan penentuan fungsi survival untuk Y berdasarkan fungsi CDF pada Persamaan (26), yaitu

$$S_Y(y) = \begin{cases} S_X(y + d^*) & , 0 \leq y < u^* - d^* \\ 0 & , y \geq u^* - d^* \end{cases} \quad (30)$$

Selanjutnya, Nur et al. (2019) menyatakan ukuran risiko PH Transform berdasarkan Persamaan (7) yaitu

$$\mathcal{H}(X) = \int_0^\infty [S_Y(t)]^\varepsilon \, dt = \int_0^{u^*-d^*} [S_X(t+d)]^r \, dt \quad (31)$$

3. Ukuran Risiko untuk Besar Klaim Berdistribusi Weibull

Saat besar kerugian berdistribusi Weibull dengan nilai parameter $\theta = 43.143.716{,}6142$ dan $\tau = 0{,}5427$, maka rata-rata kerugian sebelum modifikasi berdasarkan Persamaan (11) adalah $E[X] = 75.000.000$ dan standar deviasi $\sqrt{Var[X]}$=150.000.000. Nilai $E[X]$ dalam konteks ukuran risiko disebut sebagai premi murni (*pure premium*), dalam tulisan ini akan disebut sebagai premi murni sebelum modifikasi.

Setelah dilakukan modifikasi dengan beberapa kemungkinan nilai $r, d,$ dan u diperoleh nilai premi murni berdasarkan nilai rataan variabel acak Y, seperti yang tersaji pada table berikut ini.

Tabel 2. Premi murni setelah modifikasi

$\boldsymbol{r}$	$[\boldsymbol{d},\boldsymbol{u}]$	***E(Y)***	**Perubahan nilai rataan dibandingkan Premi murni sebelum modifikasi**
5,50%	[0 juta, 300 juta]	59.963.000	-20,05%
5,50%	[25 juta, 300 juta]	44.880.000	-40,16%
5,50%	[50 juta, 300 juta]	35.097.000	-53,20%
5,50%	[75 juta, 300 juta]	27.777.000	-62,96%
5,50%	[75 juta, 450 juta]	34.064.000	-54,58%
5,50%	[75 juta, 500 juta]	35.454.000	-52,73%
4,50%	[50 juta, 300 juta]	34.999.000	-53,33%
4%	[50 juta, 300 juta]	35.117.000	-53,18%
3%	[50 juta, 300 juta]	35.157.000	-53,12%

Dari Tabel 2, secara umum nilai premi murni setelah modifikasi lebih kecil dibandingkan premi murni sebelum adanya modifikasi, yaitu $E[X] = 75$ juta. Penulis menganalisis pengaruh perubahan masing-masing nilai $d, u,$ dan r terhadap persentase penurunan (karena semua bernilai negatif) nilai premi murni secara bergantian. Perubahan nilai *deductible* menunjukkan bahwa semakin besar d menyebabkan persentase penurunan nilai premi murni semakin besar. Hal ini terjadi karena semakin sedikit klaim yang harus dibayar oleh pihak penanggung sehingga rata-rata pembayaran semakin kecil dibandingkan nilai *pure premium*. Selanjutnya, jika dilihat dari perubahan nilai maksimum pertanggungan yang diakibatkan oleh adanya *policy limit* menunjukkan bahwa semakin besar nilai u menyebabkan persentase penurunan nilai premi murni semakin kecil. Sedangkan, nilai inflasi yang semakin tinggi menyebabkan penurunan nilai premi murni semakin besar pula.

Pada kenyataannya, ekor sebelah kanan dari suatu distribusi kerugian merupakan bagian dari fungsi kepadatan peluang yang menyatakan peluang dari nilai-nilai besar dan sangat berpengaruh terhadap profit. Kerugian dalam penelitian ini dinyatakan berdistribusi Weibull dengan nilai parameter $\tau = 0{,}5427 < 1$. Berdasarkan bentuk fungsi *hazard* pada Persamaan (14), distribusi Weibull dalam penelitian ini dapat dikatekagorikan sebagai distribusi dengan bagian ekor yang tebal (*heavy tailed*), sehingga nilai rataan tidak akan mampu mewakili semua kemungkinan nilai kerugian dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan nilai ukuran risiko lain yang lebih mampu mewakili distribusi kerugian tersebut.

a. Standard deviation premium principle

Berdasarkan Persamaan (28), untuk menentukan ukuran risiko dengan menggunakan nilai standar deviasi memerlukan nilai momen ke-1 dan 2 atas *limited loss variable* seperti pada Persamaan (13) untuk variabel acak kerugian X berdistribusi Weibull dengan parameter θ dan τ, yaitu :

$E[(X\Lambda u^*)] = \theta\Gamma\left(1+\frac{1}{\tau}\right)\Gamma\left(1+\frac{1}{\tau};\left(\frac{u^*}{\theta}\right)^{\tau}\right) + u^* e^{-\left(\frac{u^*}{\theta}\right)^{\tau}}, -\tau < 1$

$E[(X\Lambda u^*)^2] = \theta^2\Gamma\left(1+\frac{2}{\tau}\right)\Gamma\left(1+\frac{2}{\tau};\left(\frac{u^*}{\theta}\right)^{\tau}\right) + u^{*2} e^{-\left(\frac{u^*}{\theta}\right)^{\tau}}, -\tau < 2$

$E[(X\Lambda d^*)] = \theta\Gamma\left(1+\frac{1}{\tau}\right)\Gamma\left(1+\frac{1}{\tau};\left(\frac{d^*}{\theta}\right)^{\tau}\right) + d^* e^{-\left(\frac{d^*}{\theta}\right)^{\tau}}, -\tau < 1$

$E[(X\Lambda d^*)^2] = \theta^2\Gamma\left(1+\frac{2}{\tau}\right)\Gamma\left(1+\frac{2}{\tau};\left(\frac{d^*}{\theta}\right)^{\tau}\right) + d^{*2} e^{-\left(\frac{d^*}{\theta}\right)^{\tau}}, -\tau < 2$

Dengan mensubtitusikan persamaan-persamaan di atas ke dalam Persamaan (28) diperoleh nilai ukuran risiko berdasarkan standar deviasi untuk variabel acak pembayaran yang telah dimodifikasi seperti yang tersaji pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Ukuran Risiko *Standard deviation premium principle*

r	$[d, u]$	$k = 1$	*percentage loading*	$k = 1,5$	*percentage loading*	$k = 2$	*percentage loading*
5,50%	[0 juta, 300 juta]	24.205.000	-59,63%	43.106.000	-28,11%	62.007.000	3,41%
5,50%	[25 juta, 300 juta]	22.338.000	-50,23%	45.108.000	0,51%	67.878.000	51,24%
5,50%	[50 juta, 300 juta]	28.698.000	-18,23%	56.033.000	59,65%	83.369.000	137,54%
5,50%	[75 juta, 300 juta]	36.240.000	30,47%	67.373.000	142,55%	98.507.000	254,64%
5,50%	[75 juta, 450 juta]	11.643.000	-65,82%	39.195.000	15,06%	66.747.000	95,95%
5,50%	[75 juta, 500 juta]	-142.000	-100,40%	23.965.000	-32,41%	48.073.000	35,59%
4,50%	[50 juta, 300 juta]	28.109.000	-19,69%	55.219.000	57,77%	82.329.000	135,23%
4%	[50 juta, 300 juta]	27.813.000	-20,80%	54.811.000	56,08%	81.808.000	132,96%
3%	[50 juta, 300 juta]	27.222.000	-22,57%	53.991.000	53,57%	80.761.000	129,72%

Perbandingan antara ukuran risiko berdasarkan standar deviasi dengan ukuran risiko berupa premi murni yang ada pada Tabel 2, dapat dianalisis melalui nilai *percentage loading*. Penetapan nilai *loading factor* k yang semakin besar menyebabkan bobot nilai standar deviasi yang dilibatkan dalam penentuan ukuran risiko ini semakin besar pula. Namun nilai ukuran risiko yang diperoleh pada saat $k = 1$ umumnya masih lebih kecil dibandingkan premi murni $E[Y]$ dan baru lebih besar saat $k \geq 1{,}5$. Dengan kata lain, penetapan ukuran risiko *standard deviation premium principle* dalam penelitian ini (dengan berbagai kemungkinan nilai $d, u,$ dan r) akan lebih baik dibandingkan premi murni ketika ditetapkan *loading factor* yang lebih dari 1,5.

Dari Tabel 3 juga dapat disimpulkan bahwa nilai d yang semakin besar menyebabkan nilai $\mathcal{H}(X)$ semakin besar pula, pengaruh yang sama terjadi pada perubahan nilai inflasi. Sedangkan jika nilai u yang ditingkatkan menyebabkan nilai $\mathcal{H}(X)$ semakin kecil.

***b.* VaR dan CTE**

Untuk X berdistribusi Weibull, kemungkinan nilai Q_α yang diperoleh dari distribusi pembayaran atas klaim akibat adanya modifikasi, yaitu

i. $Q_\alpha = 0$ dengan $\alpha = F_X(d^*)$, berarti berdasarkan Persamaan (9) diperoleh nilai $d = \theta(1+r)[-\ln(1-\alpha)]^{\frac{1}{\tau}}$ yang menunjukkan *deductible* yang mengakibatkan nilai VaR sebesar 0. Dengan demikian, penetapan *deductible* harus lebih besar dari nilai d ini agar nilai VaR> 0.

ii. $Q_\alpha = \theta(1+r)[-\ln(1-\alpha)]^{\frac{1}{\tau}} - d$ untuk nilai $\alpha > F_X(d^*)$.
iii. $Q_\alpha = u^* - d^*$ untuk nilai $\alpha = 1$.

Dengan menggunakan kemungkinan Q_α di atas. Saat nilai $\alpha > F_X(d^*)$ maka diperoleh

$$CTE_\alpha\,(X) = \frac{1}{1-\alpha}\int_\alpha^1 \left[\theta(1+r)[-\ln(1-\xi)]^{\frac{1}{\tau}} - d\,\right] d\xi$$
$$= \frac{\theta(1+r)}{1-\alpha}\int_\alpha^1 \left[[-\ln(1-\xi)]^{\frac{1}{\tau}}\,\right] d\xi - d \qquad (32)$$

Ukuran risiko VaR dan CTE untuk distribusi kerugian yang telah dimodifikasi dengan tiga kemungkinan tingkat kepercayaan tersaji pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Ukuran Risiko VaR

r	$[d, u]$	$\alpha = 0{,}9$	*percentage loading*	$\alpha = 0{,}95$	*percentage loading*	$\alpha = 0{,}99$	*percentage loading*
5,50%	[0 juta, 300 juta]	200.790.000	234,86%	284.360.000	374,23%	284.360.000	374,23%
5,50%	[25 juta, 300 juta]	176.240.000	292,69%	260.660.000	480,79%	260.660.000	480,79%
5,50%	[50 juta, 300 juta]	150.290.000	328,21%	236.970.000	575,19%	236.970.000	575,19%
5,50%	[75 juta, 300 juta]	130.430.000	369,56%	213.270.000	667,79%	213.270.000	667,79%
5,50%	[75 juta, 450 juta]	132.630.000	289,36%	256.700.000	653,58%	355.450.000	943,48%
5,50%	[75 juta, 500 juta]	132.870.000	274,77%	258.100.000	627,99%	402.840.000	1036,23%
4,50%	[50 juta, 300 juta]	149.830.000	328,10%	239.230.000	583,53%	239.230.000	583,53%
4%	[50 juta, 300 juta]	151.920.000	332,61%	240.380.000	584,51%	240.380.000	584,51%
3%	[50 juta, 300 juta]	152.840.000	334,74%	242.720.000	590,39%	242.720.000	590,39%

Tabel 5. Ukuran Risiko CTE

r	$[d, u]$	$\alpha = 0{,}9$	*percentage loading*	$\alpha = 0{,}95$	*percentage loading*	$\alpha = 0{,}99$	*percentage loading*
5,50%	[0 juta, 300 juta]	266.270.000	344,06%	284.360.000	374,23%	284.360.000	374,23%
5,50%	[25 juta, 300 juta]	243.250.000	442,00%	260.660.000	480,79%	260.660.000	480,79%
5,50%	[50 juta, 300 juta]	218.280.000	521,93%	236.970.000	575,19%	236.970.000	575,19%
5,50%	[75 juta, 300 juta]	195.850.000	605,08%	213.270.000	667,79%	213.270.000	667,79%
5,50%	[75 juta, 450 juta]	259.600.000	662,09%	335.140.000	883,85%	355.450.000	943,48%
5,50%	[75 juta, 500 juta]	269.010.000	658,76%	363.100.000	924,14%	402.840.000	1036,23%
4,50%	[50 juta, 300 juta]	220.220.000	529,22%	239.230.000	583,53%	239.230.000	583,53%
4%	[50 juta, 300 juta]	221.390.000	530,44%	240.380.000	584,51%	240.380.000	584,51%
3%	[50 juta, 300 juta]	221.670.000	530,51%	242.720.000	590,39%	242.720.000	590,39%

Penetapan nilai VaR dengan tiga kemungkinan tingkat kepercayaan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin besar nilai α menyebabkan nilai VaR yang semakin besar pula. Saat α ditetapkan sebesar 90% mengakibatkan nilai ukuran risiko yang diperoleh naik 200%-300% dari premi murni. Peningkatan yang lebih signifikan atas nilai VaR akan didapat dengan nilai α yang semakin tinggi pula.

Nilai CTE pada Tabel 5 untuk semua kemungkinan variasi nilai d, u, dan r menunjukkan hasil yang lebih besar dibandingkan nilai VaR pada tabel sebelumnya. Hal ini terjadi karena CTE memang dihitung berdasarkan rata-rata semua nilai kerugian yang lebih besar dari VaR. Jika dibandingkan dengan nilai premi murni yang ada di Tabel 2, pengaruh perubahan nilai α sejalan dengan hasil pada ukuran risiko VaR. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Pratiwi et al. (2020) dimana penentuan VaR dan CTE untuk distribusi total kerugian mengarah pada kesimpulan yang sama mengenai pengaruh perubahan tingkat kepercayaan.

Perubahan nilai *deductible* berbanding terbalik dengan nilai VaR dan CTE. Semakin besar d, maka semakin kecil nilai ukuran risiko VaR dan CTE yang diperoleh. Pengaruh peningkatan nilai inflasi juga sejalan dengan nilai d, di mana semakin kecil r menyebabkan nilai VaR dan CTE semakin besar. Sedangkan untuk nilai u yang semakin besar menghasilkan VaR dan CTE yang semakin besar pula.

c.* PH-*mean

Selanjutnya penentuan ukuran risiko PH-*mean* atas besar klaim berdistribusi Weibull dengan menggunakan Persamaan (30) dan Persamaan (9), yaitu

$$S_Y(y) = \begin{cases} S_X\left(\frac{y+d}{1+r}\right) = 1 - F_X\left(\frac{y+d}{1+r}\right) = \exp\left[-\left(\frac{y+d}{\theta(1+r)}\right)^{\tau}\right] & , 0 \leq y < u^* - d^* \\ 0 & , y \geq u^* - d^* \end{cases} \tag{33}$$

dan fungsi *survival* setelah dilakukannya transformasi adalah

$$S_{\tilde{Y}}(y) = [S_Y(y)]^{\varepsilon} = \left[\exp\left[-\left(\frac{y+d}{(1+r)\theta}\right)^{\tau}\right]\right]^{\varepsilon} = exp\left[-\varepsilon\left(\frac{y+d}{(1+r)\theta}\right)^{\tau}\right], 0 \leq y < u^* - d^*$$

dengan $\tilde{X}$ merupakan variabel acak hasil transformasi. Sehingga ukuran risiko PH-*mean* untuk data besar klaim dengan distribusi ini adalah

$$PH_{\varepsilon} = \int_0^{\infty} S_{\tilde{Y}}(y)dy = \int_0^{u^*-d^*} exp\left[-\varepsilon\left(\frac{y+d}{(1+r)\theta}\right)^{\tau}\right]dy, \ 0 \leq \varepsilon \leq 1$$

Berdasarkan level keambiguan, hasil perhitungan ukuran risiko dengan menggunakan persamaan di atas ditunjukkan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Ukuran Risiko PH-*mean*

r	$[d, u]$	$\varepsilon = 0,85$	*percentage loading*	$\varepsilon = 0,95$	*percentage loading*	$\varepsilon = 0,99$	*percentage loading*
5,50%	[0 juta, 300 juta]	91.021.000	51,80%	77.365.000	29,02%	72.654.000	21,16%
5,50%	[25 juta, 300 juta]	62.267.000	38,74%	51.933.000	15,72%	48.574.000	8,23%
5,50%	[50 juta, 300 juta]	47.410.000	35,08%	39.763.000	13,29%	36.984.000	5,38%
5,50%	[75 juta, 300 juta]	37.885.000	36,39%	31.489.000	13,36%	29.323.000	5,57%
5,50%	[75 juta, 450 juta]	42.301.000	24,18%	34.092.000	0,08%	31.439.000	-7,71%
5,50%	[75 juta, 500 juta]	42.692.000	20,42%	34.729.000	-2,04%	31.841.000	-10,19%
4,50%	[50 juta, 300 juta]	47.774.000	36,50%	39.831.000	13,81%	37.186.000	6,25%
4%	[50 juta, 300 juta]	47.518.000	35,31%	39.719.000	13,10%	36.969.000	5,27%
3%	[50 juta, 300 juta]	47.425.000	34,89%	39.481.000	12,30%	36.789.000	4,64%

Penentuan ukuran risiko dengan menggunakan tranformasi *Proportional Hazard* yang bergantung pada nilai ε yang ditetapkan berdasarkan tingkat kepercayaan dalam melakukan estimasi distribusi kerugian, di mana nilai ε yang semakin tinggi menunjukkan semakin tingginya kepercayaan atas hasil estimasi yang diperoleh. Nilai PH_ε yang diperoleh semakin kecil dengan nilai ε yang semakin mendekati 1, hasil ini sejalan dengan yang diperoleh Nur et al. (2019) dan Halomoan (2012). Selanjutnya jika diperhatikan pengaruh perubahan nilai d berbanding terbalik dengan nilai PH_ε. Sedangkan perubahan nilai u dan r berbanding lurus, di mana peningkatan nilai u dan r menyebabkan nilai PH_ε semakin besar.

KESIMPULAN

Perbandingan nilai ukuran risiko dengan nilai premi murni atas pembayaran klaim asuransi setelah adanya modifikasi dilakukan dengan mengamati pengaruh nilai *deductible*, *policy limit*, dan inflasi. Perubahan nilai *deductible* berbanding lurus dengan perubahan nilai ukuran risiko *standard deviation premium principle* dan berbanding terbalik dengan perubahan nilai ukuran risiko lainnya. Selanjutnya, peningkatan nilai *policy limit* menyebabkan peningkatan nilai ukuran risiko VaR, CTE, dan PH-*mean* namun tidak halnya dengan ukuran risiko berdasarkan standar deviasi yang justru mengalami penurunan. Dampak penurunan inflasi pada ukuran risiko standar deviasi dan PH-*mean* menunjukkan hasil yang sejalan yaitu penurunan pula pada nilai kedua ukuran risiko tersebut. Akan tetapi, penurunan inflasi justru menyebabkan peningkatan pada nilai VaR dan CTE yang diperoleh dari besar klaim berdistribusi Weibull ini.

REFERENSI

Artzner P., Delbaen, F., Eber, J. M., & Heath D. (1999). Coherent measures of risk. *Math. Finance*, Vol.9(3), 203–228.

Halomoan, R. M. (2012). *Aplikasi Proportional Hazard Transform pada Data Reasuransi*. Institut Teknologi Bandung.

Klugman, S. A., Panjer, H. H., & G.E., W. (2012). *Loss Models: From Data to Decisions. Probability and Statistics*. John Wiley & Sons.

Lestia, A. S. (2014). Ukuran Risiko Berdasarkan Prinsip Penentuan Premi: Proportional Hazard Transform. *Epsilon: Jurnal Matematika Murni dan Terapan*, Vol.8(2), 26–38.

Lestia, A. S. (2021). *Model Risiko* (Vol. 1). CV. Banyubening Cipta Sejahtera.

Lestia, A. S., & Tampubolon, D. R. (2016). Capital-Based Risk Measures For Some Probability Models. *Proceedings of International Conference on NAMES 2015, Faculty of Mathematics and Natural Sciences*, 217–224.

Nur, T. A. S., Sari, S. F., & Mardiyati, S. (2019). Crop insurance premium based on proportional hazard transform. *Proceedings of the 4th International Symposium on Current Progress in Mathematics and Sciences (ISCPMS2018)*.

Pratiwi, N., Lestia, A. S., & Salam, N. (2020). Perhitungan Ukuran Risiko untuk Model Kerugian Agregat. *Epsilon: Jurnal Matematika Murni dan Terapan*, Vol.14(1), 21–32.

Tse, Y. K. (2014). *Nonlife Actuarial Models Theory, Methods and Evaluation*. United States of America by Cambridge University Press.

Wang, S. (1995). Insurance Pricing and Increased Limits Ratemaking by Proportional Hazards Transforms. *Elsevier Insurance: Mathematics and Economics*, *17*, 43–54.

Wang, S. (1998). Implementation of PH-transforms in ratemaking. *Proceedings of the Casualty Actuarial Society*, 940–979.

Wirch, J. L., & M.R., H. (2001). *Distortion Risk Measures: Coherence and Stochastic Dominance*. University of Waterloo.