

Original Article

e-ISSN: 2774-2016 - <https://journal.itera.ac.id/index.php/indojam/>

p-ISSN: 2774-2067



Received 2nd September 2024
 Accepted 25th October 2024
 Published 16th December 2024

Open Access

DOI:

<https://doi.org/10.35472/indoja.m.v4i1.1946>

Analisis Perbandingan Cadangan Premi *New Jersey* dan *Canadian Status Joint Life* dengan Model Suku Bunga *Hull White*

Marco Marolop Siahaan^a, Dwi Mahrani^{b*}, Ayu Sofia^c

^{a,b,c} Program Studi Sains Aktuaria, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Lampung

* Koresponden E-mail: dwi.mahrani@at.itera.ac.id

Abstract: One of the reasons many insurance companies in Indonesia suffer losses is due to the uncertainty of interest rates each year. One solution to this problem is to evaluate the impact of interest rate uncertainty on insurance companies in Indonesia using the Hull-White model interest rate with parameter estimation using the Jackknife method. The results of the Hull-White stochastic interest rate model are used to calculate the modified premium reserves for endowment insurance in the joint life (husband-wife) for each age with assuming independence. The insurance offered has a coverage period of 20 years with discrete annual payments. This study aims to compare the calculation of modified premium reserves between the New Jersey and Canadian methods to analyze the differences between these two modified premium reserve methods. Based on the results of the modified premiums, the New Jersey method yields a higher premium compared to the Canadian method. Conversely, for the modified premium reserves, the Canadian method produces a higher value than the New Jersey method, meaning that the higher the modified premium value, the lower the modified premium reserve value, and vice versa. Overall, the Canadian method produces higher modified premium reserves compared to the New Jersey method for young married couples.

Keywords: *Premium Reserve Modification, New Jersey, Canadian, Joint Life, Hull White*

Abstrak: Banyaknya perusahaan asuransi yang merugi di Indonesia salah satunya disebabkan nilai suku bunga yang tidak menentu disetiap tahunnya. Salah satu solusi masalah tersebut dengan mengevaluasi dampak ketidakpastian suku bunga terhadap perusahaan asuransi di Indonesia dengan menggunakan suku bunga model Hull White menggunakan estimasi parameter metode Jackknife. Hasil suku bunga stokastik model Hull White digunakan untuk menghitung cadangan premi modifikasi pada asuransi jiwa dwiguna status Joint Life (suami-istri) untuk setiap golongan usia dengan asumsi saling bebas atau Independent. Asuransi yang ditawarkan memiliki masa pertanggungan selama 20 tahun dengan pembayaran diskrit setiap tahun. Penelitian ini bertujuan membandingkan perhitungan cadangan premi modifikasi antara metode New Jersey dan Canadian untuk mengetahui analisis dari kedua metode cadangan premi modifikasi tersebut. Berdasarkan hasil premi yang telah dimodifikasi metode New Jersey lebih besar dibandingkan metode Canadian, dan akan berbanding terbalik untuk besar cadangan premi modifikasi dengan menunjukkan metode Canadian menghasilkan nilai lebih besar daripada New Jersey, yang artinya semakin tinggi nilai premi modifikasi maka semakin rendah nilai cadangan premi modifikasinya, begitu juga sebaliknya. Secara keseluruhan, besar cadangan premi modifikasi metode Canadian menghasilkan perhitungan lebih besar dibandingkan metode New Jersey untuk pasangan suami-istri berusia muda.

Kata Kunci: *Cadangan Premi Modifikasi, New Jersey, Canadian, Joint Life, Hull White*



Original Article

Pendahuluan

Risiko adalah situasi yang mengandung potensi bahaya, akibat, atau konsekuensi yang dapat muncul selama suatu proses yang sedang berlangsung atau di masa depan. Bahaya ini bisa bervariasi, termasuk penyakit, bencana, kecelakaan, kehilangan harta benda, atau bahkan yang paling parah, kematian [1]. Dengan demikian, penting dilakukan upaya preventif untuk menghindari kerugian yang lebih signifikan. Program asuransi dirancang sebagai salah satu cara efektif dalam menghadapi dan meminimalisir risiko yang timbul dari insiden tak terduga. Program asuransi terbagi menjadi dua jenis, yaitu asuransi umum dan asuransi jiwa.

Asuransi jiwa adalah salah satu upaya perlindungan yang disediakan oleh pihak penanggung terhadap risiko yang kemungkinan muncul akibat peristiwa tak terduga [2]. Dalam hal jumlah tertanggung, satu produk dapat meng-cover lebih dari 1 orang yang disebut dengan *Joint Life*. Dalam polis asuransi, pihak asuransi akan memberikan santunan kepada tertanggung Ketika terjadi klaim [3]. Santunan adalah bentuk tanggung jawab yang diberikan oleh pihak asuransi, maka tanggung jawab untuk pihak tertanggung adalah dalam bentuk premi. Sedangkan Premi adalah bentuk uang yang dibayarkan secara berkala dalam periode tertentu dan dikumpulkan sehingga premi yang telah terkumpul inilah digunakan perusahaan untuk membayar santunan [4]. Dalam ini perhitungan premi emnggunakan premi bersih. Premi bersih merupakan premi yang biaya administrasinya tidak diperhitungkan, tetapi berdasarkan tingkat mortalitas dan tingkat suku bunga [5].

Dalam perhitungan premi asuransi jiwa dwiguna, salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan adalah tingkat suku bunga. Tingkat suku bunga dapat berubah setiap tahun karena dipengaruhi oleh inflasi, penawaran, dan permintaan terhadap suatu barang. Suku bunga yang mengalami fluktuasi tidak pasti disebut sebagai suku bunga stokastik. Salah satu model yang digunakan dalam perhitungan adalah suku bunga stokastik model Hull White. Suku bunga model Hull White adalah suku bunga masa depan yang termasuk ke dalam *no arbitrage* yang dimaksudkan bukan untuk memperoleh keuntungan dari perbedaan harga yang terjadi di

antara dua pasar keuangan dan dapat diaplikasikan dengan struktur suku bunga sekarang [6]. Dalam memperoleh suku bunga stokastik model *Hull White* digunakan estimasi parameter *Jackknife*. Estimasi parameter *jackknife* digunakan untuk menjawab penyimpangan-penyimpangan yang terdapat dalam model analisis regresi. Selain itu juga untuk melakukan resampling terhadap data dengan cara menghapus iterasi di setiap baris pada data yang digunakan [7].

Dalam hal Cadangan premi, Perusahaan wajib mempersiapkan cadangan premi dari sejumlah pembayaran yang telah terkumpul untuk terhindar dari ketidakmampuan perusahaan dalam membayar klaim sesaat setelah terjadi musibah. Salah satu metode perhitungan cadangan premi adalah perhitungan prospektif yang mengacu pada masa depan. Berdasarkan data Otoritas Jasa Keuangan (OJK) yang diolah Badan Pusat Statistik (BPS) bahwa terdapat 150 perusahaan asuransi di Indonesia pada tahun 2022 [8]. Diantara 150 perusahaan tidak seluruh perusahaan sudah memiliki pondasi yang kuat, masih banyak perusahaan baru yang dapat mengalami kerugian dikarenakan operasional yang masih sangat besar dan juga faktor suku bunga yang tidak menentu sehingga berakibat banyak perusahaan yang harus tutup karena tidak mampu menutupi kewajibannya. Perusahaan perlu memodifikasi cadangan premi yang dibayarkan agar menutupi biaya tahun permulaan lalu kemudian akan dibayar kembali dari premi di tahun berikutnya. Metode *New Jersey* dan *Canadian* termasuk metode cadangan premi modifikasi yang menjadi solusi untuk menghindari terjadinya kerugian tersebut. Metode *New Jersey* memiliki ciri-ciri khusus yaitu menggunakan keseluruhan premi yang dibayarkan oleh peserta asuransi untuk menutupi biaya yang terdapat pada perusahaan pada tahun permulaan polis asuransi dan kemudian akan digantikan di tahun berikutnya dengan premi yang telah dimodifikasi. Sedangkan, metode *Canadian* tidak menggunakan keseluruhan premi tetapi tetap mencadangkan premi ditahun permulaan dan sisanya untuk menutupi biaya yang terdapat pada perusahaan asuransi [9].

Metode

2.1 Asuransi Jiwa Dwiguna

Asuransi jiwa dwiguna memberikan pembayaran, pada saat: (a) Jumlah nominal sebagai manfaat kematian jika tertanggung meninggal dunia selama jangka waktu masa asuransi atau (b) Jumlah nominal sebagai manfaat dwiguna jika tertanggung bertahan hidup sampai akhir masa asuransi. Secara matematis, asuransi jiwa dwiguna n tahun ($A_{x:\overline{n}|}$) merupakan gabungan dari asuransi jiwa berjangka n tahun ($A_{x:\overline{n}|}^1$) dan asuransi jiwa dwiguna murni n tahun ($A_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}}$).

$$A_{x:\overline{n}|} = \left(\sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} {}_k|q_x \right) + v^n {}_np_x \quad (1)$$

Dengan v^{k+1} menunjukkan fungsi diskonto yaitu faktor diskonto yang menyatakan nilai sekarang dari suatu pembayaran untuk setiap periode dengan $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$. ${}_np_x$ adalah peluang bertahan hidup seseorang yang berusia x tahun akan hidup hingga n tahun kemudian, ${}_k|q_x$ adalah peluang seseorang yang berusia $x+k$ tahun dan akan meninggal di tahun berikutnya. Sehingga, persamaan dalam bentuk komutasi sebagai berikut:

$$A_{x:\overline{n}|} = \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_x} \quad (2)$$

2.2 Anuitas Berjangka n -tahun

Anuitas adalah suatu pembayaran secara berkala dalam jumlah tertentu secara berkelanjutan. Berdasarkan cara pembayarannya, anuitas yang dibayarkan diawal tahun untuk asuransi jiwa berjangka n -tahun dinotasikan dengan $\ddot{a}_{x:\overline{n}|}$ dan anuitas yang dibayarkan diakhir tahun untuk asuransi jiwa berjangka n -tahun dinotasikan dengan $a_{x:\overline{n}|}$. Dengan x menyatakan usia seseorang pada saat tergabung menjadi peserta asuransi dan n menyatakan masa pertanggungan yang akan dilalui peserta asuransi sesuai dengan yang telah disepakati [10]. Periode waktu untuk pembayaran anuitas yang dibayar di awal tahun untuk asuransi jiwa berjangka n -tahun sebagai berikut:

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} v^k {}_kp_x \quad (3)$$

Sehingga, persamaan dalam bentuk komutasi sebagai berikut:

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x} \quad (4)$$

Periode waktu untuk pembayaran anuitas yang dibayar di akhir tahun untuk asuransi jiwa berjangka n -tahun sebagai berikut:

$$a_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=1}^n v^k {}_kp_x \quad (5)$$

Sehingga, persamaan dalam bentuk komutasi sebagai berikut:

$$a_{x:\overline{n}|} = \frac{N_{x+1} - N_{x+n+1}}{D_x} \quad (6)$$

2.3 Premi Asuransi Jiwa

Premi asuransi jiwa adalah komponen biaya yang harus dibayarkan nasabah dalam jangka waktu tertentu sesuai kesepakatan dengan Perusahaan asuransi. Besarnya premi yang dibayarkan oleh peserta bergantung pada santunan (uang pertanggungan) yang dijanjikan oleh perusahaan asuransi. Berdasarkan pembayarannya, premi dapat dibayar setiap tahun yang disebut premi bersih tahunan. Premi bersih tahunan adalah premi yang pembayarannya dilakukan di setiap awal atau akhir tahun yang besarnya bisa sama ataupun berubah-ubah [9].

Premi bersih asuransi jiwa dwiguna dinotasikan dengan $P_{x:\overline{n}|}$ untuk seseorang yang berusia x untuk masa pertanggungan n dengan besar pertanggungan 1 satuan yang dibayar berkala setiap awal tahun dengan masa pembayaran $n-1$. Persamaan rumus premi bersih asuransi jiwa dwiguna yang akan dibayarkan melibatkan besar asuransi jiwa dwiguna yang akan diterima peserta yang mengacu pada persamaan (2) dengan anuitas yang akan dibayarkan merupakan anuitas awal tahun untuk asuransi jiwa berjangka n -tahun yang

Original Article

mengacu pada persamaan (4). Maka, persamaan rumus premi asuransi jiwa dwiguna n -tahun sebagai berikut:

$$P_{x:\overline{n}|} = B \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}} \quad (7)$$

Dengan nilai B adalah nilai manfaat yang akan dibayarkan oleh perusahaan asuransi kepada penerima manfaat jika syarat kematian yang dijamin oleh polis asuransi terpenuhi. Secara lebih jelas, premi yang akan dibayarkan oleh peserta asuransi akan bergantung dengan nilai manfaat yang dijanjikan oleh perusahaan asuransi.

2.4 Suku Bunga Model Hull White

Suku bunga *Hull White* adalah suatu model suku bunga stokastik yang setiap tahunnya berubah. Model suku bunga ini termasuk dalam suku bunga *no-arbitrage* yang dapat disesuaikan dengan struktur suku bunga saat ini. Model dari suku bunga Hull White sebagai berikut:

$$dr = (\theta(t) - ar)dt + \sigma dW(t) \quad (8)$$

Setelah digeneralisasi berdasarkan integral stokastik untuk selang waktu $(0, t]$, maka

$$r(t) = r(0)e^{-at} + \frac{\theta}{a}(1 - e^{-at}) + \sigma e^{-at} \int_0^t e^{as} dW(s) \quad (9)$$

Aspek krusial dari hasil model ini adalah konsep *mean reversion*, yang menunjukkan kecenderungan nilai $r(t)$ untuk berada di sekitar nilai rata-rata. Oleh karena itu, faktor *drift* yang merupakan perubahan ukuran data dalam model *Hull White* $(\theta - ar(t))$ menunjukkan bahwa suku bunga jangka pendek cenderung untuk kembali ke nilai rata-rata. Ketika suku bunga mendekati nol, volatilitasnya cenderung mendekati nol juga. Hal ini dapat menghilangkan pengaruh acaknya, sehingga suku bunga tetap positif. Sebaliknya, saat tingkat suku bunga tinggi, volatilitasnya juga tinggi. Keadaan tersebut yang merupakan sifat yang diinginkan dari suku bunga [11].

Dalam perhitungan suku bunga terdapat perhitungan untuk menentukan nilai sekarang dari keuntungan

finansial yang diharapkan atau biaya pada suatu periode waktu dimasa depan. Hal ini disebut dengan faktor diskonto yang dinotasikan dengan v^n dengan n dinyatakan sebagai periode asuransi pada saat dilakukan perhitungan, jika i merupakan tingkat suku bunga stokastik model *Hull White*, maka nilai sekarang dari 1 satuan pada n tahun mendatang adalah:

$$v^n = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (10)$$

2.5 Gerak Brown

Gerak *Brown* adalah gerak acak dari partikel-partikel kecil yang disebabkan oleh tumbukan dengan molekul-molekul atau gas di sekitarnya. Gerak *Brown* digunakan sebagai model matematika untuk memodelkan proses *Wiener* dalam konteks analisis stokastik [12]. Sesuai dengan definisi tersebut, proses stokastik untuk $W(t)$ disebut sebagai gerak *Brown* jika memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. $W(t) = 0$ untuk $t = 0$, maka $W(0) = 0$
2. $W(t)$ memiliki kenaikan yang *independent*, yakni untuk setiap $0 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_n$, $W(t_2) - W(t_1), \dots, W(t_n) - W(t_{n-1})$ merupakan kumpulan peubah acak yang *independent* atau saling bebas.
3. Setiap perubahan pada interval waktu dengan panjang $0 \leq t < t + dt$ hampir semua lintasan sampel dari $W(t + dt) - W(t) = dW(t)$ berdistribusi normal dengan *mean* 0 dan variansi sama dengan panjang interval waktu dt .

2.6 Proses Ito

Proses Ito dianggap sebagai perluasan dari proses *Wiener*, misalkan proses *Wiener* dengan fungsi $\mu(r(t), t)$ dan $\sigma(r(t), t)$, maka persamaan diferensial stokastik dapat dibentuk, sebagai berikut:

$$dr(t) = \mu(r(t), t)dt + \sigma(r(t), t)dW(t) \quad (11)$$

Fungsi $\mu(r(t), t)$ disebut koefisien *drift*, sedangkan fungsi $\sigma(r(t), t)$ menggambarkan fluktuasi dari kurva $r(t)$. Persamaan diferensial stokastik dapat ditulis dalam bentuk integral stokastiknya sebagai berikut:

$$r(t) = r(0) + \int_0^t \mu(r(s), t) ds + \int_0^t \sigma(r(s), t) dWs \quad (12)$$

2.7 Euler Maruyama

Metode *Euler-Maruyama* adalah pendekatan numerik yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial stokastik. Metode *Euler-Maruyama* merupakan peningkatan sederhana dari metode *Euler* yang diterapkan pada persamaan diferensial biasa, yang kemudian diadaptasi untuk menyelesaikan persamaan diferensial stokastik. Berdasarkan persamaan diferensial stokastik pada (11), metode *Euler Maruyama* memperkirakan $X(t)$ berada pada titik pasti t_i , $X(t_i) \approx X_i$ pada interval $[0, t]$ atau lebih jelasnya *Euler Maruyama* memungkinkan persamaan bekerja dengan pendekatan diskrit untuk mendekati solusi dari masalah kontinu. Rumus umum dari metode *Euler Maruyama* adalah sebagai berikut:

$$X_{i+1} = X_i + b(t_i, X_i)\Delta t + \sigma(t_i, X_i)\Delta W_i \quad (13)$$

2.8 Estimasi Parameter Jackknife

Estimasi parameter *Jackknife* adalah cara *resampling* yang diperkenalkan oleh Quenouille pada tahun 1949 dengan tujuan mengestimasi bias dan pada tahun 1958 metode *Jackknife* kembali diperkenalkan oleh Tukey untuk mengestimasi standar deviasi. Prinsip dasar metode *Jackknife* adalah dengan menghilangkan satu observasi pada tiap iterasi dan diulangi sebanyak jumlah observasi dalam sampel data. Dalam menentukan estimasi parameter metode *Jackknife* untuk tingkat suku bunga stokastik model *Hull White* akan menghasilkan parameter a, θ, σ . Dalam metode *Jackknife* terdapat data awal sebelum dihapus disetiap iterasinya, sebagai berikut:

$$y = \begin{bmatrix} y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \text{ dan } X = \begin{bmatrix} 1 & X_1 \\ 1 & X_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_{(n-1)} \end{bmatrix} \quad (14)$$

dengan y adalah matriks berukuran $n \times 1$ berisi sampel data observasi variabel terikat, dan X adalah matriks berukuran $(n-1) \times 2$. Dengan menghilangkan setiap

iterasi pada vector dapat mengetahui efektifitas metode *Jackknife* dalam menduga parameter dengan kasus uji asumsi klasik yang menyimpang atau tidak memenuhi terhadap data, maka untuk data yang telah dihapus iterasinya, sebagai berikut:

$$y^1 = \begin{bmatrix} y_3^1 \\ y_4^1 \\ y_5^1 \\ \vdots \\ y_n^1 \end{bmatrix} \text{ dan } X^1 = \begin{bmatrix} 1 & X_2^1 \\ 1 & X_3^1 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_{(n-1)}^1 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Dengan y^i adalah matriks dari variabel terikat data yang telah dihilangkan pada baris ke i yang berukuran n . X^i adalah matriks dari variabel bebas data yang telah dihilangkan pada baris ke i yang berukuran $n-1$ untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Persamaan regresi dengan satu variabel terikat disebut dengan regresi linear sederhana. Maka model persamaan dari regresi linear sederhana, yaitu:

$$y = a_0 + a_1 X_1 + \varepsilon \quad (16)$$

sehingga persamaan (16) dapat disederhanakan menjadi,

$$y = Xa + \varepsilon \quad (17)$$

Bentuk dari matriks persamaan regresi linear sederhana untuk metode *Jackknife* yang sudah dihapus iterasi pada baris pertama yaitu, sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} y_3^1 \\ y_4^1 \\ y_5^1 \\ \vdots \\ y_n^1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_2^1 \\ 1 & X_3^1 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_{(n-1)}^1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_{n-1} \end{bmatrix} \quad (18)$$

Setelah penghapusan iterasi telah dilakukan keseluruhan baris, metode *Jackknife* membutuhkan metode kuadrat terkecil untuk mendapat estimasi parameter a, θ, σ . Metode kuadrat terkecil merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk mengestimasi parameter a dengan meminimalkan jumlah kuadrat dari kesalahan antara nilai yang diamati dan nilai yang diprediksi. Sehingga nilai estimasi untuk $\hat{a}$, yaitu:

$$\hat{a}^i = (X^{i'} X^i)^{-1} X^{i'} y^i \quad (19)$$

Original Article

Setelah persamaan yang telah dihapus iterasinya maka akan didapatkan parameter *Jackknife* $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$ untuk mencari nilai rata-rata dari keseluruhan parameter didapat persamaan, yaitu:

$$\hat{a}^i = \sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}^i}{n} \quad (20)$$

Berdasarkan persamaan (20) dapat diperoleh estimasi parameter a_0 dan a_1 . Berdasarkan parameter yang dibutuhkan dalam model suku bunga *Hull White* adalah a, θ, σ . Maka untuk memperoleh estimator tersebut digunakan persamaan:

$$a = \frac{1 - a_1}{\Delta t} \quad (20)$$

$$\theta = \frac{a_0}{\Delta t} \quad (21)$$

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{\Delta t}} \varepsilon = \frac{1}{\sqrt{\Delta t}} y - X \hat{a} \quad (22)$$

Dalam melakukan Evaluasi model yang diperoleh, pemilihan metode evaluasi yang tepat sangat penting. Salah satu metode evaluasi model yang umum digunakan yaitu MAPE [13].

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \quad (23)$$

2.9 Cadangan Premi Modifikasi New Jersey

Cadangan premi metode *New Jersey* adalah metode yang diciptakan sebagai bentuk pengembangan dari metode *Illinois* dengan pendekatan prospektif. Terdapat α^J yang disediakan untuk membayar cadangan premi untuk tahun permulaan yang dibentuk dari premi berjangka n – tahun yang diperpanjang setiap satu tahun, dan M^J yang menyatakan premi modifikasi untuk tahun-tahun berikutnya [14].

$$M^J = P_{x:\overline{n}|} + \frac{P_{x:\overline{n}|} - \alpha^J}{(\ddot{a}_{x:\overline{n}|} - 1)} \quad (24)$$

2.10 Cadangan Premi Modifikasi Canadian

Prinsip ekuivalensi untuk metode *Canadian* merupakan suatu pendekatan perhitungan yang menyetarakan cadangan premi modifikasi awal yang dinotasikan dengan α^{can} untuk metode *Canadian* dengan premi

bersih, dengan selisih premi bersih untuk polis asuransi jiwa seumur hidup dan premi berjangka n – tahun yang diperpanjang setiap satu tahun [15].

$$\alpha^{can} = P_{x:\overline{n}|} - (P_x - A_{x:\overline{n}|}^1) \quad (25)$$

Sedangkan notasi M^{can} untuk cadangan premi metode *Canadian* ditahun-tahun berikutnya sehingga dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$M^{can} = P_{x:\overline{n}|} + \frac{P_{x:\overline{n}|} - \left(P_{x:\overline{n}|} - \left(\frac{M_x}{N_x} - \frac{C_x}{D_x} \right) \right)}{(\ddot{a}_{x:\overline{n}|} - 1)} \quad (26)$$

Sumber Data dan Asumsi

Penelitian ini menggunakan data suku bunga Bank Indonesia selama periode 2004-2024 yang diambil dari situs resmi Bank Indonesia. Selain itu, juga digunakan Tabel Mortalita Indonesia 2019 yang diterbitkan oleh Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia, mencakup data mortalitas untuk laki-laki dan perempuan. Data ini digunakan untuk menganalisis berbagai aspek terkait suku bunga dan risiko mortalita dalam konteks asuransi jiwa. Asumsi dalam penelitian, sebagai berikut.

Tabel 1. Asumsi Penelitian

No	Kategori	Asumsi
1.	Usia (suami(x)- istri(y))	$x < y$; 30 tahun < 25 tahun
		$x > y$; 25 tahun > 30 tahun
		$x = y$; 30 tahun = 30 tahun
2.	Suku bunga awal(r_0)	6%
3.	Asuransi	Asuransi Jiwa Dwiguna
4.	Masa Pertanggungan	20 tahun
5.	Manfaat	Rp100.000.000,00
6.	Anuitas	Awal tahun
7.	Pembayaran Premi	20 kali pembayaran diskrit setiap tahunan
8.	Cadangan Premi	Prospektif

Tahapan Penelitian

1. Analisis statistika deskriptif terhadap data yang digunakan dalam penelitian.
2. Menyusun tabel mortalita laki-laki dan perempuan dengan fungsi komutasi
3. Mengestimasi parameter suku bunga *Hull White* yaitu parameter a, θ, σ dengan metode *Jackknife*
4. Memodelkan tingkat suku bunga stokastik model *Hull white*.
5. Menghitung nilai sekarang aktuarial manfaat yang akan diterima dengan suku bunga stokastik model *Hull White*.
6. Menghitung nilai sekarang aktuarial untuk anuitas berjangka n tahun dengan suku bunga stokastik model *Hull White*.
7. Menghitung premi modifikasi suku bunga stokastik model *Hull White*.
8. Menghitung cadangan premi *New Jersey* dan *Canadian* dengan premi modifikasi
9. Menganalisis perbandingan cadangan premi modifikasi *Canadian* dan *New Jersey*
10. Menyimpulkan hasil analisis perbandingan cadangan premi modifikasi metode *Canadian* dan *New Jersey*

Hasil dan Diskusi

a) Statistik Deskriptif

Pada penelitian ini, akan dikaji suku bunga di Indonesia pada periode tahun 2004 sampai tahun 2024 dibulan maret sebanyak 20 periode suku bunga.



Gambar 1. Suku Bunga Tahunan Bank Indonesia 2004-2024

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan suku bunga *BI-Rate* mulai dari tahun 2004 sampai 2024. Dengan rata-rata sebesar 6,59%, dengan nilai minimum yaitu 3,52% dan maksimum, yaitu 11,83% sehingga jangkauan data dari terkecil hingga terbesar yaitu 8,31%.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Suku Bunga di Indonesia Tahunan (2004-2024)

Statistik	Nilai
Banyak Data	20
Rata-rata	6,59%
Minimum	3,52%
Maksimum	11,83%
Jangkauan(Range)	8,31%
Simpangan Baku	1,95%
Skewness	0,77
Kurtosis	1,23

Berdasarkan Tabel 1, Hasil dari besar simpangan baku yaitu 1,95% yang artinya, sebagian besar data cenderung berada dalam rentang $\pm 1,95\%$ satuan dari nilai rata-ratanya. Nilai kemencengan pada data yaitu sebesar 0,77 yang artinya bahwa distribusi data cenderung memiliki ekor yang lebih panjang di sisi kanan (*skewed to the right*). Sedangkan nilai kurtosis atau nilai puncak dari distribusi data yaitu sebesar 1,23 mengindikasikan bahwa sebagian besar data berada di sekitar rata-rata, namun dengan distribusi yang lebih datar

Original Article

(*platykurtic*), sehingga terdapat lebih sedikit nilai yang sangat tinggi atau sangat rendah.

b) Tabel Mortalita Status Hidup Joint Life

Asuransi gabungan atau *Joint Life* merupakan asuransi yang membayar manfaat kepada dua atau lebih orang dalam satu polis asuransi ketika salah satu meninggal dan lainnya sebagai ahli waris. Sehingga perhitungan peluang kematian dan peluang bertahan hidup akan dihitung berdasarkan banyaknya orang yang masih bertahan hidup dan meninggal secara gabungan pada usia x sebagai laki-laki dan y sebagai perempuan yang merupakan asumsi saling bebas (*Independent*).

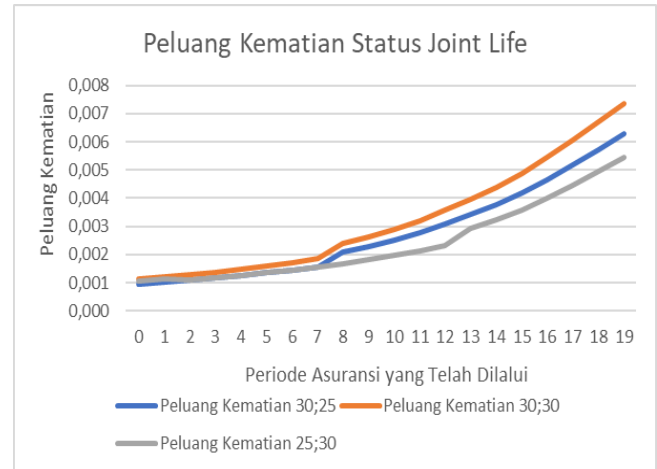
Diasumsikan, $l_0 = 1.000$ orang, maka $l_{00} = 1.000.000$. Pada studi kasus I, peserta mendaftarkan asuransi jiwa dwiguna pada usia $x = 30$ tahun dan $y = 30$ tahun. Pada periode $t = 1$, maka peluang hidup gabungan pada pasangan suami yang berusia 30 tahun dan istri berusia 30 tahun sampai 1 tahun berikutnya, sebagai berikut:

$$p_{30;30} = \frac{l_{30+1;30+1}}{l_{30;30}} = \frac{998.880,31}{1.000.000} = 0.998$$

Banyaknya kematian yang terjadi di tiap tahunnya akan mempengaruhi besar dari peluang kematian. Maka, sesuai studi kasus $x = 30$ dan $y = 30$ tahun, besar peluang kematian status Joint Life 1 tahun berikutnya, sebagai berikut:

$$q_{30;30} = \frac{d_{30;30}}{l_{30;30}} = \frac{1.119,68}{1.000.000} = 0,00112$$

Maka peluang kematian gabungan pasangan suami yang berusia 30 tahun dan istri berusia 30 tahun sampai 1 tahun berikutnya sebesar 0,00112. Peluang kematian setiap studi kasus dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 2. Peluang Kematian Gabungan Setiap Studi Kasus

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa kasus dengan peluang kematian tertinggi terlihat pada kasus peserta dengan $x = 30$ dan $y = 30$ dengan nilai tertinggi adalah 0,00737. Hal ini disebabkan usia suami dan istri secara gabungan, lebih tua dibanding kedua kasus yang lainnya. Sebaliknya, kasus peserta dengan usia suami istri $x = 25$ dan $y = 30$ menunjukkan peluang kematian terendah, dengan titik tertinggi mencapai 0,00546 pada periode tahun ke-19. Hal ini disebabkan karena usia istri yang lebih tua tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan risiko kematian gabungan.

c) Parameter Jackknife Terhadap Suku Bunga Hull White

Tingkat suku bunga *Hull White* merupakan model suku bunga stokastik dengan estimasi parameternya berupa a, θ, σ . Parameter tersebut didapat dari mengestimasi parameter berdasarkan cara perhitungan dari perhitungan *resampling Jackknife*. Sehingga, berdasarkan persamaan (16), model dari regresi tersebut sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} 9,12 \\ 11,833 \\ 8,604 \\ \vdots \\ 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 7,445 \\ 1 & 9,12 \\ 1 & 11,833 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & 5,813 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \vdots \\ \varepsilon_{n-1} \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan persamaan (18), akan terbentuk persamaan sebanyak sampel data yang dimiliki, yang selanjutnya akan dicari besaran $\hat{a}^i$ sesuai dengan

persamaan (18) dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Berdasarkan persamaan (19), maka $\hat{a}^i$, dengan $i = 1$, sebagai berikut:

$$\hat{a}^1 = (X^{1'} X^1)^{-1} X^{1'} y^1$$

$$= \left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 9,12 & 11,833 & \dots & 5,813 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 9,12 \\ 1 & 11,833 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & 5,813 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} 11,833 \\ 8,604 \\ \vdots \\ 6 \end{bmatrix}$$

Perhitungan dilakukan keseluruhan iterasi, penduga parameter diperoleh dengan mencari rata-rata nilai dari setiap penduga parameter $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$, berdasarkan persamaan (20), nilai penduga parameter $\hat{a}$, sebagai berikut:

$$\hat{a} = \sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}^i}{n}$$

$$= \frac{\begin{bmatrix} 1,589 \\ 0,734 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2,201 \\ 0,628 \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} 1,537 \\ 0,757 \end{bmatrix}}{20}$$

$$= \begin{bmatrix} 1,523 \\ 0,759 \end{bmatrix}$$

Sehingga, perhitungan parameter a, θ, σ yang mengacu pada persamaan (20)-(22), didapat nilai parameternya sebagai berikut:

Tabel 1 Estimasi Parameter Jackknife (a, θ, σ)

Parameter	Jackknife
a	0,243
θ	1,537
σ	1,299

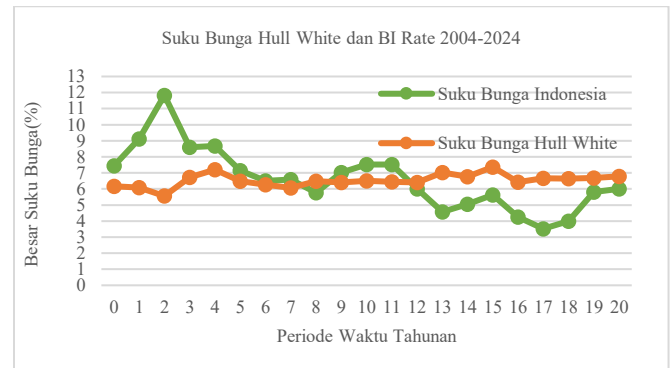
Parameter pada tabel 2 dapat digunakan untuk mengestimasi tingkat suku bunga stokastik model *Hull White* pada persamaan (9), sebagai berikut:

$$r(t_i) = r(t_{i-1})e^{-0,243(\Delta t)} + \frac{1,537}{0,243}(1 - e^{-0,243(\Delta t)})$$

$$+ 1,299e^{-0,243(\Delta t)} \int_0^t e^{0,243s} dW(s)$$

Dengan mengestimasi suku bunga *Hull White* menggunakan suku bunga awal (r_0) sebesar 6%. Maka

akan didapat prediksi suku bunga baru berdasarkan suku bunga stokastik model *Hull White*.



Gambar 3. Perbandingan Tingkat Suku Bunga *Hull White* dan BI-Rate

Estimasi suku bunga model *Hull White* yang diperoleh bergerak cenderung kembali kepada nilai rata-ratanya yaitu 6% dan fluktuasi tiap suku bunga cenderung rendah. Evaluasi performa model suku bunga yang didapatkan dengan tingkat kesalahan dengan besar 15,076%.

d) Manfaat Asuransi Jiwa Dwiguna Status Joint Life

Dalam perhitungan pembayaran manfaat akan didasarkan pada banyaknya orang yang meninggal dan bertahan hidup dari suami dan istri secara bersamaan setiap tahunnya dengan factor nilai sekarang akan mempengaruhi besar nilai pembayaran manfaatnya. Pada studi kasus pada pasangan suami istri yang sama-sama berusia 30 tahun dengan masa pertanggungan 20 tahun untuk periode ke-0. Maka berdasarkan persamaan (2). Nilai sekarang manfaatnya, sebagai berikut:

$$A_{30:30:\overline{20}|} = \frac{M_{30:30} - M_{30+20:30+20} + D_{30+20:30+20}}{D_{30:30}}$$

$$= \frac{264.122,37 - 236.391,37 + 257.056,16}{1.000.000}$$

$$= 0,28479$$

Selanjutnya, Pada studi kasus pasangan suami istri yang berusia 30 dan 25 tahun dengan masa pertanggungan 20 tahun untuk periode ke-0, maka hasil perhitungannya sebagai berikut:

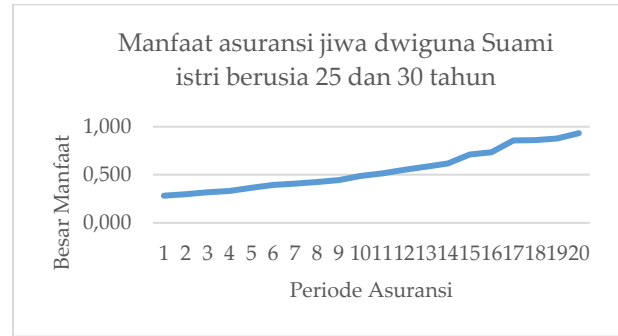
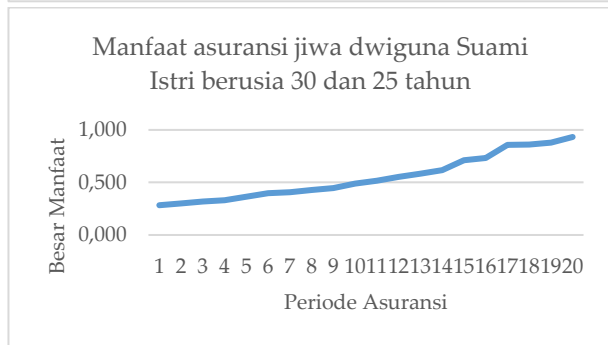
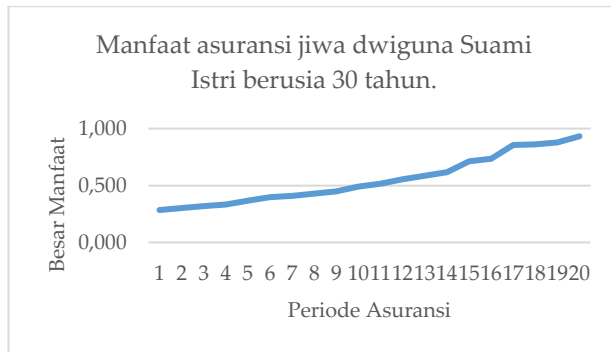
Original Article

$$\begin{aligned} A_{30;25:\overline{20}|} &= \frac{M_{30;25} - M_{30+20;25+20} + D_{30+20;25+20}}{D_{30;25}} \\ &= \frac{262.463,43 - 238.600,8 + 259.458,74}{1.000.000} \\ &= 0,28332 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, pada studi kasus pasangan suami istri dengan usia istri yang lebih tua dari suami yaitu suami dan istri berusia 25 dan 30 tahun, maka hasil perhitungannya sebagai berikut;

$$\begin{aligned} A_{25;30:\overline{20}|} &= \frac{M_{25;30} - M_{25+20;30+20} + D_{25+20;30+20}}{D_{25;30}} \\ &= \frac{261.679,15 - 240.313,65 + 261.321,33}{1.000.000} \\ &= 0,28269 \end{aligned}$$

Perhitungan manfaat dilakukan hingga masa pertanggungan 20 tahun. Sehingga hasil manfaat untuk setiap studi kasus sebagai berikut.



Gambar 4. APV Manfaat Status Joint Life Setiap Studi kasus

Setiap studi kasus memiliki hasil pola yang hampir sama dan akan meningkat, artinya nilai sekarang dari manfaat yang diterima akan bertambah seiring berjalannya periode pertanggungan. Hal ini dipengaruhi oleh faktor diskonto dari suatu pembayaran dan peluang kematian gabungan dari setiap studi kasus.

e) Anuitas Berjangka n -tahun Status Joint Life

Anuitas merupakan pembayaran reguler dengan jumlah tetap yang dibayarkan setiap awal tahun selama jangka waktu tertentu. Pada studi kasus dengan usia pasangan suami dan istri berusia 30 tahun dengan masa pembayarannya 20 tahun setiap awal tahun. Maka berdasarkan persamaan (4). Nilai sekarang anuitas berjangka n -tahun pada periode ke-0, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{30;30:\overline{20}|} &= \frac{N_{30;30} - N_{30+20;30+20}}{D_{30;30}} \\ &= \frac{11.747.318,38 - 257.056,16}{1.000.000} \\ &= 11,490 \end{aligned}$$

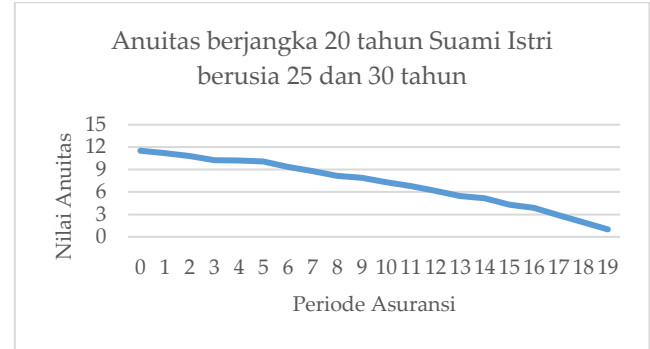
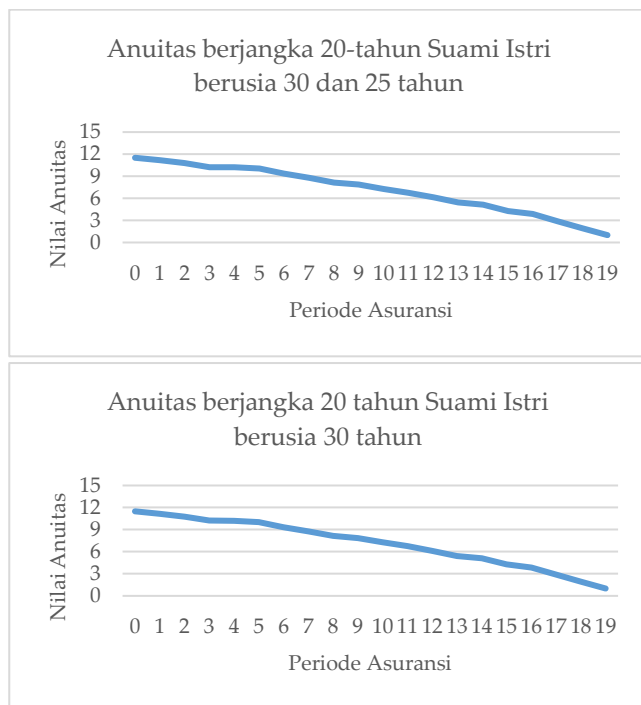
Nilai sekarang anuitas pasangan suami istri yang berusia 30 dan 25 tahun pada periode ke-0. Maka hasil perhitungan anuitasnya, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{30;25:\overline{20}|} &= \frac{N_{30;25} - N_{30+20;25+20}}{D_{30;25}} \\ &= \frac{11.773.075,24 - 259.458,74}{1.000.000} \\ &= 11,514 \end{aligned}$$

Sedangkan nilai sekarang anuitas pada pasangan suami istri berusia 25 dan 30 tahun pada periode ke-0. sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\ddot{a}_{25;30:\overline{20}|} &= \frac{N_{25;30} - N_{25+20;30+20}}{D_{30;25}} \\ &= \frac{11.784.954,42 - 261.321,33}{1.000.000} \\ &= 11,524\end{aligned}$$

Nilai sekarang anuitas dihitung untuk setiap periodenya sampai periode pembayaran terakhir yaitu periode ke-19. Nilai sekarang anuitas dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 5. APV Anuitas Berjangk Status Joint Life Setiap Kasus

Nilai sekarang anuitas tiap pembayaran akan menurun seiring pertambahan masa pertanggungan dari setiap periode asuransi yang berjalan. Hal ini berbanding terbalik dengan pola grafik nilai sekarang manfaat asuransi jiwa dwiguna status Joint Life yang akan meningkat. Hal ini dipengaruhi oleh peluang hidup gabungan dari peserta asuransi masih hidup. Secara bersamaan nilai anuitas akan menurun karena pengaruh peluang kematian gabungan yang semakin besar tiap periode.

f) Premi Asuransi Jiwa Dwiguna Status Joint Life

Premi asuransi jiwa dwiguna merupakan serangkaian pembayaran reguler dengan jumlah yang tetap yang dibayarkan dalam jangka waktu tertentu. Pada studi kasus dengan usia pasangan suami dan istri berusia 30 tahun dengan masa pembayarannya 20 tahun setiap awal tahun. Jika besar uang pertanggungan yang ditawarkan adalah Rp100.000.000,00. Maka premi yang waji dibayarkan adalah:

$$\begin{aligned}P_{30;30:\overline{20}|} &= B \frac{M_{30;30} - M_{30+20;30+20} + D_{30+20;30+20}}{N_{30;30} - N_{30+20;30+20}} \\ &= Rp100.000.000,00 \frac{0,28479}{11,490} \\ &= Rp2.478.509,8\end{aligned}$$

Selanjutnya pasangan suami istri yang berusia 30 dan 25 tahun dengan besar uang pertanggungan adalah Rp100.000.000,00. Maka premi yang wajib dibayarkan adalah:

Original Article

$$\begin{aligned} P_{30;25;\overline{20}} &= B \frac{M_{30;25} - M_{30+20;25+20} + D_{30+20;25+20}}{N_{30;25} - N_{30+20;25+20}} \\ &= Rp100.000.000,00 \frac{0,28332}{11,514} \\ &= Rp2.460.750,4 \end{aligned}$$

Sedangkan premi pada pasangan suami istri berusia 25 dan 30 tahun dengan besar uang pertanggungsannya adalah Rp100.000.000,00. Maka premi yang wajib dibayarkan adalah:

$$\begin{aligned} P_{25;30;\overline{20}} &= B \frac{M_{25;30} - M_{25+20;30+20} + D_{25+20;30+20}}{N_{25;30} - N_{25+20;30+20}} \\ &= Rp100.000.000,00 \frac{0,28269}{11,524} \\ &= Rp2.453.105,1 \end{aligned}$$

Setiap tahun premi yang terkumpul diolah oleh Perusahaan asuransi untuk dijadikan Cadangan Premi ketika nasabah akan klaim.

g) Cadangan Premi Metode New Jersey Status Joint Life

Beberapa metode cadangan premi modifikasi menyediakan sebesar α pada tahun permulaan. Maka metode cadangan *New Jersey* menggunakan seluruh premi pada tahun permulaan untuk membayar biaya pada tahun tersebut. Metode *New Jersey* tidak memiliki cadangan premi pada tahun pertama, yang artinya ${}_1V_{x;y;\overline{n-k}}^J = 0$, cadangan premi baru dihitung pada saat $k = 2$. Perhitungan Cadangan premi melibatkan premi modifikasi yang dinotasikan dengan M^J . Didefinisikan α^J sebagai premi berjangka n tahun yang diperpanjang setiap satu tahun, yaitu $A_{x;\overline{n}}^1$. Mengacu pada kasus yang dibuat sebelumnya dengan peserta berpasangan berusia pasangan. Maka berdasarkan persamaan (24) untuk kasus pasangan suami istri berusia 30 tahun, perhitungan premi modifikasi metode *New Jersey*, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M^J &= P_{30;30;\overline{20}} + \frac{P_{30;30;\overline{20}} - \alpha^J}{a_{30;30;\overline{19}}} \\ &= 2.704.721,9 \end{aligned}$$

Sehingga, nilai cadangan preminya adalah:

$${}_2V_{30;30;\overline{20}}^J = B A_{30;30;\overline{20-2}} - M^J \ddot{a}_{30;30;\overline{20-2}}$$

$$= Rp2.751.266$$

Cadangan premi metode *New Jersey* dihitung sampai periode ke-20 untuk setiap kasus usia. Nilai Cadangan premi *New Jersey* akan meningkat setiap periode hingga mencapai besar pertanggungsannya yaitu Rp100.000.000,00.

h) Cadangan Premi Metode Canadian Status Joint Life

Cadangan premi modifikasi dengan metode *Canadian* berbeda dengan *New Jersey*. Cadangan premi *Canadian* pada tahun pertama dipersiapkan untuk membayar klaim kematian pada tahun tersebut. Sehingga dari premi modifikasi, cadangan premi dapat dihitung pada saat $k = 1$. Sama seperti metode *New Jersey*, Perhitungan cadangan premi metode *Canadian* melibatkan premi modifikasi yang dinotasikan dengan M^{can} . Didefinisikan α^{can} sebagai selisih premi bersih untuk polis asuransi jiwa seumur hidup dan premi berjangka n tahun yang diperpanjang setiap 1 tahun Mengacu pada kasus yang dibuat sebelumnya dengan peserta berpasangan berusia pasangan. Maka berdasarkan persamaan (26), untuk kasus pasangan suami istri berusia 30 tahun, perhitungan premi modifikasi metode *Canadian* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M^{can} &= P_{30;30;\overline{20}} + \frac{P_{30;30;\overline{20}} - (P_{30;30;\overline{20}} - \alpha^{can})}{(a_{30;30;\overline{19}})} \\ M^{can} &= 2.660.843,9 \end{aligned}$$

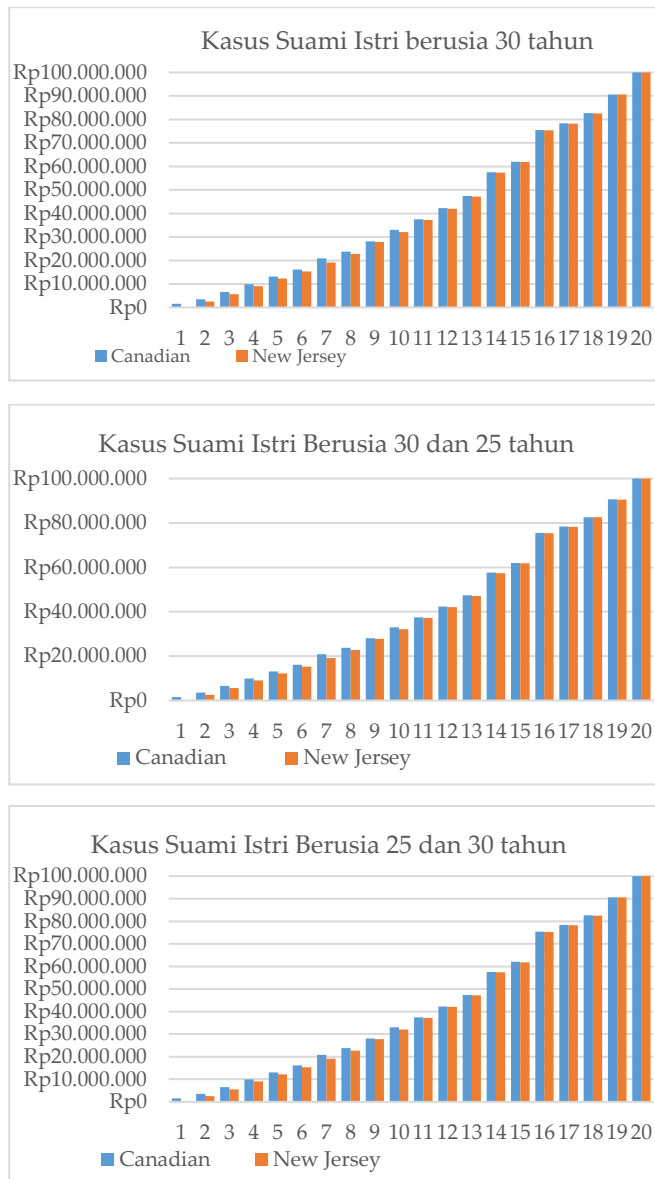
Sehingga, nilai cadangan preminya adalah:

$$\begin{aligned} {}_2V_{30;30;\overline{20}}^{can} &= B A_{30;30;\overline{20-2}} - M^{can} \ddot{a}_{30;30;\overline{20-2}} \\ {}_2V_{30;30;\overline{20}}^{can} &= Rp3.224.003 \end{aligned}$$

Cadangan premi metode *Canadian* dihitung sampai periode ke-20 untuk setiap kasus usia. Nilai Cadangan premi *Canadian* akan meningkat setiap periode hingga mencapai besar pertanggungsannya yaitu Rp100.000.000,00.

i) Analisis Perbandingan Cadangan Premi Modifikasi

Berdasarkan keseluruhan kasus berikut hasil perbandingan Cadangan premi modifikasi untuk setiap kasus usia.



Gambar 6. Perbandingan Cadangan Premi Modifikasi Setiap Kasus

Nilai cadangan premi metode *Canadian* lebih besar dibanding metode *New Jersey* diseluruh studi kasus.

Nilai cadangan metode *Canadian* lebih tinggi dibanding metode *New Jersey* pada waktu awal masa pertanggungan ataupun mendekati akhir periode pertanggungan artinya untuk peserta status *Joint Life* berusia golongan muda, metode *Canadian* akan menghasilkan nilai cadangan premi yang lebih besar.

Kesimpulan

Besar premi modifikasi metode *New Jersey* akan lebih besar dibandingkan dengan metode *New Jersey*. Sebaliknya, untuk hasil dari cadangan preminya, metode *Canadian* akan memiliki hasil yang lebih besar dibandingkan dengan *New Jersey*. Seluruh perhitungan asuransi ini menggunakan suku bunga stokastik model *Hull White* yang hasilnya mendefinisikan suku bunga stokastik dengan baik yaitu konsep *mean reversion* dengan tingkat kesalahan MAPE sebesar 15,076%

Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan yang dinyatakan dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] M. M. Hanafi, Manajemen Risiko, Yogyakarta: STIM YKPN, 2006.
- [2] T. Futami, "Matematika Asuransi Jiwa Bagian II," Tokyo: Oriental Life Insurance Cultural Development Center, p. 92, 1994.
- [3] J. L. Tewo, I. N. Widana and T. B. Oka, "Penentuan Cadangan Premi Dengan Metode New Jersey Pada Asuransi Joint-Life," *E-Jurnal Matematika*, vol. VII, no. 3, pp. 226-231, 2018.
- [4] S. D. Miasary, R. L. Umami and E. Siswanah, "Penentuan Premi Tahunan Dan Cadangan Premi Dengan Metode New Jersey Asuransi Endowment Status Joint Life Menggunakan Suku Bunga Stokastik," *Unisda Journal of Mathematics and Computer Science*, vol. 9, no. 2, pp. 1-11, 2019.
- [5] F. S. Ibrahim and D. Murni, "Penentuan Cadangan Premi pada Asuransi Jiwa Berjangka Status Joint Life Menggunakan Metode

Original Article

- Canadian," *Journal Of Mathematics UNP*, vol. 7, no. 1, pp. 19-27, 2022.
- [6] L. S. Choliqa, Estimasi Parameter Suku Bunga Hull-White Menggunakan Metode Jackknife dan Ordinary Least Square, Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2022.
- [7] M. N. Mara, N. Satyahadewi and R. Iskandar, "Efektifitas Metode Jackknife Dalam Mengatasi Multikolinearitas dan Penyimpangan Asumsi Normalitas pada Analisis Regresi Berganda," *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY*, vol. IX, no. 4, pp. 123-126, 2013.
- [8] N. Muhamad, "Data Boks," KataData Media Network, 25 01 2014. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2024/01/25/ada-150-perusahaan-asuransi-di-indonesia-pada-2022-ini-jenisnya>. [Accessed 11 03 2024].
- [9] R. E. Larson and E. A. Gaumnitz, Life Insurance Mathematics, Madison: University Of Michigan, 1951.
- [10] M. A. Revani, Y. Wilandari and D. Ispriyanti, "Penentuan Cadangan Disesuaikan Dengan Metode Illinois Pada Asuransi Jiwa Endowment Semi Kontinu," *Jurnal Gaussian*, vol. 1, no. 1, pp. 147-158, 2012.
- [11] W. Medikasari, Aplikasi Suku Bunga Konstan Dan Suku Bunga Stokastik dalam Perhitungan Aktuaria Asuransi Dwiguna, Jakarta: UIN SYARIEF HIDAYATULLAH JAKARTA, 2020.
- [12] R. Ramadhan, Penentuan Cadangan Premi dengan Menggunakan Suku Bunga Stokastik, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2021.
- [13] I. Nabillah and I. Ranggadara, "Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut," *Journal Of Information System*, vol. V, no. 2, pp. 250-255, 2020.
- [14] N. L. Bowers, H. U. Gerber, J. C. Hickman, D. A. Jones and C. J. Nesbitt, Actuarial Mathematics, 2 Edition, Schaumburg: Society of Actuaries, 1997.
- [15] D. Ekawati and F. , "Penentuan Cadangan Premi Asuransi Jiwa Bersama Dwiguna dengan Metode Canadian," *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, vol. 2, no. 1, pp. 2722-2705, 2020.