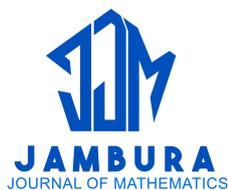


Implementasi Metode *New Jersey* dalam Perhitungan Cadangan Premi dengan Suku Bunga Stokastik dan Konstan

Yuni Sulistyawati dan Mujiati Dwi Kartikasari



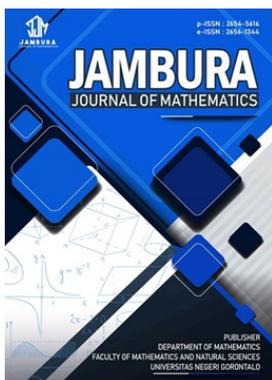
Volume 6, Issue 2, Pages 131–139, August 2024

Diterima 6 Maret 2024, Direvisi 3 Juli 2024, Disetujui 7 Juli 2024, Diterbitkan 1 Agustus 2024

To Cite this Article : Y. Sulistyawati dan M. D. Kartikasari, "Implementasi Metode *New Jersey* dalam Perhitungan Cadangan Premi dengan Suku Bunga Stokastik dan Konstan", *Jambura J. Math*, vol. 6, no. 2, pp. 131–139, 2024, <https://doi.org/10.37905/jjom.v6i2.24668>

© 2024 by author(s)

JOURNAL INFO • JAMBURA JOURNAL OF MATHEMATICS



	Homepage	:	http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjom/index
	Journal Abbreviation	:	Jambura J. Math.
	Frequency	:	Biannual (February and August)
	Publication Language	:	English (preferable), Indonesia
	DOI	:	https://doi.org/10.37905/jjom
	Online ISSN	:	2656-1344
	Editor-in-Chief	:	Hasan S. Panigoro
	Publisher	:	Department of Mathematics, Universitas Negeri Gorontalo
	Country	:	Indonesia
	OAI Address	:	http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjom/oai
	Google Scholar ID	:	iWLjgaUAAAAJ
	Email	:	info.jjom@ung.ac.id

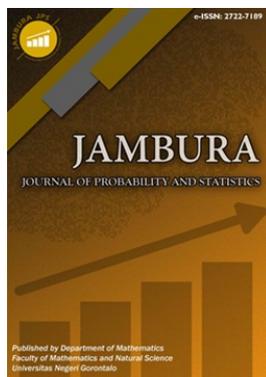
JAMBURA JOURNAL • FIND OUR OTHER JOURNALS



Jambura Journal of Biomathematics



Jambura Journal of Mathematics Education



Jambura Journal of Probability and Statistics



EULER : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains, dan Teknologi

Implementasi Metode *New Jersey* dalam Perhitungan Cadangan Premi dengan Suku Bunga Stokastik dan Konstan

Yuni Sulistyawati^{1,*} dan Mujiati Dwi Kartikasari¹ 

¹Program Studi Statistika, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

ARTICLE HISTORY

Diterima 6 Maret 2024

Direvisi 3 Juli 2024

Disetujui 7 Juli 2024

Diterbitkan 1 Agustus 2024

KATA KUNCI

Cadangan Premi
Asuransi Seumur Hidup
New Jersey
Vasicek

KEYWORDS

Premium Reserve
Whole Life Insurance
New Jersey
Vasicek

ABSTRAK. Cadangan premi merupakan suatu bentuk kewajiban perusahaan asuransi untuk menyiapkan dana dalam kegiatan pembayaran klaim kepada pemegang polis di masa yang akan datang. Beberapa perusahaan asuransi menutup operasi perusahaannya salah satunya karena kurang tepat dalam perhitungan cadangan premi. Tujuan penelitian ini adalah menghitung cadangan premi pada asuransi seumur hidup menggunakan metode *New Jersey* yang merupakan bentuk perbaikan dari metode *Illionis*. Metode *New Jersey* menginisialisasi cadangan awal atau akhir tahun pertama sebesar nol rupiah. Sebagian besar perhitungan cadangan premi masih menggunakan suku bunga konstan. Namun, jika kita melihat realitanya, hal tersebut kurang mencerminkan kondisi yang sebenarnya dikarenakan asuransi jiwa merupakan produk jangka panjang yang seharusnya memperhatikan fluktuasi tingkat suku bunga di masa yang akan datang. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan mengimplementasikan pendekatan yang lebih realitis menggunakan unsur stokastik pada penentuan perhitungan nilai cadangan premi dengan tingkat suku bunga stokastik model *Vasicek*. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan antara nilai cadangan premi metode *New Jersey* dengan kedua tingkat suku bunga. Dari grafik perhitungan menunjukkan bahwa nilai cadangan premi menggunakan suku bunga stokastik model *Vasicek* cenderung lebih rendah dibandingkan ketika menggunakan suku bunga konstan. Hal tersebut dapat disebabkan karena hasil variasi suku bunga yang tidak konstan pada model *Vasicek* yang akhirnya menghasilkan fluktuasi tingkat suku bunga hingga berpengaruh pada perhitungan cadangan premi.

ABSTRACT. Premium reserve allocation represents an obligation undertaken by insurance companies to set aside funds for future claims payment to policyholders. Some insurance companies have faced operational challenges, leading to their closure, primarily due to inaccurate premium reserve computations. This research aims to calculate premium reserve in lifelong insurance using the *New Jersey* method, an improvement upon the *Illionis* method. The *New Jersey* method initiates the premium reserve at the beginning or end of the first year at zero dollars. The majority of premium reserve calculations still rely on constant interest rates. However, in reality, this approach inadequately reflects future fluctuations in interest rates, which are crucial for long-term life insurance products. Therefore, this study implements a more realistic approach using stochastic elements, using the *Vasicek* stochastic interest rate model to determine premium reserve values. From this research, it was found that there was quite a significant difference between the *New Jersey* method premium reserve value and the two interest rates. The calculation graph shows that the premium reserve value using the *Vasicek* model of stochastic interest rates tends to be lower than when using constant interest rates. This can be caused by the results of non-constant variations in interest rates in the *Vasicek* model which ultimately results in fluctuations in interest rates which affect the calculation of premium reserve.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Editorial of *JJoM*: Department of Mathematics, Universitas Negeri Gorontalo, Jln. Prof. Dr. Ing. B. J. Habibie, Bone Bolango 96554, Indonesia.

1. Pendahuluan

Setiap aktivitas dalam kehidupan manusia akan selalu didapatkan pada kejadian-kejadian yang tidak terduga, seperti kecelakaan, penyakit, bencana alam, dan kematian. Kejadian tersebut dapat menimbulkan dampak negatif, termasuk risiko [1]. Untuk mengatasi dan menanggulangi kondisi tersebut, kita sebagai manusia perlu respon proaktif dalam mengurangi konsekuensi buruk yang ditimbulkan akibat risiko-risiko yang terjadi dalam kehidupan manusia. Respon proaktif ini merupakan suatu tindakan atau strategi penanganan yang efektif dalam meminimalkan po-

tensi dampak negatif yang disebabkan oleh risiko-risiko tersebut, salah satunya yaitu melalui asuransi.

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2014 tentang perasuransian, mendefinisikan pengertian mengenai asuransi [2]. Secara singkatnya, asuransi merupakan alat perlindungan yang ditawarkan perusahaan asuransi kepada peserta asuransi. Kegiatan dalam dunia industri asuransi dikelola dan dijalankan oleh berbagai perusahaan asuransi di Indonesia. Setiap perusahaan asuransi menawarkan beragam produk asuransi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan dan preferensi beragam calon peserta asuransi, salah satunya adalah asuransi

*Penulis Korespondensi.

seumur hidup, produk yang sangat populer dan hampir dimiliki oleh seluruh perusahaan asuransi di Indonesia. Asuransi seumur hidup merupakan salah satu jenis asuransi yang mana produk tersebut memberikan perlindungan kepada peserta asuransi selama seseorang tersebut masih hidup [3]. Beberapa perusahaan asuransi, biasanya membatasi untuk manfaat perlingkungannya hanya mencapai usia peserta hingga 100 tahun [4].

Menurut data dari Otoritas Jasa keuangan (OJK), jumlah perusahaan asuransi dan penunjang asuransi yang beroperasi di Indonesia pada triwulan terakhir tahun 2022 secara umum mencapai 151 perusahaan. Meskipun jumlahnya meningkat, peningkatan tersebut tidak signifikan untuk setiap tahunnya. Beberapa perusahaan asuransi menutup operasi perusahaannya, salah satunya karena masalah keuangan, kesulitan memenuhi kewajiban klaim, dan masalah manajemen.

Proses kegiatan asuransi dimulai ketika seseorang memutuskan untuk menjadi peserta asuransi. Perusahaan asuransi kemudian mengurus administrasi yang diperlukan dan menetapkan polis asuransi sebagai kontrak yang mengatur hubungan antara perusahaan dan peserta asuransi. Polis ini mencakup manfaat atau santunan yang akan diberikan selama masa kepesertaan. Setelah penandatanganan polis, peserta asuransi memiliki kewajiban membayar premi. Sebaliknya, perusahaan asuransi memiliki kewajiban membayarkan santunan kepada peserta atau ahli warisnya saat peserta asuransi meninggal dunia [5].

Perusahaan asuransi harus cermat dalam mengelola cadangan finansial, terutama cadangan premi untuk mengatasi klaim yang dapat terjadi secara tiba-tiba. Otoritas Jasa Keuangan (OJK) mengatur bahwa perusahaan asuransi harus melakukan perhitungan cadangan teknis, dengan cadangan premi sendiri merupakan salah satu komponennya. Cadangan premi berasal dari pembayaran premi peserta asuransi. Ketidaktepatan dan ketidakakuratan perusahaan asuransi dalam menghitung cadangan premi dapat berdampak fatal pada operasional perusahaan, bahkan menyebabkan penutupan perusahaan karena mengalami kerugian. Oleh karena itu, perhitungan cadangan premi yang akurat sangat penting. Pada penelitian ini, peneliti akan menghitung cadangan premi dengan menggunakan pendekatan metode New Jersey. Metode New Jersey sendiri merupakan metode perhitungan cadangan premi yang diciptakan sebagai bentuk perbaikan dari metode Illionis. Dalam metode New Jersey, nilai cadangan awal atau akhir tahun pertama dinyatakan sebesar nol rupiah [6]. Pembayaran premi pada tahun pertama digunakan oleh perusahaan asuransi untuk menutup biaya administrasi.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang telah menerapkan metode *New Jersey* dalam perhitungan cadangan premi suatu produk dari asuransi jiwa. Penelitian-penelitian tersebut diantaranya dilakukan oleh Destriana dkk. [7] yang membahas tentang perhitungan nilai cadangan prospektif pada asuransi jiwa seumur hidup menggunakan metode *New Jersey*. Demikian juga dengan Jenne dkk. [8] yang melakukan perhitungan cadangan premi dengan metode *New Jersey* pada asuransi *Join Life*. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Zulfadri dkk. [9] yang melakukan penelitian terkait modifikasi cadangan premi prospektif pada asuransi jiwa seumur hidup *joint life* menggunakan metode *New Jersey*. Terakhir, penelitian yang dilakukan oleh Bella dkk. [10] yang menggunakan metode *New Jersey* untuk melakukan estimasi pada cadangan premi asuransi *Last Survivor Endowment*. beberapa

penelitian yang telah disampaikan sebelumnya melakukan perhitungan cadangan premi menggunakan suku bunga konstan. Namun, dalam realitanya, kondisi tersebut kurang mencerminkan kondisi yang sebenarnya dikarenakan asuransi jiwa merupakan produk jangka panjang yang seharusnya memperhatikan fluktuasi tingkat suku bunga di masa yang akan datang. Dalam kehidupan nyata, tingkat suku bunga cenderung berubah dari waktu ke waktu.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan mengimplementasikan pendekatan yang lebih realitis dengan menggunakan dan menerapkan unsur stokastik. Salah satu model suku bunga stokastik yang akan diterapkan dalam penelitian ini adalah model *Vasicek*. Kemudian dari hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan bagaimana perhitungan cadangan premi menggunakan metode *New Jersey* dengan tingkat suku bunga stokastik dan tingkat suku bunga konstan. Dengan demikian, diharapkan hasil dari penelitian ini akan memberikan pendekatan teoritis yang lebih akurat dalam menggambarkan perubahan tingkat suku bunga pada perhitungan cadangan premi.

2. Metode

2.1. Tahapan Penelitian

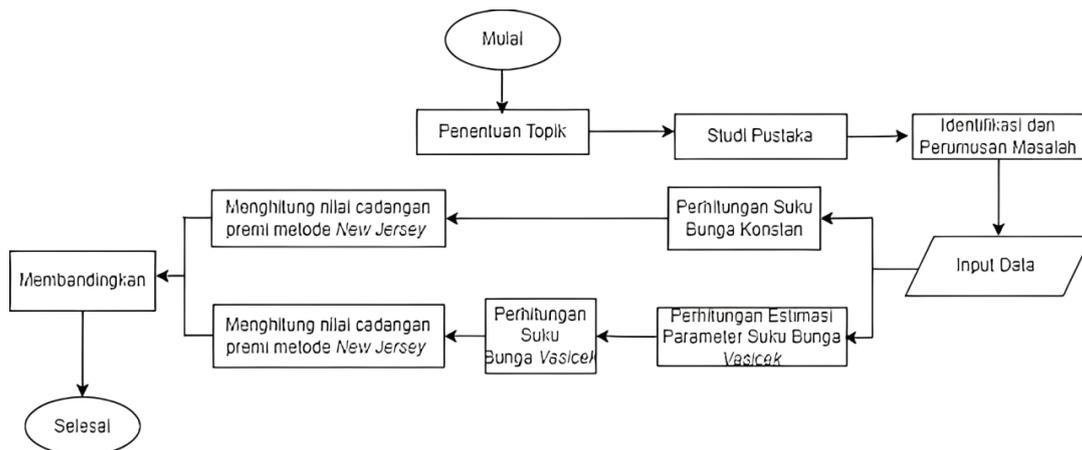
Berikut ini merupakan tahapan atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian.

1. Mensimulasikan usia atau umur peserta asuransi (berjenis kelamin laki-laki dan perempuan) dalam x tahun. Definisi operasional variabel yang digunakan, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Definisi operasional variabel

Variabel	Definisi	Satuan
r	Suku bunga bank Indonesia	Persen
x	Usia peserta asuransi	Tahun
q_x	Peluang meninggal seseorang yang berusia x tahun	-
p_x	Peluang hidup seseorang yang berusia x tahun	-
l_x	Jumlah orang yang masih hidup sampai usia x tahun	Jiwa

2. Menentukan estimasi parameter tingkat suku bunga *Vasicek*.
3. Menentukan tingkat suku bunga menggunakan model *Vasicek*.
4. Menghitung nilai tunai pembayaran (v).
5. Menentukan besarnya santunan atau *benefit* yang akan diterima oleh peserta asuransi.
6. Menentukan tabel mortalitas yang akan digunakan.
7. Dari TMI IV yang digunakan, selanjutnya menghitung nilai banyaknya orang yang meninggal dari usia x sampai usia $x+1$ tahun (d_x).
8. Sebelum menghitung nilai anuitas seumur hidup diperlukan beberapa nilai komutasi dalam perhitungan asuransi diantaranya yaitu D_x , C_x , N_x , dan M_x .
9. Menghitung nilai anuitas seumur hidup (\ddot{a}_x).
10. Melakukan perhitungan premi bersih tunggal asuransi jiwa seumur hidup (A_x).
11. Melakukan perhitungan premi bersih tahunan asuransi jiwa seumur (P_x).
12. Melakukan perhitungan premi bersih lanjutan asuransi jiwa seumur hidup sebagai awalan untuk menghitung cadangan



Gambar 1. Flowchart alur penelitian

premi metode *New Jersey* (β^J).

13. Melakukan perhitungan nilai cadangan premi metode *New Jersey* (${}_tV^J$).
14. Melakukan perhitungan yang sama dari langkah 7 sampai 13 untuk Tabel Mortalitas Indonesia (TMI IV) pada peserta asuransi perempuan.
15. Untuk suku bunga konstan, peneliti menentukan tingkat suku bunga yang akan digunakan yaitu tingkat suku bunga di Indonesia pada saat ini.
16. Dengan langkah yang sama, peneliti melakukan perhitungan yang sama dari langkah 4 sampai 14 pada tingkat suku bunga konstan.
17. Membandingkan nilai cadangan premi metode *New Jersey* pada asuransi seumur hidup dengan tingkat suku bunga stokastik dan konstan.

Langkah-langkah yang telah dijelaskan sebelumnya dapat direpresentasikan dalam bentuk *flowchart* yang menggambarkan tahapan penelitian seperti pada Gambar 1.

2.2. Tingkat Suku Bunga Stokastik

Perubahan tingkat suku bunga seiring berjalannya waktu atau bersifat fluktuatif merupakan suatu proses stokastik, tingkat suku bunga tersebut disebut dengan suku bunga stokastik. Untuk mengestimasi suku bunga stokastik diperlukan suatu model tingkat suku bunga stokastik. Pada penelitian ini, tingkat suku bunga stokastik yang digunakan adalah model *Vasicek*. Tingkat suku bunga model *Vasicek* dapat digunakan untuk memprediksi besarnya tingkat bunga pada periode kedepan [11]. Selain itu, model suku bunga ini menggambarkan suku bunga sesaat yang mengikuti persamaan diferensial stokastik yang dinyatakan pada Persamaan (1):

$$dr(t) = k(\theta - r(t))dt + \sigma dW(t), \quad (1)$$

dimana $dr(t)$ merupakan perubahan tingkat suku bunga pada interval waktu tertentu. Faktor k menggambarkan kecepatan dari mean reversion, yaitu seberapa cepat tingkat suku bunga kembali ke rata-rata jangka panjangnya. Parameter θ mewakili rata-rata tingkat suku bunga jangka waktu panjang, sedangkan σ menunjukkan volatilitas sesaat atau fluktuasi yang terjadi dalam periode waktu singkat.

Solusi rekursif dari persamaan model *Vasicek* diatas perlu dicari dikarenakan model suku bunga *Vasicek* merupakan metode

tingkat suku bunga dari proses *Ornstein Uhlenbeck* (OU) [12]. Selain itu, dalam penelitian lain juga menyebutkan bahwa suku bunga *Vasicek* berasumsi tingkat suku bunga jangka pendek dan berkembang secara dinamis mengikuti teori *Ornstein-Uhlenbeck* [13]. Selanjutnya, proses OU dilakukan mengikuti Persamaan (2):

$$dX(t) = -kX(t)dt + \sigma dW(t), \quad (2)$$

dengan mengikuti proses OU, solusi rekursif dari model suku bunga *Vasicek* didapatkan dengan cara mengalikan $X(t)$ dengan fungsi eksponensial e^{kt} , menghasilkan Persamaan (3):

$$r(t) = e^{-kt}r(0) + \theta(1 - e^{-kt}) + \sigma e^{-kt} \int_0^t e^{ks} dW(s). \quad (3)$$

Sebelum melakukan estimasi, menentukan nilai Δt . Δt merupakan perubahan waktu (fluktuasi) tingkat suku bunga. Nilai Δt dapat dilakukan pemisalan:

$$\Delta t = (t + 1) - t = 1.$$

Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan dalam mencari parameter k dan θ . Parameter k dihitung menggunakan Persamaan (4):

$$k = \frac{(n^2 - 2n + 1 + S_1) - S_2 - (n - 1)S_3}{(n^2 - 2n + 1 - S_4)\Delta t}, \quad (4)$$

dengan

$$S_1 = \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} \cdot \frac{1}{r_t}, \quad S_2 = \sum_{t=1}^{n-1} r_t \cdot \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t},$$

$$S_3 = \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t}, \quad S_4 = \sum_{t=1}^{n-1} r_t \cdot \frac{1}{r_t}.$$

Pada Persamaan (4), r_t merupakan tingkat suku bunga pada waktu t , dan r_{t+1} adalah tingkat suku bunga pada waktu $t + 1$, n adalah jumlah periode pengamatan, dan yang terakhir Δt merupakan interval waktu antara dua pengamatan berturut-turut. Adapun parameter θ dihitung menggunakan Persamaan (5):

$$\theta = \frac{(n - 1)R_2 - S_3R_1}{(n^2 - 2n + 1 + R_2R_3) - S_2 - (n - 1)S_3}. \quad (5)$$

dengan S_2, S_3 pada Persamaan (4),

$$R_1 = \sum_{t=1}^{n-1} r_t, R_2 = \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1}, \text{ dan } R_3 = \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t}.$$

Parameter θ adalah rata-rata tingkat suku bunga jangka panjang yang diestimasi berdasarkan data historis tingkat suku bunga. Selanjutnya untuk estimasi nilai σ , digunakan Persamaan (6):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{r_{t+1} - r_t}{\sqrt{rt}} - \frac{\theta}{\sqrt{rt}} + k\sqrt{rt} \right)^2}, \quad (6)$$

Parameter σ menunjukkan volatilitas sesaat, yang mengukur fluktuasi tingkat suku bunga dalam jangka pendek.

2.3. Tabel Mortalitas Indonesia (TMI)

Tabel mortalitas yaitu tabel yang memuat peluang seseorang meninggal menurut usianya dari kelompok orang yang mengikuti asuransi (pemegang polis asuransi). Dalam menghitung premi, seorang aktuaris menggunakan tabel mortalitas sebagai pedomannya [14]. Pada bidang ilmu aktuaria dan demografi kehidupan manusia, tabel mortalitas menunjukkan besarnya peluang meninggalnya anggota populasi dalam setiap kelompok usia atau umur. Kemudian untuk mempermudah perhitungan ke tahap selanjutnya, dapat menambahkan informasi perhitungan tambahan yaitu banyaknya orang yang meninggal dari usia x tahun hingga mencapai usia $x + 1$ tahun, yang disimbolkan dengan (d_x) menggunakan Persamaan (7):

$$d_x = l_x - l_{x+1}. \quad (7)$$

2.4. Simbol Komutasi

Simbol komutasi merupakan perhitungan nilai-nilai yang dibuat dengan tujuan untuk mempermudah perhitungan yang ada di dalam tabel mortalitas. Simbol-simbol ini biasanya digunakan untuk melakukan perhitungan dalam kegiatan perasuransian, seperti menghitung anuitas, premi tahunan, dan yang lainnya [15]. Berikut ini merupakan simbol komutasi yang digunakan dalam analisis. Notasi D_x dinyatakan dalam formulasi pada Persamaan (8):

$$D_x = v^x \cdot l_x, \quad (8)$$

dimana v^x adalah faktor diskon untuk periode x dan l_x merupakan jumlah orang yang masih hidup sampai usia x tahun. Selanjutnya, notasi C_x dinyatakan pada Persamaan (9):

$$C_x = v^{x+1} \cdot d_x. \quad (9)$$

Pada persamaan diatas, v^{x+1} adalah faktor diskon untuk periode $x + 1$ tahun dan d_x merupakan banyaknya orang yang meninggal dari usia x tahun hingga mencapai usia $x + 1$ tahun.

Notasi N_x merupakan jumlah dari D_x yang dinyatakan pada Persamaan (10):

$$N_x = \sum_{k=0}^w D_{x+k} = D_x + D_{x+1} + \dots + D_w, \quad (10)$$

sedangkan notasi M_x adalah jumlah dari C_x , dinyatakan dalam formulasi pada persamaan (11):

$$M_x = \sum_{k=0}^w C_{x+k} = C_x + C_{x+1} + \dots + C_w. \quad (11)$$

2.5. Anuitas

Anuitas merupakan serangkaian pembayaran yang dilakukan dalam jangka atau interval waktu tertentu. Secara umum anuitas juga disebut sebagai cicilan pembayaran. Anuitas sendiri terbagi menjadi 2, yaitu anuitas hidup (*life annuity*) dan anuitas pasti (*annuity certain*). Anuitas hidup merupakan rangkaian pembayaran berdasarkan mati dan hidupnya seseorang, sedangkan yang dimaksud anuitas pasti adalah rangkaian pembayaran tanpa ketentuan [15].

Anuitas hidup dilakukan selama seseorang masih hidup dengan besarnya pembayaran dapat tetap atau berubah-ubah dan pembayaran tersebut akan berhenti jika seseorang sudah meninggal dunia. Sedangkan yang dimaksud dengan anuitas seumur hidup merupakan pembayaran yang dilakukan oleh seseorang ketika masih hidup dan perjanjian tersebut akan berakhir jika seseorang mengalami risiko atau kerugian. Adapun rumus untuk mencari anuitas seumur hidup untuk seseorang yang berusia x tahun dengan pembayaran dilakukan tahunan sebesar 1 satuan dinyatakan pada persamaan (12):

$$a_x = \frac{N_{x+1}}{D_x}. \quad (12)$$

Persamaan (12) menunjukkan bahwa anuitas seumur hidup yang disimbolkan dengan a_x didapatkan dari hasil rasio antara N_{x+1} dan D_x , dimana N_{x+1} merupakan jumlah dari D_{x+1} dan D_w . Kemudian untuk perhitungan nilai tunai anuitas hidup awal pada asuransi seumur hidup dengan pembayaran tahunan sebesar 1 santunan saat tertanggung dalam usia x tahun dapat dinotasikan dengan \ddot{a}_x dan dihitung menggunakan Persamaan (13):

$$\ddot{a}_x = \frac{N_x}{D_x}. \quad (13)$$

Persamaan (13) menunjukkan bahwa nilai tunai anuitas seumur hidup awal yang disimbolkan dengan \ddot{a}_x yang dihitung dari rasio antara N_x dan D_x , dimana N_x merupakan jumlah dari D_x dan D_w .

2.6. Premi Asuransi

Premi tahunan bersih merupakan premi yang pembayarannya dilakukan setiap tahun oleh tertanggung asuransi kepada perusahaan asuransi. Premi tahunan bersih dinotasikan dengan P_x menggunakan Persamaan (14):

$$P_x = \frac{A_x}{\ddot{a}_x}. \quad (14)$$

2.7. Metode New Jersey

Metode pendekatan *New Jersey* merupakan salah satu metode perhitungan cadangan premi yang diciptakan sebagai bentuk perbaikan dari metode *Illionis* [16]. Dalam hal ini, diperlukan perhitungan premi bersih lanjutan yang disesuaikan (β^J) menggunakan Persamaan (15) [17]:

$$\beta^J = \frac{M_{x+1}}{N_{x+1}}. \quad (15)$$

Jadi yang dimaksud dengan premi bersih lanjutan yang disesuaikan (β^J) yaitu premi bersih tahunan yang ditetapkan bagi peserta atau seseorang yang usianya setahun lebih tua dari usia

Tabel 2. Perhitungan parameter suku bunga Vasicek

No	r_t	r_{t+1}	$\frac{1}{r_t}$	$\frac{r_{t+1}}{r_t}$	$\sqrt{r_t}$	$r_{t+1} - r_t$	$\frac{r_{t+1} - r_t}{\sqrt{r_t}}$
1	5.77	6.48	0.17329	1.12276	2.40225	0.70840	0.29489
2	6.48	7.54	0.15434	1.16399	2.54543	1.06250	0.41742
3	7.54	7.52	0.13260	0.99723	2.74622	-0.02090	-0.00761
4	7.52	6	0.13296	0.79779	2.74241	-1.52080	-0.55455
5	6	4.56	0.16667	0.76042	2.44949	-1.43750	-0.58686
6	4.56	5.10	0.21918	1.11873	2.13600	0.54170	0.25360
7	5.10	5.63	0.19592	1.10203	2.25925	0.52080	0.23052
8	5.63	4.25	0.17778	0.75556	2.37171	-1.37500	-0.57975
9	4.25	3.52	0.23529	0.82842	2.06155	-0.72920	-0.35371
10	3.52	4	0.28403	1.13611	1.87638	0.47920	0.25539
11	4	5.75	0.25000	1.43750	2	1.75	0.87500
12	5.75						
Total	60.38	60.35	2.12205	11.22052			

Tabel 3. Perhitungan suku bunga Vasicek

$\sqrt{r_t}$	$\frac{r_{t+1} - r_t}{\sqrt{r_t}}$	$\frac{\theta}{\sqrt{r_t}}$	$\frac{k}{\sqrt{r_t}}$	$\left(\frac{r_{t+1} - r_t}{\sqrt{r_t}} - \frac{\theta}{\sqrt{r_t}} + k\sqrt{r_t}\right)^2$
2.40225	1.33204	1.33204	1.33204	1.33204
2.54543	0.72855	0.72855	0.72855	0.72855
2.74622	1.10547	1.10547	1.10547	1.10547
2.74241	2.56783	2.56783	2.56783	2.56783
2.44949	3.90251	3.90251	3.90251	3.90251
2.13600	2.47218	2.47218	2.47218	2.47218
2.25925	1.99545	1.99545	1.99545	1.99545
2.37171	4.27982	4.27982	4.27982	4.27982
2.06155	5.28158	5.28158	5.28158	5.28158
1.87638	4.06344	4.06344	4.06344	4.06344
2	1.37515	1.37515	1.37515	1.37515
Total				29.10402

peserta asuransi saat ini ($x + 1$) tahun. Kemudian untuk besar santunan (S) = 1, dapat dirumuskan untuk penentuan nilai cadangan prospektif menggunakan pendekatan *New Jersey* pada **Persamaan (16)**:

$${}_tV^J = S (A_{x+t} - \beta^J \ddot{a}_{x+t}), \tag{16}$$

dengan

- ${}_tV^J$: Nilai cadangan menggunakan metode *New Jersey*
- S : Besarnya santunan (*benefit*)
- A_{x+t} : Premi bersih Tunggal asuransi jiwa seumur hidup pada usia $x + t$ tahun
- β^J : Premi bersih lanjutan yang disesuaikan
- \ddot{a}_{x+t} : Nilai anuitas awal seumur hidup pada usia $x + t$ tahun.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan analisis perhitungan cadangan premi menggunakan metode *New Jersey* pada asuransi seumur hidup dengan tingkat suku bunga stokastik model *Vasicek* dan suku bunga konstan.

3.1. Asumsi

Penelitian ini menggunakan data simulasi dari peserta asuransi yakni perhitungan cadangan premi dilakukan pada peserta asuransi yang berusia 25 tahun ($x = 25$), baik laki-laki maupun perempuan. Asumsi lainnya yaitu meliputi:

1. Tingkat suku bunga konstan (r) = 5.75% (Berdasarkan nilai suku bunga Indonesia pada bulan Agustus).
2. Tingkat suku bunga stokastik diperoleh dari perhitungan data historis *BI Rate* dari 2012 hingga 2023.
3. Besarnya manfaat atau santunan jika peserta meninggal sebesar 100.000.000.
4. Penggunaan Tabel Mortalitas IV Tahun 2019 dengan kategori jenis kelamin laki-laki dan perempuan, untuk selanjutnya menghitung nilai banyaknya orang yang meninggal dari usia x sampai usia $x + 1$ tahun (d_x).

3.2. Perhitungan Suku Bunga Vasicek

Untuk melakukan perhitungan parameter k , θ , dan σ pada model suku bunga *Vasicek* pada penelitian ini digunakan data rata-rata tingkat suku bunga tahunan Bank Indonesia (*BI Rate*) dari tahun 2012 hingga 2023 [18]. Untuk mempermudah perhitungan parameter suku bunga stokastik diperlukan tabel bantuan perhitungan. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada **Tabel 2**.

Data historis yang digunakan dari tahun 2012 hingga 2023 berjumlah 12 data ($n = 12$). Kemudian dengan menggunakan **Persamaan (4)**, perhitungan nilai k didapat sebesar 0.347, sedangkan untuk perhitungan parameter θ mengikuti **Persamaan (5)** sehingga didapatkan nilai θ adalah 5.483. Setelah mendapatkan nilai k dan θ , dilakukan perhitungan kembali dengan membentuk tabel bantuan perhitungan yang disajikan dalam **Tabel 3**.

Dengan bantuan tabel perhitungan, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai parameter σ menggunakan Persamaan (6) dan didapatkan nilai parameter σ sebesar 1.706. Setelah mendapatkan nilai parameter k , θ , dan σ , selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat suku bunga dengan $t = 1, 2, 3, \dots$, dst menggunakan Persamaan (3). Tabel perhitungan tingkat suku bunga stokastik untuk 10 periode kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan suku bunga stokastik

t	$r(t)$
1	7.11327
2	8.07687
3	8.75797
4	9.23940
5	9.57968
6	9.82021
7	9.99022
8	10.11039
9	10.19533
10	10.25537
2	1.37515

Hasil perhitungan suku bunga stokastik model Vasicek tersebut, selanjutnya digunakan dalam perhitungan nilai cadangan premi.

3.3. Perhitungan Nilai Cadangan Premi dengan Tingkat Suku Bunga Stokastik Peserta Asuransi Laki-laki

3.3.1. Nilai anuitas seumur hidup

Untuk menghitung nilai anuitas seumur hidup bagi peserta asuransi jiwa yang berusia 25 tahun ($x = 25$), pertama-tama yang dilakukan adalah menghitung nilai komutasi yang diawali dengan menghitung nilai D_x menggunakan Persamaan (8). Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai komutasi D_x sebesar 17707.860. Setelah mendapatkan nilai komutasi D_x , langkah selanjutnya adalah menghitung komutasi nilai C_x menggunakan Persamaan (9) dan didapatkan nilai C_x sebesar 6.810823481. Perhitungan nilai komutasi selanjutnya yakni perhitungan nilai N_x menggunakan Persamaan (10). Perhitungan komutasi untuk nilai N_x peserta asuransi jiwa seumur hidup yang berusia 25 tahun ($x = 25$) sampai $w = 110$ sebesar 111086.316288.

Perhitungan nilai komutasi yang terakhir adalah perhitungan nilai M_x untuk peserta asuransi jiwa seumur hidup yang berusia 25 tahun ($x = 25$) sampai $w = 110$, didapatkan hasil sebesar 150.9900345. Setelah mendapatkan nilai untuk setiap simbol komutasi, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan anuitas seumur hidup peserta asuransi jiwa seumur hidup yang berusia 25 tahun ($x = 25$) dengan jenis kelamin laki-laki menggunakan Persamaan (13) dan didapatkan nilai sebesar 6.27327732. Hal ini menunjukkan bahwa peserta akan menerima pembayaran anuitas sebesar 6.27327732 kali dari premi tahunan yang dibayarkan hingga usia peserta asuransi mencapai 110 tahun.

3.3.2. Nilai premi bersih tahunan asuransi jiwa seumur hidup

Perhitungan premi bersih tunggal peserta asuransi jiwa seumur hidup yang berusia 25 tahun ($x = 25$) didapatkan sebesar 0.00852672. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mendapatkan atau mengamankan besarnya manfaat atau benefit asuransi, pre-

mi tunggal sebesar 0.00852672 harus dibayarkan pada awal periode asuransi. Selanjutnya dengan menggunakan Persamaan (14), perhitungan premi bersih tahunan untuk peserta asuransi yang sama menghasilkan nilai sebesar 0.00135921. Premi ini merupakan jumlah uang yang harus dibayar oleh peserta asuransi setiap tahunnya.

3.3.3. Perhitungan nilai cadangan premi prospektif

Sebelum menghitung perhitungan cadangan premi menggunakan metode New Jersey, akan dilakukan perhitungan nilai cadangan premi prospektif pada asuransi jiwa seumur hidup untuk peserta asuransi yang berusia 25 tahun ($x = 25$) dan $t = 1$, yaitu

$$\begin{aligned} {}_1V_{25} &= S (A_{25+1} - P_{25} \ddot{a}_{25+1}) \\ &= 100000000 (0.01101367 - (0.00135921 \times 7.13306696)) \\ &= 100000000 \times 0.0013183132 \\ &= Rp131,831.32 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut menunjukkan bahwa pada akhir tahun pertama, perusahaan asuransi harus memiliki dana cadangan sebesar 131,831.32 untuk memenuhi kewajiban di masa depan ketika terjadi klaim pada peserta asuransi terkait.

3.3.4. Nilai premi bersih lanjutan asuransi jiwa seumur hidup

Perhitungan premi bersih lanjutan untuk peserta asuransi jiwa seumur hidup yang berusia 25 tahun ($x = 25$), menggunakan persamaan berikut ini.

$$\beta^J = P_{25+1} = P_{26}$$

dimana perhitungan premi menggunakan Persamaan (14) untuk peserta asuransi yang usianya satu tahun diatas usia peserta asuransi saat ini. Didapatkan untuk premi bersih lanjutan tersebut sebesar 0.00154403. Hasil dari perhitungan premi bersih lanjutan ini selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan cadangan premi menggunakan metode New Jersey.

3.3.5. Perhitungan nilai cadangan premi metode New Jersey

Langkah terakhir setelah menentukan premi bersih lanjutan, dilakukan perhitungan nilai cadangan premi metode New Jersey untuk peserta asuransi yang berusia 25 tahun ($x = 25$) dan $t = 1$. Dengan menggunakan Persamaan (16) didapatkan nilai cadangan premi sebesar Rp. 0.00 dan tahun kedua didapatkan nilai cadangan premi sebesar Rp 142,800.14 Perhitungan nilai cadangan akhir tahun ketiga hingga selesai akan diteruskan menggunakan persamaan dan perhitungan yang sama, kemudian untuk peserta asuransi perempuan dengan langkah yang sama namun menggunakan tabel mortalitas yang berbeda.

3.4. Perhitungan Nilai Cadangan Premi dengan Tingkat Suku Bunga Konstan Peserta Asuransi Laki-laki

3.4.1. Nilai anuitas seumur hidup

Untuk menghitung nilai anuitas seumur hidup bagi peserta asuransi jiwa yang berusia 25 tahun ($x = 25$) dengan tingkat suku bunga konstan, pertama-tama yang dilakukan adalah menghitung nilai komutasi yang diawali dengan menghitung nilai D_x menggunakan Persamaan (8). Dari hasil perhitungan, didapatkan untuk nilai komutasi D_x sebesar 24391.485. Setelah mendapatkan nilai komutasi D_x , langkah selanjutnya adalah menghitung komutasi

nilai C_x menggunakan [Persamaan \(9\)](#) dan didapatkan untuk nilai C_x sebesar 11.99392172. Perhitungan nilai komutasi selanjutnya yakni perhitungan nilai N_x menggunakan [Persamaan \(10\)](#), perhitungan komutasi untuk nilai N_x peserta asuransi jiwa seumur hidup yang berusia 25 tahun ($x = 25$) sampai $w = 110$ sebesar 418300.269296.

Untuk perhitungan nilai komutasi yang terakhir adalah perhitungan nilai M_x untuk peserta asuransi jiwa seumur hidup yang berusia 25 tahun ($x = 25$) sampai $w = 110$, didapatkan hasil sebesar 1647.022229. Setelah mendapatkan nilai untuk setiap simbol komutasi, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan anuitas seumur hidup peserta asuransi jiwa seumur hidup yang berusia 25 tahun ($x = 25$) dengan jenis kelamin laki-laki menggunakan [Persamaan \(13\)](#) dan didapatkan nilai sebesar 17.14943836. Hal ini menunjukkan bahwa peserta akan menerima pembayaran anuitas sebesar 17.14943836kali dari premi tahunan yang dibayarkan hingga usia peserta asuransi mencapai 110 tahun.

3.4.2. Nilai premi bersih tahunan asuransi jiwa seumur hidup

Perhitungan premi bersih tunggal peserta asuransi jiwa seumur hidup yang berusia 25 tahun ($x = 25$) didapatkan sebesar 0.06752448. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mendapatkan atau mengamankan besarnya manfaat atau benefit asuransi, premi tunggal sebesar 0.06752448 harus dibayarkan pada awal periode asuransi. Selanjutnya menggunakan [Persamaan \(14\)](#), perhitungan premi bersih tahunan untuk peserta asuransi yang sama menghasilkan nilai sebesar 0.00393742. Premi ini merupakan jumlah uang yang harus dibayar oleh peserta asuransi setiap tahunnya.

3.4.3. Perhitungan nilai cadangan premi prospektif

Sebelum menghitung perhitungan cadangan premi menggunakan metode *New Jersey*, akan dilakukan perhitungan nilai cadangan premi prospektif pada asuransi jiwa seumur hidup untuk peserta asuransi yang berusia 25 tahun ($x = 25$) dan $t = 1$, yaitu

$$\begin{aligned} {}_1V_{25} &= S(A_{25+1} - P_{25} \ddot{a}_{25+1}) \\ &= 100000000(0.07092401 - (0.00393742 \times 17.08691626)) \\ &= 100000000 \times 0.0036457133 \\ &= Rp\ 364,571.33. \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut menunjukkan bahwa pada akhir tahun pertama, perusahaan asuransi harus memiliki dana cadangan sebesar Rp 364,571.33 untuk memenuhi kewajiban di masa depan ketika terjadi klaim pada peserta asuransi terkait.

3.4.4. Nilai premi bersih lanjutan asuransi jiwa seumur hidup

Perhitungan premi bersih lanjutan untuk peserta asuransi jiwa seumur hidup yang berusia 25 tahun ($x = 25$).

$$\beta^J = P_{25+1} = P_{26}$$

dimana perhitungan premi menggunakan [Persamaan \(14\)](#) untuk peserta asuransi yang usianya satu tahun diatas usia peserta asuransi saat ini. Didapatkan untuk premi bersih lanjutan tersebut sebesar 0.00415078. Hasil dari perhitungan premi bersih lanjutan ini selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan cadangan premi menggunakan metode *New Jersey*.

3.4.5. Perhitungan nilai cadangan premi metode New Jersey

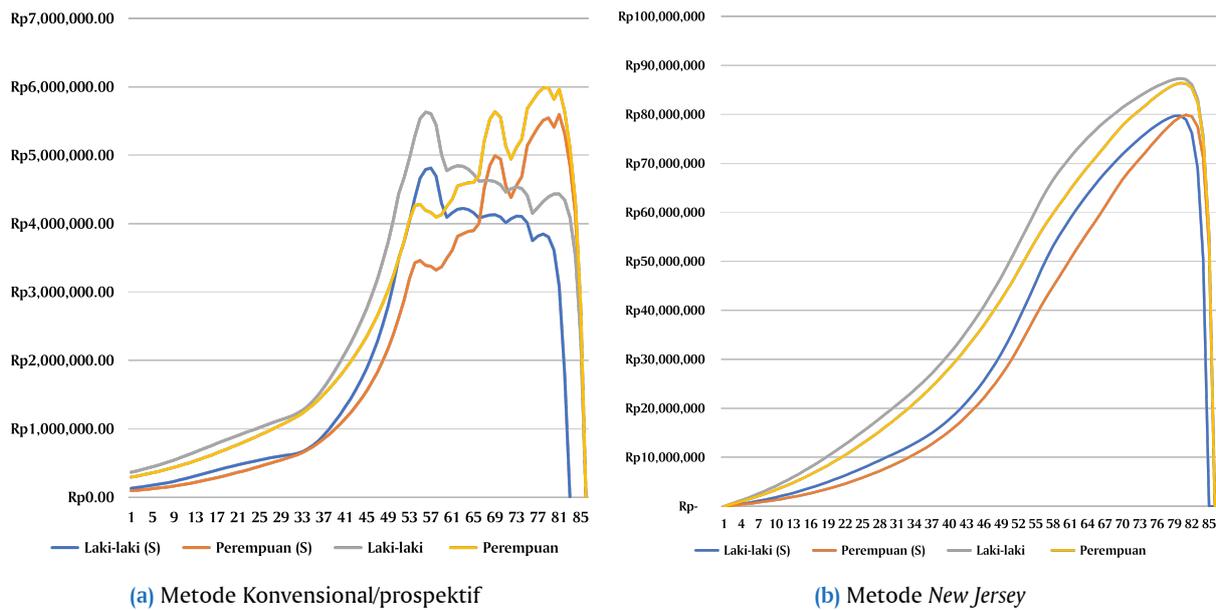
Langkah terakhir setelah menentukan premi bersih lanjutan, dilakukan perhitungan nilai cadangan premi metode *New Jersey* untuk peserta asuransi yang berusia 25 tahun ($x = 25$) dan $t = 1$. Dengan menggunakan [Persamaan \(16\)](#), didapatkan nilai cadangan preminya sebesar Rp 0.00 dan tahun kedua didapatkan nilai cadangan premi sebesar Rp 348,156.16. Perhitungan nilai cadangan akhir tahun ketiga hingga selesai akan diteruskan menggunakan persamaan perhitungan yang sama, kemudian untuk peserta asuransi perempuan dengan langkah yang sama namun menggunakan tabel mortalitas yang berbeda.

3.5. Perbandingan Perhitungan Nilai Cadangan Premi dengan Tingkat Suku Bunga Stokastik dan Konstan

Perhitungan akhir untuk nilai cadangan premi dengan menggunakan tingkat suku bunga stokastik maupun konstan dengan peserta asuransi laki-laki dan perempuan disajikan dalam visualisasi atau grafik, yang menggambarkan hasil perhitungan nilai cadangan premi dengan menggunakan metode konvensional prospektif dan metode prospektif dengan pendekatan *New Jersey* untuk mempermudah mengidentifikasi. Perbandingan perhitungan cadangan premi diberikan pada [Gambar 2](#).

Drafik pada [Gambar 2a](#) menunjukkan perbandingan perhitungan cadangan premi menggunakan metode konvensional (prospektif) baik untuk peserta asuransi perempuan maupun laki-laki dengan menggunakan suku bunga stokastik dan konstan. Pada grafik tersebut, terjadi perubahan nilai yang tidak berpola naik turunnya untuk usia peserta asuransi 50 hingga 75, sedangkan untuk grafik nilai cadangan premi menggunakan metode *New Jersey* menunjukkan pola yang konsisten naik untuk kedua jenis suku bunga. Hal tersebut mengindikasikan bahwa metode *New Jersey* menghasilkan pola yang stabil dalam proyeksi nilai cadangan premi dari waktu ke waktu. Maka dari itu penelitian ini membahas lebih lanjut mengenai perhitungan cadangan premi menggunakan metode *New Jersey*.

Selanjutnya, [Gambar 2b](#) menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan antara nilai cadangan premi metode *New Jersey* dengan suku bunga stokastik model *Vasicek* dan suku bunga konstan. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa nilai cadangan premi menggunakan suku bunga stokastik model *Vasicek* cenderung lebih rendah dibandingkan ketika menggunakan suku bunga konstan. Hal tersebut dapat disebabkan karena hasil variasi suku bunga yang tidak konstan pada model *Vasicek* yang akhirnya menghasilkan fluktuasi tingkat suku bunga hingga berpengaruh pada perhitungan cadangan premi. Dalam kedua perhitungan cadangan premi metode *New Jersey* baik menggunakan suku bunga stokastik maupun konstan, didapatkan bahwa cadangan premi peserta asuransi perempuan cenderung lebih kecil dibandingkan dengan nilai cadangan premi pada peserta asuransi laki-laki. Hal tersebut terjadi karena, angka harapan hidup laki-laki lebih pendek daripada angka harapan hidup perempuan. Adapun faktor yang menyebabkan hasil tersebut dapat disebabkan karena faktor risiko laki-laki lebih besar daripada perempuan. Kebanyakan pekerjaan dengan risiko tinggi dilakukan oleh laki-laki. Kemudian jika melihat dari segi kesehatan, laki-laki yang mengonsumsi minuman keras dan merokok cenderung lebih banyak daripada Perempuan. Hal tersebutlah yang menyebabkan angka harapan hidup laki-laki lebih rendah daripada perempuan. Jika dikaitkan



Gambar 2. Grafik perbandingan perhitungan cadangan premi

dengan tabel mortalitas, dapat dilihat bahwa banyaknya orang yang masih hidup sampai usia x tahun pada peserta asuransi laki-laki lebih rendah daripada peserta asuransi perempuan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, penggunaan metode *New Jersey* dengan model suku bunga stokastik *Vasicek* untuk menentukan nilai cadangan premi pada asuransi jiwa seumur hidup pada peserta asuransi laki-laki dan perempuan menunjukkan kenaikan yang signifikan dari awal hingga akhir periode. Pada kedua jenis peserta, nilai cadangan terendah tercatat pada akhir tahun pertama sebesar Rp 0, dan kembali ke Rp 0 pada akhir periode, sementara nilai tertingginya bagi peserta laki-laki sebesar Rp 79,731,640.46 dan peserta perempuan sebesar Rp 79,904,855.42. Dalam penggunaan metode yang sama, namun dengan tingkat suku bunga konstan, hasilnya menunjukkan kenaikan signifikan pada kedua jenis peserta asuransi. Nilai terendah tetap pada Rp 0, di akhir tahun pertama, sementara nilai tertinggi bagi peserta asuransi laki-laki adalah Rp 87,327,421 dan peserta perempuan sebesar Rp 86,392,617.57. Terlihat adanya perbedaan yang cukup signifikan antara nilai cadangan premi metode *New Jersey* dengan suku bunga stokastik model *Vasicek* dan suku bunga konstan. Dari grafik perhitungan menunjukkan bahwa penggunaan suku bunga stokastik model *Vasicek* cenderung menghasilkan nilai cadangan premi lebih rendah, yang disebabkan oleh variasi suku bunga yang tidak konstan pada model *Vasicek* sehingga mengakibatkan fluktuasi tingkat suku bunga hingga berpengaruh pada perhitungan cadangan premi.

Kontribusi Penulis. Yuni Sulistyawati: Penyusunan konsep ide dan gagasan, metodologi penelitian, studi literatur, analisis, visualisasi data, dan penyusunan naskah. Mujiati Dwi Kartikasari: Penyusunan konsep ide dan gagasan, metodologi penelitian, tinjauan literatur, analisis, validasi, tinjauan hasil penulisan, dan evaluasi. Semua penulis telah mem-

baca dan menyetujui versi manuskrip yang diterbitkan.

Ucapan Terima Kasih. Para penulis menyampaikan terima kasih kepada editor dan reviewer atas pembacaan yang cermat, kritik yang mendalam, dan rekomendasi yang praktis untuk meningkatkan kualitas tulisan ini.

Pembiayaan. Penelitian ini tidak menerima pembiayaan eksternal.

Konflik Kepentingan. Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan yang terkait dengan artikel ini.

Referensi

- [1] H. Darmawi, *Manajemen Risiko*. Bumi Aksara, 2022.
- [2] Otoritas Jasa Keuangan, "Surat Edaran Otoritas Jasa Keuangan Nomor 27/SE-OJK.05/2017 Tentang Pedoman Pembentukan Cadangan Teknis Bagi Perusahaan Asuransi Dan Perusahaan Reasuransi," pp. 1–13, 2017.
- [3] D. T. Subagiyo dan F. M. Salviana, *Buku Hukum Asuransi*. 2016. [Daring]. Tersedia pada: [https://eRepository.uwks.ac.id/5191/1/Buku Hukum Asuransi.pdf](https://eRepository.uwks.ac.id/5191/1/Buku_Hukum_Asuransi.pdf).
- [4] A. J. Fikri, A. A. Muhartini, O. Sharoni, T. Febrianti, dan I. Mahuda, "Perbandingan Perhitungan Premi Asuransi Jiwa Berjangka, Seumur Hidup, dan Dwiguna pada Kasus Laki-Laki dan Perempuan," *J. Bayesian J. Ilm. Stat. dan Ekon.*, vol. 2, no. 1, pp. 31–38, 2022, doi: [10.46306/bay.v2i1.26](https://doi.org/10.46306/bay.v2i1.26).
- [5] I. G. A. G. Dwipayana, I. N. Widana, dan K. Sari, "Menentukan Formula Cadangan Premi Asuransi Jiwa Last Survivor Menggunakan Metode New Jersey," *J. Mat.*, vol. 8, no. 4, pp. 264–268, 2019, doi: [10.24843/MTK.2019.v08.i04.p263](https://doi.org/10.24843/MTK.2019.v08.i04.p263).
- [6] S. Nurrohmah dan O. Rohaeni, "Aplikasi Metode New Jersey Untuk Menentukan Cadangan Premi Asuransi Jiwa Berjangka," *J. Ris. Mat.*, vol. 2, no. 1, pp. 59–66, 2022, doi: [10.29313/jrm.v2i1.1017](https://doi.org/10.29313/jrm.v2i1.1017).
- [7] Destriani, N. Satyahadewi, dan M. N. Mara, "Penentuan Nilai Cadangan Prospektif pada Asuransi Jiwa Seumur Hidup Menggunakan Metode New Jersey," *Bul. Ilm. Mat.Stat dan Ter.*, vol. 3, no. 1, pp. 7–12, 2014, doi: [10.26418/bbimst.v3i01.4462](https://doi.org/10.26418/bbimst.v3i01.4462).
- [8] J. L. Tewo, I. N. Widana, dan T. B. Oka, "Penentuan Cadangan Premi dengan Metode New Jersey pada Asuransi Joint Life," *E-Jurnal Mat.*, vol. 7, no. 3, pp. 226, 2018, doi: [10.24843/MTK.2018.v07.i03.p207](https://doi.org/10.24843/MTK.2018.v07.i03.p207).
- [9] Zulfadri, Arnellis, dan M. Subhan, "Modifikasi Cadangan Premi Prospektif pada Asuransi Jiwa Seumur Hidup Joint Life Menggunakan Metode New Jersey," *UNP J. Math.*, vol. 02, no. 4, pp. 67–72, 2019, doi: [10.24036/unpjomath.v4i4.7927](https://doi.org/10.24036/unpjomath.v4i4.7927).
- [10] B. D. Ananda, F. Nur, dan F. Sudding, "Estimation of Premium Reserve for Last

- Survivor Endowment Insurance Using The New Jersey Method,” *J. Act. Fin. Risk. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 33–44, 2023, doi: [10.33021/jafim.v2i1.4564](https://doi.org/10.33021/jafim.v2i1.4564).
- [11] S. Manullang, “Application Of Vasicek’s Rate Interest Model In Term Insurance Premiums Calculation,” *Gener. KAMPUS*, vol. 5, no. 2, 2012.
- [12] A. H. S. Dewi, “Estimasi Parameter Model Suku Bunga Vasicek Menggunakan Generalized Method Of Moments,” 2019.
- [13] Y. Zhang, Y. Niu, dan T. Wu, “Stochastic Interest Rates Under Rational Inattention,” *North Am. J. Econ. Financ.*, vol. 54, 2020, p. 101258, 2020, doi: [10.1016/j.najef.2020.101258](https://doi.org/10.1016/j.najef.2020.101258).
- [14] A. Rakhman dan A. R. Efendie, *Matematika Aktuaria*, Ed. 1. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, 2015.
- [15] T. Futami, “Matematika Asuransi Jiwa Bagian I,” Tokyo: Incorporated Foundation Oriental Life Insurance Cultural Development Center, 1993.
- [16] I. Tsabita, “Perhitungan Cadangan Premi Bulanan pada Asuransi Jiwa Seumur Hidup Last Survivor Menggunakan Metode Prospektif New Jersey.” Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2022.
- [17] Syifaurohmah, “Perhitungan Nilai Cadangan Premi pada Asuransi Jiwa Seumur Hidup dengan Metode New Jersey,” 2021.
- [18] BPS, “BI Rate, 2005-2024,” Badan Pusat Statistik, 2023. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/Mzc5lzi=/bi-rate.html>.