PENERAPAN METODE *DE-MOIVRE* DALAM PERHITUNGAN PREMI ASURANSI JIWA SEUMUR HIDUP DENGAN TINGKAT SUKU BUNGA STOKASTIK

Application of the De Moivre method in the calculation of life insurance premiums with stochastic interest rates

Ardian Febri Anita[1], Silvia Rosita[2], Sari Arsita[3]
[1,2,3]Aktuaria, Sains, Teknologi dan Pendidikan, Universitas Tamansiswa Padang
[1]Ardianfbri711@gmail.com, [2]silvia.rosita.sr@gmail.com, [3]sariarsita@gmail.com
Email Korespondensi : silvia.rosita.sr@gmail.com

Abstract

This study discusses the calculation of the annual premium value for whole life insurance with a stochastic interest rate following the Vasicek model using the mortalita De Moivre law method. To calculate the annual premium, what is needed is the present value of insurance or actuarial present value (APV) of (A_x) and the cash value of a life annuity (α_x) which is influenced by a stochastic interest rate of (r_t), probability of live, and probability of dying. Based on the results of the calculations and discussions that have been explained, it can be concluded that the premium value obtained is is Rp. 4,636.363.3 < P_x< Rp. 9,807,692.3 per year. From the results of the premium value obtained using the De Moivre law method, the premium value each year increases in line with the age of a person, it is conclueded that the higher a person's age, the premium to be paid is also increases.

Keywords: premium, interest rate, stochastic, De Moivre

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang perhitungan nilai premi tahunan untuk asuransi jiwa seumur hidup dengan tingkat suku bunga stokastik mengikuti model Vasicek menggunakan metode hukum mortalita De Moivre. Dalam menghitung besarnya premi tahunan yang dibutuhkan adalah nilai sekarang asuransi atau *Actuarial Present Value* (APV) (A_x) dan nilai tunai anuitas hidup (α_x) yang dipengaruhi oleh tingkat suku bunga stokastik sebesar r_t, peluang hidup, dan peluang meninggal. Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa nilai premi yang diperoleh sebesar $Rp4.636.363{,}3 < P_x < Rp9.807.692{,}3$ per-tahun. Dari hasil nilai premi yang diperoleh dengan menggunakan metode hukum *De moivre* nilai premi tiap tahunnya meningkat sejalan dengan bertambahnya usia seseorang, maka diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi usia seseorang maka premi yang harus dibayarkan juga semakin tinggi.

Kata kunci: Premi, suku bunga, stokastik, De Moivre.

1. Pendahuluan

Risiko dapat terjadi sewaktu-waktu tanpa dapat diprediksi karena risiko datang dengan ketidakpastian. Seperti halnya yang terjadi pada saat ini dengan merebaknya virus Covid-19 yang dihadapi Indonesia bahkan dunia. Menurut portal informasi Indonesia, bila tanpa ada pandemi, maka angka kematian pada tahun 2020 diperkirakan 58 juta kasus. Sementara sampai akhir tahun 2020 tercatat angka kematian yang diakibatkan Covid-19 sebanyak 1,83 juta kasus dan itu berarti bahwa di tahun tersebut pandemi mengungkit mortalitas sampai 3.15% (Portal Informasi Indonesia, 2022). Untuk menghadapi risiko tersebut, maka manusia dituntut untuk mempunyai suatu jaminan kehidupan, kesehatan, kebahagiaan untuk masa depan yaitu dengan mengikuti asuransi.

Asuransi terbagi menjadi dua, yaitu asuransi jiwa dan asuransi kerugian. Pertumbuhan kedua asuransi ini berkembang baik di Indonesia dengan pendapatan premi tahunan yang dihasilkan cukup tinggi yang dapat dilihat dalam statistik perasuransian Indonesia tahun 2020. Data menunjukkan bahwa pendapatan premi asuransi jiwa tiap tahunnya selalu lebih banyak dibandingkan pendapatan premi yang dihasilkan dari asuransi umum dan reasuransi. Hal ini menunjukkan bahwa asuransi jiwa lebih banyak menjadi pilihan dan dibutuhkan oleh pengguna asuransi.

Asuransi jiwa seumur hidup merupakan asuransi yang memberikan pertanggungan jiwa seumur hidup bagi tertanggung, serta besar pembayaran premi sama setiap tahunnya yang tidak akan meningkat sejalan dengan bertambahnya usia tertanggung (Soetiono, 2016). Polis asuransi jiwa seumur hidup memiliki unsur tabungan yang dikenal sebagai nilai tunai dari polis. Dalam perhitungan nilai tunai manfaat dan premi, dipengaruhi oleh tingkat mortalitas dan tingkat suku bunga (Soetiono, 2016). Selama ini, nilai tunai manfaat dan anuitas dihitung dengan tingkat suku bunga tetap. Pada model yang lebih realistis, tingkat suku bunga selalu berubah (stokastik) karena banyak faktor seperti inflasi, banyaknya uang beredar dalam masyarakat, penawaran dan permintaan, dan lain sebagainya.

Untuk menentukan besarnya premi tahunan yang akan dibayarkan oleh peserta asuransi, dibutuhkan premi tunggal dan nilai tunai anuitas hidup awal yang dipengaruhi oleh peluang hidup dan peluang meninggal. Fungsi-fungsi aktuaria dapat dihitung menggunakan tabel mortalita dan pendekatan hukum moralita. Menurut Bowers, dkk, pendekatan dengan hukum mortalita digunakan karena hasil dari pendekatan tersebut berbentuk kontinu, sehingga praktis dalam penggunaannya (Bowers, dkk, 1997, dalam Huang & Kristiani, 2013). Terdapat beberapa hukum mortalita yang terkenal yaitu metode hukum *De Moivre, Weibull, Gompertz,* dan *Mahekam*. Metode yang akan digunakan pada peneltian ini yaitu menggunakan metode hukum *De Moivre*. Penggunaan metode *De-Moivre* merupakan cara efektif karena perhitungan yang lebih sederhana (Suprapti, 2001).

Berdasarkan permasalahan di atas, pada penelitian ini akan dibahas mengenai penyelesaian bentuk premi asuransi jiwa seumur hidup menggunakan metode De Moivre dengan tingkat suku bunga stokastik menggunakan model suku bunga Vasicek.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Suku Bunga Stokastik Vasicek

Stokastik merupakan proses perubahan dalam variabel yang disebabkan oleh perubahan parameter (Kamus Istilah AAJI, 2015, dalam Maulani, 2016). Proses stokastik merupakan suatu indeks atau himpunan bilangan acak yang berubah secara tidak tentu sehingga nilai variabel dari himpunan tersebut saling bebas satu sama lainnya (Aprianti, 2019). Model Vasicek merupakan suatu model suku bunga stokastik yang mempunyai ciri khusus yaitu tingkat suku bunga akan cenderung kembali ke tingkat suku bunga rata-rata setelah mengalami penurunan atau peningkatan yang didefenisikan oleh (Zeytun, 2007 dalam Wiguna et al., 2019).

Misalkan r_t merupakan suku bunga pada saat ke t. Persamaan differensial (dr) stokastik model Vasicek memiliki bentuk umum sebagai berikut:

$$dr(t) = k(\theta - r(t)dt) + \sigma dW(t), \qquad (1)$$
$$r(0) = r_0$$

Persamaan diferensial diatas dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan diferensial linear homogen dengan koefisien konstan sehingga mean, variansi, dan solusi dari persamaan differensial stokastik Vasicek, sebagai berikut:

$$E(r_t) = e^{-k\Delta t} r_0 + \theta(1 - e^{-k\Delta t}) \qquad (2)$$

$$Var\,(r_t) = \frac{\sigma^2}{2k}(1 - e^{-2k\Delta t}) \qquad (3)$$

$$r(t) = e^{-k\Delta t} r(0) + \theta(1 - e^{k\Delta t}) + \sigma \int_0^t e^{-k(\Delta t - u)} dW(u) \qquad (4)$$

Nilai awal tahap estimasi parameter pada penelitian ini didapatkan dari metode OLS (*Ordinary Least Square*). Metode OLS merupakan metode estimasi dalam ilmu statistika yang meminimalkan jumlah kuadrat eror. Dengan menggunakan metode OLS didapatkan estimasi untuk nilai k, θ dan σ sebagai berikut:

$$k = \frac{n^2-2n+1+\sum_{t=1}^{n-1} r_t+1 \sum_{t=1}^{n-1}\frac{1}{r_t} - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1}\frac{1}{r_t} - (n-1)\sum_{t=1}^{n-1}\frac{r_{t+1}}{r_t}}{\left(n^2-2n+1-\sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1}\frac{1}{r_t}\right)\Delta t}, \qquad (5)$$

$$\theta = \frac{(n-1)\sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} - \sum_{t=1}^{n-1}\frac{r_{t+1}}{r_t} \sum_{t=1}^{n-1} r_t}{(n^2-2n+1+\sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} \sum_{t=1}^{n-1}\frac{1}{r_t} - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1}\frac{1}{r_t} - (n-1)\sum_{t=1}^{n-1}\frac{r_{t+1}}{r_t}}, \qquad (7)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-2}\sum_{t=1}^{n-1}\left(\frac{r_{t+1}-r_t}{\sqrt{r_t}} - \frac{\theta}{\sqrt{r_t}} + k\sqrt{r_t}\right)^2}, \qquad (8)$$

2.2 Premi Tahunan Asuransi Jiwa Seumur Hidup *De Moivre*

Metode *De Moivre* adalah hukum mortalita pada aktuaria yang pada dasarnya digunakan untuk menentukan percepatan mortalita. Namun, dengan menggunakan fungsi kepadatan peluangnya juga dapat menentukan peluang hidup dan peluang meninggal dengan metode hukum *De Moivre* tersebut. Menurut Finan, hukum *De Moivre* adalah salah satu diantara hukum mortalitas pada aktuaria yang diperoleh dari distribusi seragam (Finan, 2011). Distribusi seragam mempunyai fungsi kepadatan peluang pada interval $[a, b]$yaitu:

$$f(x) = \frac{1}{b-a}, a \le x \le b \qquad (9)$$

Fungsi kepadatan peluang untuk hukum *De Moivre* adalah:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\omega}, 0 \le x \le \omega, \\ 0, untuk\ x\ lainnya, \end{cases} \qquad (10)$$

Keterangan:
x = Umur Seseorang
ω = Batas Maksimal Umur Seseorang

Berdasarkan persamaan di atas, diperoleh peluang hidup seseorang yang berumur x hingga t tahun dan peluang meninggal seseorang berumur x + t tahun adalah sebagai berikut:

$${}_tp_x = \frac{\omega-x-t}{\omega-x} \qquad (11)$$

$${}_tq_x = 1 - {}_tp_x \qquad (12)$$

Dalam perhitungan nilai sekarang (APV) asuransi jiwa seumur hidup akan digunakan peluang hidup dan peluang meninggal pada persamaan di atas. Nilai sekarang (APV) asuransi jiwa seumur hidup dirumuskan dengan:

$$A_x = \sum_{t=1}^{n} (v)^{t+1} \, {}_tp_x \, {}_tq_x \tag{13}$$

Keterangan
A_x = Premi Tunggal (APV)
v = Vaktor Diskon
${}_tp_x$ = Peluang Hidup
${}_tq_x$ = Peluang Mati

Dimana v merupakan vaktor diskon yang dinyatakan dengan:

$$v = \frac{1}{1 + r_t} \tag{14}$$

Sedangkan untuk nilai tunai anuitas seumur hidup biasanya dirumuskan dengan:

$$\alpha_x = \sum_{t=1}^{n} v^{t+1} {}_tp_x \tag{15}$$

Keterangan
α_x = Nilai Tunai Anuitas Hidup
v = Vaktor Diskon
${}_tp_x$ = Peluang Hidup

Maka premi tahunan untuk asuransi jiwa seumur hidup dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_x = \frac{A_x}{a_x} \times benefit \tag{16}$$

3. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian literatur. Penelitian literatur merupakan serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian (Zed, 2008, dalam Kartiningrum, 2015). Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada. Data berupa suku bunga BI dari tahun 2016-2020 yang diperoleh dari website resmi Bank Indonesia dan Tabel Mortalita Indonesia IV (TMI IV) perempuan tahun 2019. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup dengan tingkat suku bunga berubah secara stokastik menggunakan metode hukum *De Moivre*, sebagai berikut:

1. Mengetahui usia pemegang polis (tertanggung)
2. Mengasumsikan besar santunan
3. Menentukan Estimasi Parameter Tingkat Suku Bunga Vasicek
4. Menentukan tingkat suku bunga pada saat ini r_t menggunakan model Vasicek.
5. Menghitung nilai sekarang asuransi atau APV (*Actuarial Present Value*) berdasarkan hukum *De Moivre*
6. Menghitung nilai tunai anuitas hidup seumur hidup
7. Menghitung besarnya premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan batas usia untuk tertanggung maksimal sampai 60 tahun. Santunan yang akan diberikan kepada tertanggung diasumsikan sebesar Rp10.000.000,00. Tabel mortalita yang akan digunakan sebagai acuan dalam perhitungan premi yaitu Tabel Mortalita Indonesia Perempuan 2019 (TMI IV 2019). Setelah menetapkan usia tertanggung serta besar santunan yang akan diberikan, langkah awal perhitungannya adalah dengan menghitung estimasi parameter tingkat suku bunga model Vasicek. Data yang digunakan dalam estimasi parameter ini adalah data suku bunga perbulan BI-7 *Day Reverse Repo Rate* selama 5 tahun sejak bulan Januari 2016 sampai Desember 2020 yang akan disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 1 Suku Bunga Bank Indonesia Tahun 2016-2020

Bulan	Tahun 2016	Tahun 2017	Tahun 2018	Tahun 2019	Tahun 2020
Januari	7,25%	4,75%	4,25%	6,00%	5,00%
Februari	7,00%	4,75%	4,25%	6,00%	4,75%
Maret	6,75%	4,75%	4,25%	6,00%	4,50%
April	6,75%	4,75%	4,25%	6,00%	4,50%
Mei	6,75%	4,75%	4,50%	6,00%	4,50%
Juni	6,50%	4,75%	5,25%	6,00%	4,25%
Juli	6,50%	4,75%	5,25%	5,75%	4,00%
Agustus	5,25%	4,50%	5,50%	5,50%	4,00%
September	5,00%	4,25%	5,75%	5,25%	4,00%
Oktober	4,75%	4,25%	5,75%	5,00%	4,00%
November	4,75%	4,25%	6,00%	5,00%	3,75%
Desember	4,75%	4,25%	6,00%	5,00%	3,75%

Nilai parameter bunga Vasicek dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5), (6), dan (8). Penyelesaian dari persamaan tersebut, diperoleh hasil estimasi untuk parameter suku bunga model Vasicek adalah dengan nilai k = 0,06173, untuk nilai θ = 4,166166, dan untuk nilai σ = 1,767664

4.1 Menentukan Tingkat Suku Bunga Saat Ini $r(t)$

Setelah mendapatkan nilai estimasi parameter suku bunga Vasicek, dilanjutkan dengan menentukan tingkat suku bunga pada saat ini $r(t)$ dengan menggunakan persamaan (4), yaitu sebagai berikut:

Misal untuk $t_1 = 7{,}25$

$$r(t) = e^{-k\Delta t} r_{t_1} + \theta(1 - e^{k\Delta t}) + \sigma \int_0^{\Delta t} e^{-k(\Delta t - u)} d(u)$$

$$= e^{-0,06173(1)}(7,25) + 4,166166(1 - e^{-0,06173(1)}) + 1,767664 \int_0^1 e^{-0,06173(1-u)} du$$

$$= 0,94013432(7,25) + 4,166166(1 - 0,94013432) + 1,767664 \int_0^1 e^{-0,06173+0,06173u} du$$

$$= 6,815973818 + 4,166166(0,05986568) + 1,767664\, e^{-0,06173} \int_0^1 e^{0,06173u} du$$

$$= 6,815973818 + 0,249410357 + \left(1,767664(0,94013432)\right) 0,06173 e^{0,061731u}\Big|_0^1$$

$$= 6,815973818 + 0,249410357 + (1,661841862)\left(0,06173\, e^{0,06173(1)} - 0,06173\, e^{0,06173(0)}\right)$$

$$= \Big(6,815973818 + 0,249410357 + (1,661841862)\big(0,06173(1,063677795) - 0,06173\,(1)\big)\Big)$$

$$= 6,815973818 + 0,249410357 + (1,661841862)\big((0,065663511)(0,06173)\big)$$

$$= 6,815973818 + 0,249410357 + (1,661841862)(0,004053574)$$

$$= 6,815973818 + 0,249410357 + 0,006736399$$

$$= 7,072120574$$

Nilai untuk $t_2, t_3, \ldots, t_{60}$ dapat dilakukan dengan perhitungan yang sama, sehingga diperoleh nilai untuk tingkat suku bunga stokastik model Vasicek yang akan disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 2 Nilai Tingkat Suku Bunga Stokastik r_t

t	r_t
1	7,072120574
2	6,837086994
3	6,602053414
11	4,721784775
⋮	⋮
40	5,896952674
49	4,956818355
50	4,721784775
60	3,781650455

4.2 Menghitung APV (Actuarial Present Value)

Nilai sekarang benefit untuk asuransi jiwa seumur hidup dalam kasus ini dibayarkan di akhir tahun dengan kasus diskrit. Untuk menghitung asuransi jiwa seumur hidup yang dinotasikan dengan A_x dihitung dengan menggunakan tingkat suku bunga yang berubah secara stokastik mengikuti model Vasicek dinyatakan dengan persamaan (13) sebagai berikut:

$$A_x = \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{1}{1 + r_t}\right)^{t+1} {}_tp_x \; {}_tq_x$$

Sebelum menghitung nilai A_x terlebih dahulu menghitung nilai peluang hidup ${}_tp_x$ dan peluang meninggal ${}_tq_x$ berdasarkan hukum *De Moivre* menggunakan persamaan (11) dan (12), sebagai berikut:

$${}_tp_x = \frac{\omega - x - t}{\omega - x}$$

$${}_tq_x = 1 - {}_tp_x$$

Dimana ω = 111 dan $t = 51$

Untuk nilai $x = 1$ diperoleh:

$${}_tp_x = \frac{\omega - x - t}{\omega - x} = \frac{111 - 1 - 51}{111 - 1} = \frac{59}{110} = 0,536364$$

$${}_tq_x = 1 - {}_tp_x = 1 - 0,541284 = 0,463636$$

Nilai selanjutnya dapat diperoleh dengan cara yang sama, sehingga nilai peluang hidup ${}_tp_x$ dan peluang meninggal ${}_tq_x$ untuk $x = 1, 2, 3, \ldots, 60$ yang akan disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 3 Perhitungan Nilai ${}_tp_x$ dan ${}_tq_x$

ω	x	t	$\omega - x - t$	$\omega - x$	${}_tp_x$	${}_tq_x$
111	1	51	59	110	0,536364	0,463636
111	2	51	58	109	0,53211	0,46789
111	3	51	57	108	0,527778	0,472222
111	11	51	49	100	0,49	0,51
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
111	40	51	20	71	0,28169	0,71831
111	50	51	10	61	0,163934	0,836066
111	59	51	1	52	0,019231	0,980769
111	60	51	0	51	0	1

Menghitung nilai sekarang A_x asuransi jiwa seumur hidup untuk x = 1

$$A_x = \sum_{t=1}^{n}\left(\frac{1}{1+r_t}\right)^{t+1} {}_tp_x\, {}_tq_x$$
$$= \left(\frac{1}{1+7{,}072120574}\right)^{1+1} (0{,}536364)(0{,}463636)$$
$$+ \left(\frac{1}{1+6{,}837086994}\right)^{2+1} (0{,}536364)(0{,}463636)$$
$$+ \cdots$$
$$+ \left(\frac{1}{1+3{,}781650455}\right)^{60+1} (0{,}536364)(0{,}463636)$$
$$= \left(\frac{1}{8{,}072120574}\right)^{2} (0{,}2486776) + \left(\frac{1}{7{,}837086994}\right)^{3} (0{,}2486776) + \cdots + \left(\frac{1}{4{,}781650455}\right)^{61} (0{,}2486776)$$
$$= (0{,}123883184)^2(0{,}2486776) + (0{,}12759843)^3(0{,}2486776) + \cdots + (0{,}209132811)^{61}(0{,}2486776)$$
$$= (0{,}015347043)(0{,}2486776) + (0{,}002077476)(0{,}2486776) + \cdots + (3{,}5136e^{-42})(0{,}2486776)$$
$$= (0{,}003816467) + (0{,}000516622) + \cdots + (8{,}73755e^{-43})$$
$$= 0{,}004418895$$

Nilai selanjutnya dapat diperoleh dengan cara yang sama, sehingga nilai sekarang asuransi jiwa seumur hidup (A_x) untuk $x = 1{,}2,3, \ldots, 60$ yang akan disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 4 Perhitungan Nilai A_x

x	${}_tp_x$	${}_tq_x$	r_t	A_x
1	0,536364	0,463636	7,07212057	0,00441889
2	0,53211	0,46789	6,83708699	0,00442407
3	0,527778	0,472222	6,60205341	0,00442868
11	0,49	0,51	4,72178478	0,00444062
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
40	0,28169	0,71831	5,89695267	0,00359551
49	0,177419	0,822581	4,95681836	0,00259332
50	0,163934	0,836066	4,72178478	0,002435495
60	0	1	3,78165046	0

4.3 Menghitung Anuitas Seumur Hidup

Untuk nilai tunai anuitas hidup akhir pembayaran dilakukan dari periode 1 sampai periode ke-n. Sehingga pada awal pembayaran sudah dipengaruhi oleh faktor diskon v dan peluang hidup peserta asuransi dengan tingkat suku bunga stokastik model Vasicek sebesar r_t. Untuk pembayaran anuitas hidup akhir bagi seseorang berusia x tahun menggunakan persamaan (15) sebagai berikut:

$$\alpha_x = \sum_{t=1}^{60}\left(\frac{1}{1+r_t}\right)^{t+1} {}_tp_x$$
$$= \left(\frac{1}{1+7{,}072120574}\right)^{1+1} (0{,}536364)$$
$$+ \left(\frac{1}{1+6{,}837086994}\right)^{2+1} (0{,}536364) + \cdots$$
$$+ \left(\frac{1}{1+3{,}781650455}\right)^{60+1} (0{,}536364)$$
$$= \left(\frac{1}{8{,}072120574}\right)^{2} (0{,}536364) + \left(\frac{1}{7{,}837086994}\right)^{3} (0{,}536364) + \cdots + \left(\frac{1}{4{,}781650455}\right)^{61} (0{,}536364)$$
$$= (0{,}123883184)^2(0{,}536364) + (0{,}12759843)^3(0{,}536364) + \cdots + (0{,}209132811)^{61}(0{,}536364)$$
$$= (0{,}015347043)(0{,}536364) + (0{,}002077476)(0{,}536364) + \cdots + (3{,}5136e^{-42})(0{,}536364)$$
$$= 0{,}008231596 + 0{,}001114283 + \cdots + 1{,}88457e^{-42}$$
$$= 0{,}009530949$$

Nilai selanjutnya dapat diperoleh dengan cara yang sama, sehingga nilai tunai anuitas hidup (α_x) untuk $x = 1{,}2,3, \ldots, 60$ akan disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 5 Perhitungan Nilai α_x

x	${}_tp_x$	r_t	$\frac{1}{1+r_t}$	α_x
1	0,536364	7,07212057	0,123883	0,009530949
2	0,53211	6,83708699	0,127598	0,009455365
3	0,527778	6,60205341	0,131543	0,009378382
11	0,49	4,72178478	0,174771	0,008707087
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
40	0,28169	5,89695267	0,144992	0,005005512
49	0,177419	4,95681836	0,167875	0,003152665
50	0,163934	4,72178478	0,174771	0,002913044
60	0	3,78165046	0,209133	0

4.4 Menghitung Premi Tahunan Asuransi Jiwa Seumur Hidup

Setelah diperoleh nilai anuitas seumur hidup dan nilai sekarang aktuaria asuransi seumur hidup, selanjutnya dapat dihitung nilai premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup bagi seseorang berusia x tahun yang dinotasikan dengan P_x dapat menggunakan persamaan (16). Perhitungan premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup untuk seseorang berusia $x = 1$ sebagai berikut:

$$P_X = \frac{A_x}{a_x} \times benefit$$

$$= \frac{A_1}{a_1} \times 10.000.000$$
$$= \frac{0{,}004418895}{0{,}009530949} \times 10.000.000$$
$$= 0{,}463636364 \times 10.000.000$$
$$= 4.636.363{,}64$$

Nilai selanjutnya dapat diperoleh dengan cara yang sama, sehingga nilai premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup (P_x) untuk $x = 1, 2, 3, \ldots, 60$ akan disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 6 Perhitungan Nilai P_X

x	A_x	a_x	$P_x \times 10000000$
1	0,004418895	0,009530949	4.636.363,64
2	0,00442407	0,009455365	4.678.899,08
3	0,00442868	0,009378382	4.722.222,2
11	0,004440615	0,008707087	5.100.000
⋮	⋮	⋮	⋮
40	0,003595508	0,005005512	7.183.098,59
49	0,002593321	0,003152665	8.225.806,45
50	0,002435495	0,002913044	8.360.655,74
59	0,000335151	0,000341722	9.807.692,31
60	0	0	0

Setelah melakukan seluruh proses dalam perhitungan premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup dengan tingkat suku bunga stokastik mengikuti model Vasicek didapat hasil nilai premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup untuk usia $x = 1, 2, 3, \ldots, 60$ tahun. Hasilnya dapat dilihat dalam tabel 6 yang menunjukkan bahwa dengan bertambahnya usia seseorang nilai premi tahunan asuransi jiwa seumur hidupnya akan semakin besar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa besarnya premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup dengan tingkat suku bunga berubah secara stokastik mengikuti model Vasicek menggunakan asumsi hukum mortalita *De Moivre* sebesar $Rp4.636.363{,}3 < P_x < Rp9.807.692{,}3$ per-tahun. Dari hasil nilai premi yang diperoleh dengan menggunakan metode hukum *De moivre* nilai premi tiap tahunnya meningkat sejalan dengan bertambahnya usia seseorang, maka diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi usia seseorang maka premi yang harus dibayarkan juga semakin tinggi.

Daftar Rujukan

AAJI. (2019). *Indonesian Mortality Table IV*. Jakarta. Persatuan Aktuaris Indonesia

Aprianti, N. A. (2019). *Macam-macam Model Suku Bunga Stokastik dan Penerapannya*. Jurnal Matematika.

Finan, M. B. (2011). *A Reading Of The Theory Of Life Contingency Models: A Preparation For Exam MLC/3L*. Arkansas Tech University, Arkansas

Huang, V., & Kristiani, F. (2013). *Penerapan Hukum Mortalita Mahekam dan Tingkat Suku Bunga Stokastik Untuk Perhitungan Nilai Tunai Manfaat*. *13*(1), 8–23.

Kartiningrum, E. D. (2015). *Panduan Penyusunan Studi Literatur*. Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Kesehatan Majapahit, Mojokerto, 1–9

Maulani. (2016). *Perhitungan Nilai Premi dan Tunai Manfaat Asuransi dengan Bunga Stokastik Menggunakan Model Vasicek dan CIR*. Universitas Negeri Malang.

Portal Informasi Indonesia. (2022). *Efek Dramatis Diatas Peta Mortalitas*. https://indonesia.go.id/. Diakses pada 16 April 2022.

Soetiono. (2016). *Perasuransian*. Otoritas Jasa Keuangan.

Suprapti. (2001). *Penggunaan Teorema De-Moivre dalam Menentukan Perpangkatan Suatu Bilangan Kompleks Serta Menentukan Rumus Sin n0 dan Cos n0*. Universitas Negeri Malang.

Wiguna, I. M. W., Jayanegara, K., & Widana, I. N. (2019). *Perhitungan Premi Asuransi Joint Life Dengan Model Vasicek Dan Cir*. *E-Jurnal Matematika*, *8*(3), 246.