

PENERAPAN MODEL MORTALITAS DE MOIVRE DENGAN TINGKAT SUKU BUNGA STOKASTIK MODEL *COX-INGERSOLL-ROSS* (CIR) UNTUK PREMI ASURANSI JIWA SEUMUR HIDUP

Annisa, Wahyu Hidayat*

Program Studi Matematika, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan, Indonesia

**Penulis korespondensi: wahyuhidayat@ecampus.ut.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menentukan premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup menggunakan model mortalitas De Moivre dengan tingkat suku bunga stokastik *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR). Metode yang digunakan merupakan studi kuantitatif dengan memanfaatkan data tabel mortalitas dan parameter model CIR yang meliputi kecepatan penyesuaian, tingkat suku bunga jangka panjang, volatilitas, dan suku bunga awal. Analisis dilakukan pada beberapa skenario usia tertanggung untuk mengevaluasi pengaruh usia terhadap besarnya premi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa premi tahunan meningkat seiring bertambahnya usia tertanggung hingga usia sekitar 50 tahun, dengan kisaran Rp9.272.581,93 hingga Rp16.725.380,30 per tahun. Penerapan model CIR menghasilkan struktur premi yang mencerminkan perubahan tingkat suku bunga stokastik dalam proses penentuan premi. Keterbatasan penelitian ini adalah penggunaan model mortalitas De Moivre dan belum dilakukannya validasi empiris maupun perbandingan dengan model suku bunga atau model mortalitas lainnya.

Kata kunci: asuransi jiwa, mortalitas De Moivre, model CIR, premi tahunan, suku bunga stokastik

1 PENDAHULUAN

Kematian adalah peristiwa yang tidak dapat diprediksi dan membawa risiko finansial bagi keluarga yang ditinggalkan. Berdasarkan laporan dari Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (Ditjen P2P) pada tahun 2022, sekitar 41 juta kematian setiap tahunnya disebabkan oleh Penyakit Tidak Menular (PTM). Kondisi ini menegaskan pentingnya memiliki perlindungan finansial untuk menjamin kesejahteraan, kesehatan, dan stabilitas hidup di masa depan, yang dapat dicapai melalui asuransi jiwa.

Asuransi secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu asuransi umum dan asuransi jiwa. Asuransi umum mencakup perlindungan terhadap risiko finansial terhadap kehilangan, kerusakan, kebakaran, dan risiko lainnya. Sementara itu, asuransi jiwa ditujukan untuk memberikan perlindungan terhadap risiko keuangan yang timbul karena kematian (Kontan.co.id., 2023). Asuransi jiwa terdiri dari tiga jenis: seumur hidup, berjangka, dan dwi guna. Asuransi jiwa seumur hidup melindungi tertanggung sampai meninggal, asuransi berjangka memberikan perlindungan dalam periode tertentu, sedangkan asuransi dwi guna menawarkan dua manfaat: santunan saat akhir masa polis atau kepada ahli waris jika tertanggung meninggal selama polis berlaku (AAJI, 2022). Artikel ini berfokus pada asuransi jiwa seumur hidup dengan asumsi skema premi tahunan level yang ditentukan berdasarkan prinsip ekuivalensi, yaitu nilai sekarang ekspektasi premi yang dibayarkan sama dengan nilai sekarang ekspektasi manfaat yang diberikan. Asumsi tersebut digunakan untuk menganalisis penentuan premi menggunakan model mortalitas De Moivre dan model suku bunga stokastik *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR).

Perhitungan premi asuransi jiwa dan nilai tunai manfaat memerlukan asumsi tingkat suku bunga yang tepat. Pada umumnya, perhitungan dilakukan dengan mengasumsikan suku bunga konstan. Namun, dalam kenyataannya, suku bunga mengalami fluktuasi secara stokastik karena dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti inflasi, jumlah uang yang beredar, serta dinamika permintaan dan penawaran. Oleh karena itu, artikel ini mengeksplorasi pendekatan suku bunga stokastik dengan model CIR untuk perhitungan premi asuransi jiwa.

Dalam menentukan premi tahunan, diperlukan perhitungan *Actuarial Present Value* (APV) atau nilai sekarang asuransi dan nilai tunai anuitas hidup. Kedua perhitungan ini bergantung pada peluang hidup dan mati pemegang polis, yang dapat dihitung menggunakan tabel mortalitas atau pendekatan hukum mortalitas. Artikel ini menggunakan pendekatan hukum De Moivre, yang terkenal karena kesederhanaannya dalam memodelkan mortalitas dengan distribusi seragam (Bowers *et al.*, 1997).

Artikel ini juga terinspirasi oleh penelitian Anita *et al.* (2023), yang menerapkan hukum mortalitas De Moivre dengan tingkat suku bunga stokastik model Vasicek. Namun, penelitian tersebut belum mengkaji penerapan model CIR, yang memiliki karakteristik tingkat suku bunga tetap bernilai nonnegatif sehingga sesuai untuk memodelkan suku bunga jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan formulasi premi asuransi jiwa seumur hidup menggunakan hukum mortalitas De Moivre dan model suku bunga stokastik CIR. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyusunan formulasi matematis premi tahunan berdasarkan prinsip ekuivalensi dengan memasukkan faktor diskonto yang diturunkan dari model CIR, serta penyajian hasil perhitungan premi pada beberapa skenario usia tertanggung. Dengan demikian, penelitian ini memberikan alternatif pendekatan aktuarial dalam penentuan premi asuransi jiwa seumur hidup menggunakan model suku bunga stokastik selain model Vasicek.

2 METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis matematis untuk menentukan premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup berdasarkan hukum mortalitas De Moivre dan model suku bunga stokastik *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR). Data yang digunakan terdiri atas data sekunder, yaitu tingkat suku bunga BI 7-Day Reverse Repo Rate yang diperoleh dari Bank Indonesia selama periode Januari 2018–Desember 2022 dengan frekuensi bulanan sebanyak 60 observasi, serta Tabel Mortalitas Indonesia IV (TMI IV) Perempuan tahun 2019 yang diterbitkan oleh Persatuan Aktuaris Indonesia. Data suku bunga dinyatakan dalam bentuk desimal sebelum proses estimasi parameter. Seluruh data diperiksa kelengkapannya dan tidak ditemukan data yang hilang sehingga tidak dilakukan proses imputasi. Periode pengamatan dibatasi hingga tahun 2022 untuk memperoleh rentang data yang konsisten sebelum dilakukan analisis.

Parameter model CIR, yaitu kecepatan penyesuaian menuju rata-rata jangka panjang (κ), tingkat suku bunga jangka panjang (θ), dan volatilitas (σ), diestimasi menggunakan metode *conditional least squares* (CLS) berdasarkan bentuk diskret model CIR. Selanjutnya, parameter hasil estimasi digunakan untuk memperoleh lintasan tingkat suku bunga stokastik ($r(t)$) melalui pendekatan diskret Euler dengan syarat nilai suku bunga tetap tidak negatif. Nilai ($r(t)$) yang diperoleh digunakan sebagai faktor diskonto dalam perhitungan *actuarial present value* (APV) manfaat asuransi jiwa dan nilai tunai anuitas hidup. Premi tahunan kemudian ditentukan berdasarkan prinsip ekuivalensi, yaitu dengan menyamakan nilai sekarang ekspektasi manfaat asuransi dan nilai sekarang ekspektasi premi.

Tahapan penelitian meliputi:

- (1) menentukan usia tertanggung dan besar uang pertanggungan;
- (2) mengestimasi parameter model CIR, yaitu (κ), (θ), dan (σ);
- (3) menghitung lintasan tingkat suku bunga stokastik ($r(t)$) menggunakan model CIR;

- (4) menghitung APV manfaat asuransi jiwa berdasarkan hukum mortalitas De Moivre;
- (5) menghitung nilai tunai anuitas hidup; dan
- (6) menentukan premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup berdasarkan prinsip ekuivalensi.

Seluruh proses komputasi dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB.

2.1 Model Mortalitas De Moivre

Model mortalitas De Moivre merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk memodelkan tingkat kematian berdasarkan distribusi seragam. Model ini mengasumsikan bahwa tingkat kelangsungan hidup seseorang menurun secara linear seiring bertambahnya usia.

Fungsi kepadatan probabilitas diperoleh dari distribusi seragam menurut hukum De Moivre adalah:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{w}, & 0 \leq x \leq w \\ 0, & \text{lainnya.} \end{cases} \quad (1)$$

Fungsi Keterangan:

x : Umur seseorang

w : Perkiraan umur maksimum seseorang

Dari persamaan (1) dapat ditentukan nilai ${}_t p_x$ yaitu peluang hidup seseorang yang berusia x tahun untuk tetap hidup selama t tahun dan ${}_t q_x$ yaitu peluang meninggal seseorang yang berusia $x + t$ tahun dalam rentang waktu 1 tahun mendatang, diperoleh sebagai berikut:

$${}_t p_x = \frac{\omega - x - t}{\omega - x}, \quad 0 \leq t \leq \omega - x \quad (2)$$

$${}_t q_x = 1 - {}_t p_x, \quad (3)$$

Dalam asuransi jiwa seumur hidup, nilai sekarang (APV) dihitung dengan menggunakan peluang hidup dan mati. Nilai APV ini dirumuskan sebagai berikut:

$$A_x = \sum_{t=0}^{\omega-x-t} v^{t+1} {}_t p_x {}_t q_x \quad (4)$$

Pada model ini, faktor diskon dinyatakan dengan:

$$v = \frac{1}{1 + r_t} \quad (5)$$

Adapun nilai tunai anuitas seumur hidup ditentukan melalui rumus berikut:

$$\alpha_x = \sum_{t=1}^n v^{t+1} {}_t p_x \quad (6)$$

Keterangan:

A_x : Nilai sekarang (APV)

v : Faktor Diskon

$r(t)$: Tingkat suku bunga pada saat t

Dengan demikian, premi tahunan untuk asuransi jiwa seumur hidup dihitung melalui rumus berikut ini.

$$P_x = \frac{A_x}{a_x} \times \text{benefit.} \quad (7)$$

2.1 Suku Bunga Stokastik CIR

Model suku bunga CIR adalah model alternatif yang memastikan suku bunga tetap positif atau tidak negatif serta bersifat *mean reversion*, yaitu cenderung kembali ke rata-rata (Cox *et al.*, 1985). Model CIR ini memiliki bentuk sebagai berikut:

$$dr(t) = \kappa(\theta - r(t))dt + \sigma\sqrt{r(t)}dW(t). \quad (8)$$

dan memenuhi syarat Feller $2\kappa\theta \geq \sigma^2$.

Keterangan:

κ : Parameter kecepatan

θ : Nilai rata-rata jangka panjang

σ : Parameter volatilitas

$W(t)$: Proses wiener

Model CIR tidak memiliki solusi transisi sederhana dalam bentuk deterministik karena mengandung komponen stokastik. Secara umum, solusi proses CIR dapat dinyatakan dalam bentuk integral stokastik sebagai:

$$r(t+1) = e^{-k\Delta t}r(t_1) + \theta(1 - e^{-k\Delta t}) + \epsilon(t+1) \quad (9)$$

dengan

$$\epsilon(t+1) = \int_t^{t+1} \sigma e^{-k(t+1-u)} \sqrt{r(u)} dW(u).$$

Setelah mendapatkan solusi dari model CIR, langkah berikutnya adalah menghitung nilai ekspektasi dan variansi dari suku bunga tersebut. Karena sifat *mean reversion*, nilai ekspektasi suku bunga dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$E[r(t)] = e^{-kt}r(0) + \theta(1 - e^{-kt}) \quad (10)$$

Variansi suku bunga dalam model CIR dapat dinyatakan sebagai:

$$\text{Var}(r(t)) = r(0) \left(\frac{\sigma^2}{k} \right) (e^{-kt} - e^{-2kt}) + \theta \left(\frac{\sigma^2}{2k} \right) (1 - e^{-kt})^2 \quad (11)$$

Ekspektasi mewakili nilai rata-rata suku bunga, sedangkan variansi menggambarkan tingkat penyebaran atau ketidakpastian suku bunga tersebut. Parameter k , θ , dan σ pada model CIR diestimasi menggunakan metode OLS (*Ordinary Least Square*). Metode OLS bertujuan meminimalkan jumlah kuadrat kesalahan (error squared) dalam estimasi parameter. Hasil estimasi ini memberikan nilai awal untuk k , θ , dan σ , yang digunakan untuk mensimulasikan tingkat suku bunga stokastik. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$r_{t+1} - r_t = k(\theta - r_t)\Delta t + \sigma\sqrt{r_t}\varepsilon_t \quad (12)$$

dengan $\varepsilon_t \sim N(0,1)$.

Untuk menerapkan metode OLS, persamaan (12) kemudian diubah menjadi bentuk berikut:

$$\frac{r_{t+1} - r_t}{\sqrt{r_t}} = \frac{k\theta\Delta t}{\sqrt{r_t}} - k\sqrt{r_t}\Delta t + \sigma\varepsilon_t \quad (13)$$

dengan meminimalkan fungsi objektif OLS pada Persamaan (13), didapatkan

$$(\hat{k}, \hat{\theta}) = \arg \min \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{r_{t+\Delta t} - r_t}{\sqrt{r_t}} - \frac{k\theta\Delta t}{\sqrt{r_t}} + k\sqrt{r_t}\Delta t \right)^2,$$

dengan penyelesaian:

$$\hat{k} = \frac{N^2 - 2N + 1 + U_2U_3 - U_1U_3 - (N-1)U_4}{(N^2 - 2N + 1 - U_1U_3)\Delta t} \quad (14)$$

dan

$$\hat{\theta} = \frac{(N-1)U_2 - U_4U_1}{N^2 - 2N + 1 + U_2U_3 - U_1U_3 - (N-1)U_4} \quad (15)$$

di mana

$$U_1 = \sum_{i=1}^{N-1} r_{ti}; \quad U_2 = \sum_{i=1}^{N-1} r_{ti+1}; \quad U_3 = \sum_{i=1}^{N-1} \frac{1}{r_{ti}}; \quad U_4 = \sum_{i=1}^{N-1} \frac{r_{ti+1}}{r_{ti}}$$

Untuk estimasi parameter difusi $\hat{\sigma}$, diperoleh dari standar deviasi residual, yaitu:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{r_{ti+1} - r_{ti}}{\sqrt{r_{ti}}} - \frac{\hat{\theta}}{\sqrt{r_{ti}}} + \hat{k}\sqrt{r_{ti}} \right)^2} \quad (16)$$

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan yang telah dibahas pada bagian metode, berikut hasil dan pembahasan dari masing-masing tahapan dalam perhitungan premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup dengan menggunakan hukum mortalitas De Moivre dan model suku bunga stokastik CIR.

3.1 Menentukan usia pemegang polis (tertanggung) dan nilai santunan Asuransi

Artikel ini menetapkan batas usia maksimal bagi tertanggung hingga 60 tahun dengan nilai santunan sebesar Rp20.000.000,00. Perhitungan premi asuransi dilakukan dengan mengacu pada Tabel mortalitas Indonesia Perempuan tahun 2019 (TMI IV 2019) untuk menentukan probabilitas hidup dan kematian tertanggung. Tahapan awal dalam proses perhitungan premi mencakup estimasi parameter suku bunga menggunakan model CIR. Estimasi parameter tersebut didasarkan pada data suku bunga BI-7 Day Reverse Repo Rate selama periode Januari 2018 sampai dengan Desember 2022.

3.2 Menentukan Estimasi parameter

Parameter model suku bunga CIR diestimasi menggunakan Persamaan (14), (15), dan (16). Hasil estimasi menunjukkan bahwa diperoleh nilai $\hat{\kappa} = 0,03417$, $\hat{\theta} = 0,38796$ dan $\hat{\sigma} = 0,04722$. Ketiga parameter hasil estimasi bernilai positif, sehingga memenuhi persyaratan dasar model CIR, yaitu non-negatif.

Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan terhadap syarat Feller:

$$2\hat{\kappa}\hat{\theta} = 0,02651 \text{ dan } \hat{\sigma}^2 = 0,00223$$

$$2\hat{\kappa}\hat{\theta} > \hat{\sigma}^2,$$

maka syarat Feller terpenuhi. Dengan demikian, model CIR yang diperoleh mampu mempertahankan nilai suku bunga tetap tidak negatif selama proses simulasi dan perhitungan premi.

3.3 Mengestimasi Tingkat Suku Bunga Saat ini $r(t)$

Langkah selanjutnya adalah mengestimasi $r(t)$ menggunakan persamaan (9) berikut: Misalkan untuk $t_1 = 4,25$, maka

$$r(1) = e^{-0,03417(1)}(4,25) + (0,38796)(1 - e^{-0,03417(1)})$$

$$+ \int_0^1 (0,04722)e^{-0,03417(1-u)}\sqrt{r(u)}d(u)$$

asumsikan $\sqrt{r(u)} = \sqrt{r(t)} \approx \sqrt{4,25} \approx 2,06155$, maka

$$r(1) = 0,96641(4,25) + (0,38796)(0,03359)$$

$$+ (0,04722)(2,06155) \int_0^1 e^{-0,03417(1-u)}d(u)$$

$$= 4,10724 + 0,01303 + (0,04722)(2,06155)(0,98311)$$

$$= 4,21597$$

Nilai untuk $t_2, t_3, t_4, \dots, t_{60}$ dapat dihitung menggunakan metode yang sama, sehingga dihasilkan tingkat suku bunga CIR berikut:

Tabel 2. Nilai Tingkat Suku Bunga CIR, $r(t)$

t	$r(t)$
1	4,21597%
2	4,18307%
3	4,15129%
4	4,12057%
5	4,09088%
$\vdots$	$\vdots$
30	3,60033%
40	3,52334%
50	3,46083%
60	3,42099%

3.4 Menghitung nilai sekarang (APV)

Nilai sekarang dari manfaat asuransi jiwa seumur hidup dalam kasus ini dihitung dengan asumsi pembayaran dilakukan pada akhir tahun dalam kerangka diskrit. Sebelum menghitung nilai A_x langkah pertama adalah menentukan nilai peluang hidup ${}_t p_x$ dan peluang kematian ${}_t q_x$ berdasarkan model mortalitas De Moivre. Perhitungan peluang ini dilakukan menggunakan persamaan (2) dan (3), dengan $w = 111$, $x = 15$, dan $t = 51$ maka diperoleh:

$${}_t p_x = \frac{w - x - t}{w - x} = \frac{111 - 15 - 51}{111 - 15} = \frac{45}{96} = 0,46875$$

dan

$${}_t q_x = 1 - {}_t p_x = 1 - 0,46875 = 0,53125$$

Pendekatan ini selaras dengan metode yang dilakukan oleh Anita *et al.* (2023), yang menggunakan hukum mortalitas De Moivre untuk menghitung probabilitas hidup dan mati, memberikan estimasi premi yang sederhana dan efektif. Dengan cara serupa, dihasilkan nilai ${}_t p_x$ dan ${}_t q_x$ untuk $x = 1, 2, 3, \dots, 60$ sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai ${}_t p_x$ dan ${}_t q_x$

w	x	t	$w - x - t$	$w - x$	${}_t p_x$	${}_t q_x$
111	1	51	59	110	,536364	,463636
111	2	51	58	109	,53211	,46789
111	3	51	57	108	,527778	,472222
111	4	51	56	107	,523364	,476636
111	5	51	55	106	,518868	,481132
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
111	30	51	30	81	,37037	,62963
111	40	51	20	71	,28169	,71831
111	50	51	10	61	,163934	,836066
111	60	51	0	51	0	1

Setelah nilai ${}_t p_x$ dan ${}_t q_x$ diperoleh, langkah berikutnya adalah menghitung nilai A_x untuk asuransi jiwa seumur hidup pada $x = 1$. Metode ini mengembangkan pendekatan serupa

yang digunakan oleh Anita *et al.* (2023), namun mengganti model Vasicek dengan CIR untuk mencerminkan dinamika suku bunga yang lebih realistis.

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \left(\frac{1}{1+4,21597}\right)^{1+1} (0,536364)(0,463636) \\
 &\quad + \left(\frac{1}{1+4,18307}\right)^{2+1} (0,536364)(0,463636) \\
 &\quad + \dots \left(\frac{1}{1+3,42099}\right)^{60+1} (0,536364)(0,463636) \\
 &= \left(\frac{1}{5,21597}\right)^2 (0,248678) + \left(\frac{1}{5,18307}\right)^3 (0,248678) \\
 &\quad + \dots + \left(\frac{1}{4,42099}\right)^{61} (0,248678) \\
 &= (0,009140) + (0,001786) + \dots + (1,04459e^{-40}) \\
 &= 0,011368
 \end{aligned}$$

Berikut nilai A_x untuk nilai $x = 2,3,4, \dots \dots 60$ dihitung dengan metode serupa:

Tabel 4. Nilai A_x

x	${}_t p_x$	${}_t q_x$	$r(t)$	A_x
1	0,536364	0,463636	4,21597	0,011368
2	0,53211	0,46789	4,18307	0,011381
3	0,527778	0,472222	4,15129	0,011393
4	0,523364	0,476636	4,12057	0,011404
5	0,518868	0,481132	4,09088	0,011412
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
30	0,37037	0,62963	3,60033	0,010660
40	0,28169	0,71831	3,52334	0,009249
50	0,163934	0,836066	3,46083	0,006267
60	0	1	3,42099	0

3.5 Menghitung Nilai Tunai Anuitas Seumur Hidup

Perhitungan pembayaran nilai tunai anuitas hidup akhir yang diterima oleh seseorang berusia x tahun dilakukan dengan rumus (6), yaitu:

$$\begin{aligned}
 \alpha_x &= \sum_{t=1}^{60} \left(\frac{1}{1+r(t)}\right)^{t+1} {}_t p_x \\
 &= \left(\frac{1}{1+4,21597}\right)^{1+1} (0,536364) + \left(\frac{1}{1+4,18307}\right)^{2+1} (0,536364) \\
 &\quad + \dots + \left(\frac{1}{1+3,42099}\right)^{60+1} (0,536364) \\
 &= \left(\frac{1}{5,21597}\right)^2 (0,536364) + \left(\frac{1}{5,18307}\right)^3 (0,536364) + \dots + \\
 &\quad \left(\frac{1}{4,42099}\right)^{61} (0,536364) \\
 &= (0,019715) + (0,003852) + \dots + (2,25304e^{-40})
 \end{aligned}$$

$$= 0,0245196$$

Nilai berikutnya dapat dihitung dengan metode serupa, sehingga diperoleh nilai tunai anuitas hidup a_x untuk $x = 2,3,4, \dots 60$ berikut ini.

Tabel 5. Nilai a_x

x	${}_t p_x$	$r(t)$	$\frac{1}{1+r(t)}$	a_x
1	0,536364	4,21597	0,191719	0,0245196
2	0,53211	4,18307	0,192936	0,0243251
3	0,527778	4,15129	0,194126	0,0241271
4	0,523364	4,12057	0,195291	0,0239253
5	0,518868	4,09088	0,19643	0,0237198
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
30	0,37037	3,60033	0,217376	0,0169313
40	0,28169	3,52334	0,221076	0,0128773
50	0,163934	3,46083	0,224174	0,007494
60	0	3,42099	0,226194	0

3.6 Menentukan Besaran Premi Tahunan Asuransi Jiwa Seumur Hidup

Langkah berikutnya adalah menentukan premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup untuk individu berusia x tahun, P_x . Menggunakan Persamaan (7), premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup untuk seseorang berusia $x = 1$ adalah

$$\begin{aligned}
 P_x &= \frac{A_x}{a_x} \times \text{benefit} \\
 &= \frac{A_1}{a_1} \times 20.000.000 \\
 &= \frac{0,011368}{0,0245196} \times 20.000.000 \\
 &= (0,463629) \times 20.000.000 \\
 &= 9.272.580
 \end{aligned}$$

Nilai P_x untuk $x = 1,2,3, \dots 60$ dihitung dengan rumus yang sama dan berikut hasil perhitungannya.

Tabel 6. Nilai P_x

x	A_x	a_x	$P_x \times 20000000$
1	0,011368	0,0245196	9.272.581,93
2	0,011381	0,0243251	9.357.412,71
3	0,011393	0,0241271	9.444.152,01
4	0,011404	0,0239253	9.533.004,81
5	0,011412	0,0237198	9.622.340,83
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
30	0,010660	0,0169313	12.592.063,22
40	0,009249	0,0128773	14.364.812,50
50	0,006267	0,007494	16.725.380,30
60	0	0	0

Hasil pada Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya usia tertanggung x hingga pada usia 50 tahun, premi tahunan P_x meningkat. Pendekatan ini serupa dengan hasil

Ardian F.A, (2023). Hal ini mencerminkan keunggulan model CIR dalam menangkap fluktuasi pasar secara realistis, dengan tingkat suku bunga yang selalu positif.

4 SIMPULAN

Penelitian ini menerapkan model mortalitas De Moivre dan model suku bunga stokastik Cox–Ingersoll–Ross (CIR) untuk menentukan premi tahunan asuransi jiwa seumur hidup berdasarkan prinsip ekuivalensi. Dengan menggunakan data BI 7-Day Reverse Repo Rate periode 2018–2022 dan Tabel Mortalitas Indonesia IV (TMI IV) Perempuan tahun 2019, parameter model CIR diestimasi untuk memperoleh tingkat suku bunga stokastik yang digunakan sebagai faktor diskonto dalam perhitungan premi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa premi tahunan meningkat seiring bertambahnya usia tertanggung, dengan kisaran Rp9.272.581,93 hingga Rp16.725.380,30 per tahun pada skenario yang dianalisis.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Model mortalitas yang digunakan adalah hukum De Moivre yang mengasumsikan distribusi umur sisa secara linier sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan pola mortalitas aktual. Selain itu, analisis hanya menggunakan data suku bunga periode 2018–2022 dan belum membandingkan hasil perhitungan dengan tarif premi pasar maupun dengan model suku bunga stokastik atau model mortalitas lainnya. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan analisis dengan menggunakan model mortalitas yang lebih kompleks, seperti Gompertz atau Makeham, serta melakukan perbandingan dengan model suku bunga lain, misalnya Vasicek atau Hull–White, disertai validasi terhadap data empiris.

DAFTAR PUSTAKA

- AAJI. (2019). Indonesian mortality table IV.
- AAJI. (2022). *Laporan Industri Asuransi Jiwa Indonesia 2022*.
- Anita, A. F., Rosita, S., & Arsita, S. (2023). Penerapan metode De Moivre dalam perhitungan premi asuransi jiwa seumur hidup dengan tingkat suku bunga stokastik. *AKTUARIA*, 2(1), 1–6.
- Aprianti, N. A. (2019). Macam-macam model suku bunga stokastik dan penerapannya. *Jurnal Matematika*.
- Bowers, N. L., Gerber, H. U., Hickman, J. C., Jones, D. A., & Nesbitt, C. J. (1997). *Actuarial mathematics*. The Society of Actuaries.
- Cox, J. C., Ingersoll, J. E., & Ross, S. A. (1985). A Theory of the Term Structure of Interest Rates. *Econometrica*, 53(2), 385–407. <https://doi.org/10.2307/1911242>
- Kartiningrum, E. D. (2015). Panduan penyusunan studi literatur. In *Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Kesehatan Majapahit*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Kesehatan Majapahit.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Laporan Penyakit Tidak Menular (PTM): Statistik dan Analisis Tahun 2022*.
- Kontan.co.id. (2023). *Asuransi: Pengertian dan jenisnya*. <https://www.kontan.co.id>
- Maulani, E. M. (2016). *Perhitungan nilai premi dan tunai manfaat asuransi dengan bunga stokastik menggunakan model vasicek dan CIR* [Thesis]. Universitas Negeri Semarang.
- Soetiono, K. S. (2016). Otoritas jasa keuangan: Bidang edukasi dan perlindungan konsumen. *Perencanaan Keuangan*. *Perencanaan Keuangan*.
- 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. <https://doi.org/10.24843/MTK.2019.v08.i03.p260>