

NILAI PREMI ASURANSI JIWA BERJANGKA *SINGLE LIFE* MODEL *COX-INGERSOLL-ROSS* (CIR)

Romaito Br Silalahi¹, Retno Budiarti²

¹Program Studi Matematika Terapan, Institut Pertanian Bogor

Email Korespondensi: silalahi.roma766@gmail.com

²Program Studi Matematika Terapan, Institut Pertanian Bogor

Email: retno.budiarti@gmail.com

ABSTRACT

Premium is an amount of money that must be paid by the customer at a certain time based on an insurance policy. This study aims to determine the value of a single life term life insurance premiums using the Cox-Ingersoll-Ross (CIR) interest rate model. There are differences in the value of men's and women's premiums from the calculation of single life term life insurance premiums using the CIR interest rate model. The value of the premium paid by men is more expensive than the value of the premium paid by women. The premium value for men is greater than 1.5 times the premium value for women.

Keywords: *CIR model, life insurance, premium*

ABSTRAK

Premi adalah sejumlah uang yang harus dibayarkan oleh nasabah pada waktu tertentu berdasarkan polis asuransi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai premi asuransi jiwa berjangka *single life* menggunakan model suku bunga *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR). Hasil penelitian didapatkan bahwa terdapat perbedaan nilai premi laki-laki dan perempuan dari hasil perhitungan premi asuransi jiwa berjangka *single life* menggunakan model suku bunga CIR. Nilai premi yang dibayarkan laki-laki lebih mahal dibandingkan nilai premi yang dibayarkan perempuan. Nilai premi laki-laki lebih besar dari 1,5 kali nilai premi perempuan.

Kata kunci: *asuransi jiwa, model CIR, premi*

1. PENDAHULUAN

Pada tanggal 11 November 2020, Indonesia berada di peringkat 21 (WHO, 2020) dengan negara kasus covid-19 terbanyak di dunia, yaitu 448.118 terkonfirmasi positif covid-19 dan 14.836 diantaranya meninggal dunia (COVID-19, 2020). Terjadinya hal yang tidak diinginkan seperti Covid-19 mengharuskan kita untuk antisipasi sejak dini dalam perencanaan dana darurat. Salah satu caranya, yaitu dengan memiliki asuransi jiwa *single life* bagi para tulang punggung keluarga. Dengan adanya asuransi ini diharapkan dapat meringankan kebutuhan hidup sementara pada anggota keluarga lain yang ditinggalkan.

Pada UU Nomor 40 Tahun 2014 dijelaskan mengenai perasuransian dimana asuransi merupakan perjanjian antara dua pihak, yaitu perusahaan asuransi dan pemegang polis. Perjanjian ini didasari oleh perusahaan asuransi yang menerima premi sebagai imbalan untuk: memberikan penggantian kepada pemegang polis. Penggantian ini dikarena kerugian, kerusakan, biaya yang timbul, kehilangan keuntungan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin

diderita pemegang polis karena terjadinya suatu peristiwa yang tidak pasti; atau memberikan pembayaran yang didasarkan pada meninggalnya tertanggung atau pembayaran yang didasarkan pada hidupnya tertanggung dengan manfaat yang besarnya telah ditetapkan dan/atau didasarkan pada hasil pengelolaan dana.

Berdasarkan peserta asuransi, asuransi jiwa dibagi menjadi asuransi jiwa *single life* dan *multi life*. Asuransi jiwa *single life* terdiri dari satu peserta dan asuransi jiwa *multi life* terdiri dari beberapa peserta. Pada asuransi jiwa *single life*, perlindungan diberikan hanya satu individu tertanggung. Namun, untuk asuransi jiwa *multi life* perlindungan diberikan untuk beberapa individu.

Asuransi yang masa hidup polisnya mempunyai jangka waktu tertentu disebut asuransi berjangka. Manfaat asuransi jiwa berjangka ditentukan dari apakah pemilik polis meninggal dunia atau hidup sampai pada waktu yang telah disepakati. Apabila selama masa perjanjian dan sampai waktu jatuh tempo pemilik polis meninggal dunia maka manfaat akan diberikan kepada ahli waris. Sebaliknya manfaat tidak akan diberikan jika bila pemilik polis masih hidup setelah masa jatuh tempo. (Bowers et al., 1997).

Sejumlah uang yang wajib dibayarkan selama masa waktu tertentu berdasarkan polis oleh nasabah disebut premi asuransi. Terdapat perbedaan nilai premi pada masing-masing nasabah. Tipe asuransi, jangka waktu, usia, jenis kelamin, jumlah pertanggungan dan kondisi kesehatan merupakan faktor yang mengakibatkan perbedaan premi asuransi.

Syamsir (2018) menentukan nilai premi asuransi jiwa berjangka *single life* dengan suku bunga tetap. Faktanya nilai suku bunga berubah secara fluktuatif. Model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR) sesuai untuk mempresentasikan nilai suku bunga. Sifat *mean reversion* atau mempunyai kecenderungan kembali menuju rata-rata dan tingkat suku bunga bernilai positif adalah keunggulan model CIR. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai premi asuransi jiwa berjangka *single life* menggunakan model suku bunga (CIR).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Suku bunga bulanan Bank Indonesia dari bulan Oktober 2016 sampai bulan Oktober 2020 (BI, 2020) dan Tabel Mortalitas Indonesia 2019 merupakan data yang digunakan. Model CIR dipakai untuk menghitung nilai suku bunga. Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut (Artika et al., 2018):

- 1) Perhitungan rata-rata suku bunga $r(t)$

Parameter c , θ , dan σ (Mariana, 2015) terlebih dahulu ditentukan berdasarkan data suku bunga bulanan Bank Indonesia dari bulan Oktober 2016 sampai bulan Oktober 2020. Kemudian dihitung nilai suku bunga $r(t)$ CIR dengan simulasi program pada *software* MATLAB 9.9 (R2020b).

$$c = \frac{n^2 - 2n + 1 + \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - (n-1) \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t}}{\left(n^2 - 2n + 1 - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} \right) \Delta t} \quad (1)$$

$$\theta = \frac{(n-1)\sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} - \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t} \sum_{t=1}^{n-1} r_t}{\left(n^2 - 2n + 1 + \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - (n-1) \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t} \right)} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{r_{t+1} - r_t}{\sqrt{r_t}} - \frac{\theta}{\sqrt{r_t}} + c\sqrt{r_t} \right)^2} \quad (3)$$

dimana:

- c : kelajuan r menuju level θ
- θ : level rata-rata (*reversion level*)
- σ : suku difusi (simpangan baku sesaat dari r).

2) Model CIR digunakan untuk penentuan suku bunga $r(t)$. Persamaan *Cox-Ingersoll-Ross* (Brigo et al., 2006) sebagai berikut:

$$dr(t) = c(\theta - r(t))dt + \sigma\sqrt{r(t)}dW(t) \quad (4)$$

3) Nilai q_x , p_x dan l_x diperoleh dari Tabel Mortalitas Penduduk Indonesia 2019. Dimana q_x dinyatakan sebagai peluang seseorang berusia x tahun pada saat tahun t meninggal dunia sebelum usia $x+1$, sedangkan p_x adalah peluang seseorang berusia x tetap hidup hingga usia $x+1$ tahun. Banyaknya orang yang tetap hidup hingga berusia tepat x tahun disimbolkan l_x . Nilai q_x , p_x dan l_x dipakai untuk menentukan nilai premi dengan model CIR.

4) Hasil suku bunga $r(t)$ digunakan untuk penyelesaian perhitungan nilai premi asuransi jiwa berjangka *single life* setelah disubstitusi ke persamaan (4).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rata-Rata Suku Bunga $r(t)$

Nilai rata-rata suku bunga $r(t)$ ditentukan dari model CIR pada persamaan (4). Dari hasil perhitungan didapat nilai estimasi parameter $c = 0,5856609$, $\theta = 0,05232$ dan $\sigma = 0,110737539$. Nilai ini diperoleh berdasarkan data observasi rata-rata tingkat suku bunga bulanan Bank Indonesia (*BI rate*) pada bulan Oktober 2016 sampai Oktober 2020. Selanjutnya, hasil estimasi parameter digunakan pada perhitungan nilai suku bunga CIR.

3.2. Nilai Premi

Berdasarkan rata-rata tingkat suku bunga CIR dan Tabel Mortalitas Indonesia 2019 ditentukan nilai premi. Dari Tabel Mortalitas Indonesia 2019 diketahui nilai q_x untuk laki-laki ataupun perempuan. Pada penelitian ini besar suku bunga ditetapkan menggunakan model CIR untuk menghitung nilai premi asuransi jiwa berjangka *single life*. Peserta asuransi diasumsikan berusia 40 tahun dengan lama kontrak selama 10 tahun dan uang pertanggungan Rp. 100.000.000,00.

3.3. Suku Bunga CIR

Besar suku bunga CIR ditentukan dari hasil estimasi parameter yang diperoleh, yaitu sebagai berikut:

$$r(t+1) = e^{-c\Delta t} r(t) + \theta(1 - e^{-c\Delta t}) + \int_t^{t+1} \sigma e^{c(t+1-u)} \sqrt{r(u)} dW(u) \quad (5)$$

Selanjutnya nilai suku bunga CIR yang dihasilkan disubstitusi untuk mendapatkan fungsi diskonto (v_{CIR}) ke persamaan berikut:

$$v_{CIR} = \frac{1}{(1 + r(t)_{CIR})} \quad (6)$$

Nilai suku bunga dan fungsi diskonto CIR ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Suku Bunga dan Fungsi Diskonto CIR

| t | $r(t)_{CIR}$ | v_{CIR} |
|-----|--------------|-------------|
| 1 | 0,0479806 | 0,954216137 |
| 2 | 0,0516859 | 0,950854243 |
| 3 | 0,0454145 | 0,956558379 |
| 4 | 0,0518102 | 0,950741873 |
| 5 | 0,0471075 | 0,955011782 |
| 6 | 0,0480517 | 0,954151403 |
| 7 | 0,0631104 | 0,940636081 |
| 8 | 0,0470044 | 0,955105824 |
| 9 | 0,0395633 | 0,961942385 |
| 10 | 0,0458868 | 0,956126418 |

Berdasarkan Tabel 1, nilai suku bunga dan nilai fungsi diskonto memiliki perbandingan terbalik. Nilai suku bunga yang besar mengakibatkan fungsi diskonto semakin kecil. Suku bunga terkecil adalah 0,0395633 menghasilkan fungsi diskonto terbesar yaitu 0,961942385 begitu juga sebaliknya.

3.4. Tabel Mortalitas

Pada Tabel 2, dihitung nilai p_x dan l_x dengan mengasumsikan $l_0 = 100.000$. Nilai p_x yaitu, peluang seseorang berusia x tetap hidup sampai usia $x+1$ tahun diperoleh dari persamaan $p_x = 1 - q_x$. Kemudian banyak orang yang tetap hidup sampai berusia tepat x tahun (l_x) dihitung dari persamaan $l_x = p_{x-1} \cdot l_{x-1}$.

Tabel 2 Perhitungan *Single Life* usia $x = 40$ sd 49 tahun

| Usia x | Laki-laki | | | Perempuan | | |
|-------------|-----------|---------|----------|-----------|---------|----------|
| | q_x | p_x | l_x | q_x | p_x | l_x |
| 40 | 0,00173 | 0,99827 | 97330,06 | 0,00118 | 0,99882 | 98133,82 |
| 41 | 0,00193 | 0,99807 | 97161,67 | 0,00128 | 0,99872 | 98018,02 |
| 42 | 0,00216 | 0,99784 | 96974,15 | 0,00141 | 0,99859 | 97892,56 |
| 43 | 0,00241 | 0,99759 | 96764,69 | 0,00154 | 0,99846 | 97754,53 |
| 44 | 0,00270 | 0,99730 | 96531,49 | 0,00169 | 0,99831 | 97603,99 |
| 45 | 0,00302 | 0,99698 | 96270,85 | 0,00187 | 0,99813 | 97439,04 |
| 46 | 0,00338 | 0,99662 | 95980,11 | 0,00209 | 0,99791 | 97256,83 |
| 47 | 0,00377 | 0,99623 | 95655,7 | 0,00230 | 0,99770 | 97053,56 |
| 48 | 0,00418 | 0,99582 | 95295,08 | 0,00253 | 0,99747 | 96830,34 |
| 49 | 0,00461 | 0,99539 | 94896,74 | 0,00277 | 0,99723 | 96585,36 |

(Sumber: Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia)

3.5. Nilai Tunai Manfaat dan Anuitas Model CIR

Nilai tunai manfaat model CIR ($A_{x:\overline{n}|}^1$) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$A_{x:\overline{n}|}^1 = \sum_{k=0}^{n-1} v_{CIR}^{k+1} ({}_kP_x - {}_{k+1}P_x) \quad (7)$$

Hasil perhitungan nilai tunai manfaat model CIR disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai Tunai Manfaat Model CIR

| Usia X | Laki-laki A_{CIR} | Perempuan A_{CIR} |
|-------------|------------------------|------------------------|
| 40 | 0,02208 | 0,01391441 |
| 41 | 0,021619 | 0,013629 |
| 42 | 0,022407 | 0,014117 |
| 43 | 0,021603 | 0,013619 |
| 44 | 0,02219 | 0,013983 |
| 45 | 0,022071 | 0,013909 |
| 46 | 0,020279 | 0,012798 |
| 47 | 0,022203 | 0,013991 |
| 48 | 0,023179 | 0,014596 |
| 49 | 0,022346 | 0,01408 |

Pada Tabel 3, diperoleh nilai tunai manfaat laki-laki lebih besar daripada nilai tunai manfaat perempuan. Nilai tunai manfaat laki-laki melebihi 1,5 kali nilai tunai manfaat perempuan. Hal ini disebabkan karena peluang hidup laki-laki lebih rendah dibandingkan peluang hidup perempuan.

Kemudian nilai tunai anuitas model CIR ($\ddot{a}_{x:\overline{n}|}$) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} v_{CIR}^k \cdot {}_kP_x \quad (8)$$

Hasil perhitungan nilai tunai anuitas model CIR disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai Tunai Anuitas Model CIR

| Usia X | Laki-laki $\ddot{a}_{CIR_{x:10}}$ | Perempuan $\ddot{a}_{CIR_{x:10}}$ |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 40 | 8,162876018 | 8,167121199 |
| 41 | 8,045666822 | 8,049818204 |
| 42 | 8,245788741 | 8,25010048 |
| 43 | 8,041785 | 8,045933659 |
| 44 | 8,190925 | 8,195192394 |
| 45 | 8,160599 | 8,164842559 |
| 46 | 7,702067 | 7,705945866 |
| 47 | 8,194248 | 8,198518 |
| 48 | 8,440355 | 8,444823 |
| 49 | 8,23042 | 8,234719 |

Berdasarkan Tabel 4, tidak ada perbedaan signifikan antara nilai tunai anuitas laki-laki dan perempuan menggunakan model CIR. Nilai tunai anuitas terendah diperoleh saat usia 46 tahun, yaitu sekitar 7,70 pada laki-laki dan perempuan. Nilai tunai anuitas tertinggi diusia 48 tahun, yaitu sekitar 8,44.

3.6. Nilai Premi Asuransi Jiwa Berjangka *Single Life* Model CIR

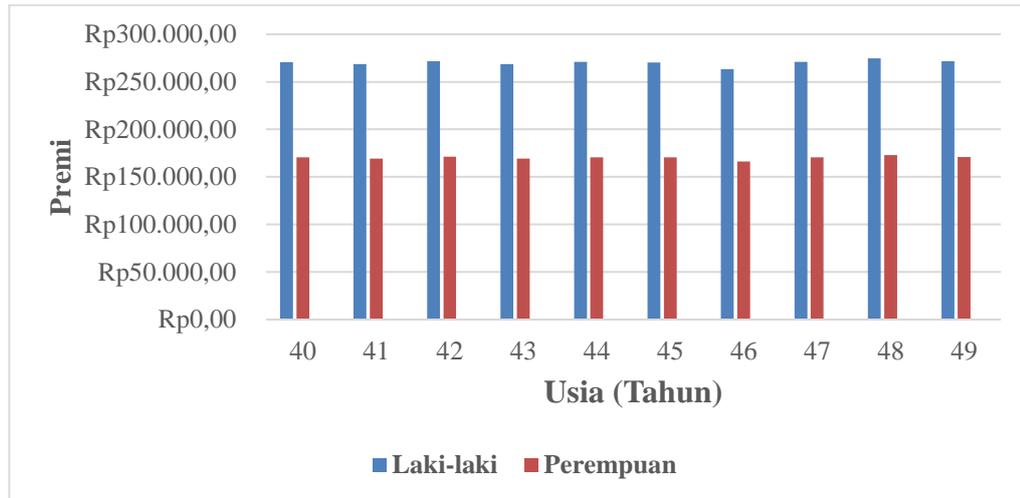
Pada penelitian ini diasumsikan uang pertanggungan Rp 100.000.000,00 dan perhitungan premi asuransi jiwa berjangka *single life* model CIR (P_{CIR}) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$P_{CIR} = \frac{A_{x:\overline{n}|}^1}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \cdot 100000000 \quad (9)$$

Hasil perhitungan nilai premi model CIR disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 1.

Tabel 5 Premi Asuransi *Single Life* dengan Model CIR

| Usia | Laki-laki | Perempuan |
|------|---------------|---------------|
| 40 | Rp 270.493,00 | Rp 170.460,00 |
| 41 | Rp 268.704,00 | Rp 169.396,00 |
| 42 | Rp 271.739,00 | Rp 171.203,00 |
| 43 | Rp 268.634,00 | Rp 169.353,00 |
| 44 | Rp 270.909,00 | Rp 170.713,00 |
| 45 | Rp 270.458,00 | Rp 170.441,00 |
| 46 | Rp 263.293,00 | Rp 166.163,00 |
| 47 | Rp 270.958,00 | Rp 170.742,00 |
| 48 | Rp 274.621,00 | Rp 172.931,00 |
| 49 | Rp 271.505,00 | Rp 171.073,00 |



Gambar 1 Perbandingan premi laki-laki dan perempuan pada asuransi jiwa berjangka *single life* dengan model CIR

Berdasarkan perhitungan Tabel 5 dan tampilan Gambar 1, didapatkan perbedaan nilai premi asuransi jiwa berjangka *single life* antara laki-laki dan perempuan dengan model suku bunga CIR. Pada penelitian ini diasumsikan usia tertanggung 40 tahun dan lama kontrak 10 tahun dengan manfaat yang diterima sebesar Rp 100.000.000,00. Laki-laki membayar premi lebih mahal dibandingkan perempuan. Nilai premi laki-laki lebih besar dari 1,5 kali nilai premi perempuan.

Asuransi jiwa berjangka *single life* bagi setiap tulang punggung keluarga merupakan hal penting ditengah pandemi covid-19 saat ini. Pembayaran premi mulai dari Rp 167.000,00 sampai dengan Rp 272.000,00 per bulan akan memberikan ketenangan ditengah kondisi yang tidak pasti. Diharapkan uang tertanggung dapat meringankan kebutuhan hidup sementara pada anggota keluarga lain jika tulang punggung keluarga meninggal dunia.

4. SIMPULAN

Model CIR dapat diterapkan dalam penentuan besar suku bunga pada perhitungan nilai premi asuransi jiwa berjangka *single life*. Nilai premi asuransi jiwa *single life* dengan model suku bunga CIR, dalam penelitian ini diasumsikan usia tertanggung 40 tahun dan lama kontrak 10 tahun dengan manfaat Rp 100.000.000,00 adalah Rp 270.493,00 untuk laki-laki dan Rp 170.460,00 untuk perempuan. Nilai premi yang dibayarkan laki-laki lebih mahal dibandingkan nilai premi yang dibayarkan perempuan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Artika *et al.* (2018). Penentuan Premi Asuransi Jiwa Berjangka Menggunakan Model *Vasicek* dan Model *Cox-Ingersoll-Ross (CIR)*. *Journal of Mathematics and Its Applications*, 17(2):129-139.
- Bank Indonesia. (2020). *BI 7-Day Repo Rate*. November 14, 2020. <https://www.bi.go.id/id/moneter/bi-7day-RR/data/Contents/Default.aspx>

- Brigo D, Mercurio F. (2006). *Interest Rate Models ± Theory and Practice*. Germany: Springer-Verlag.
- Bowers *et al.* (1997). *Actuarial Mathematics Second Edition*. Illinois: Society Of Actuaries.
- COVID-19. (2020). *Data COVID-19 Indonesia*. November 12, 2020.
<https://covid19.go.id/peta-sebaran>
- Mariana *et al.* (2015). Estimasi Parameter pada Model Suku Bunga Cox Ingersoll Ross (CIR) Menggunakan Kalman Filter untuk Menentukan Harga *Zero Coupon Bond*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 4:2337-3520.
- Syamsir, Nur. (2018). *Penentuan Premi Untuk Polis Asuransi Jiwa Perorangan (Single Life) Di Pru Future – Team Makassar*. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Aluddin Makassar.
- World Health Organization. (2020). *WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard*. November 12, 2020.
<https://covid19.who.int/table>