

PENENTUAN PREMI ASURANSI JIWA BERJANGKA MENGUNAKAN MODEL VASICEK DAN MODEL COX-INGERSOLL-ROSS (CIR)

S. Artika¹, I. G. P. Purnaba², D. C. Lesmana³

Abstrak

Tingkat suku bunga berpengaruh pada penentuan besaran nilai premi. Nilai suku bunga diperoleh dengan menggunakan model suku bunga Vasicek dan CIR. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung nilai suku bunga, nilai premi, dan perbandingan nilai premi dari model suku bunga Vasicek dan model suku bunga CIR. Nilai suku bunga akan digunakan dalam menghitung nilai premi asuransi jiwa berjangka n tahun dengan pembayaran cicilan premi saat besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode dan cicilan premi saat besaran meningkat secara linear ketika uang pertanggungan dibayarkan di akhir tahun. Hasil perhitungan premi asuransi jiwa berjangka dengan model Vasicek dan model CIR tidak ada perbedaan yang signifikan.

Kata Kunci: nilai premi, asuransi jiwa berjangka, suku bunga, model Vasicek, model CIR

2010 Mathematics Subject Classification: 97M30.

PENDAHULUAN

Asuransi adalah suatu alat untuk mengurangi risiko finansial yang melekat pada sistem perekonomian, dengan cara menggabungkan sejumlah unit-unit yang terkena risiko yang sama atau terkena risiko yang hampir sama, dalam jumlah yang cukup besar agar probabilitas kerugiannya dapat diprediksi dan bila kerugian yang diprediksikan terjadi, maka akan dibagi secara proposional kepada semua pihak dalam gabungan itu [8]. Asuransi terdiri dari dua jenis, yaitu asuransi kerugian dan asuransi jiwa. Asuransi jiwa terdiri dari beberapa jenis, di antaranya asuransi jiwa berjangka (*term insurance*), asuransi seumur hidup (*whole life insurance*), endowmen murni (*pure endowment*) dan asuransi dwiguna (*endowment insurance*) [2].

Berdasarkan jangka waktu perlindungannya, asuransi jiwa dibagi menjadi dua, yaitu asuransi jiwa seumur hidup dan asuransi jiwa berjangka. Asuransi

¹ Mahasiswa S2 Program Studi Matematika Terapan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680. Email: selfiartika@yahoo.com

² Departemen Matematika, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680. Email: purnaba@gmail.com

³ Departemen Matematika, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680. Email: donnymath@gmail.com

seumur hidup adalah asuransi yang menjamin tertanggung seumur hidup dan akan mendapatkan uang pertanggungan atau benefit saat tertanggung meninggal. Sedangkan asuransi jiwa berjangka merupakan jenis asuransi yang memberikan perlindungan asuransi jiwa untuk jangka waktu tertentu. Dengan asuransi jiwa berjangka, cakupan perlindungan berlaku selama jangka waktu tertentu, dengan manfaat akan dibayarkan apabila terjadi sesuatu kejadian tak terduga (meninggal) pada masa perlindungan. Kelebihannya, asuransi jiwa berjangka akan memiliki fleksibilitas untuk memilih berapa jangka waktu yang diinginkan oleh pihak tertanggung.

Dalam menghitung premi asuransi jiwa berjangka bisa menggunakan besaran tingkat bunga dengan model suku bunga. Dalam hal ini akan digunakan 2 (dua) model suku bunga, yaitu model suku bunga Vasicek dan model suku bunga Cox-Ingersoll-Ross (CIR). Model suku bunga Vasicek adalah model yang memprediksi pergerakan tingkat bunga untuk waktu berikutnya dengan melihat pergerakan tingkat bunga sebelumnya. Model Vasicek mengikuti fenomena *mean reverting*, yaitu tingkat bunga akan selalu bergerak menuju titik keseimbangan [1]. Sedangkan model CIR menjamin tingkat suku bunga bernilai positif dan memiliki sifat *mean reversion* atau mempunyai kecenderungan kembali menuju rata-rata [5].

Selain dipengaruhi oleh tingkat suku bunga, besarnya premi juga dipengaruhi oleh cara pembayaran uang pertanggungan yang disepakati dalam polis. Dalam pembayaran uang pertanggungan ada tiga macam pembayaran, yaitu uang pertanggungan dibayar di akhir tahun, pada akhir interval $\frac{1}{m}$ tahun dan segera apabila terjadi klaim [2].

Pada penelitian ini model suku bunga Vasicek dan model suku bunga Cox-Ingersoll-Ross (CIR) digunakan sebagai simulasi untuk menentukan besaran tingkat bunga yang akan digunakan untuk menentukan besarnya premi pada asuransi jiwa berjangka n tahun dengan pembayaran cicilan premi saat besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode dan cicilan premi saat besaran meningkat secara linear. Premi yang ditentukan untuk kasus uang pertanggungan dibayarkan di akhir tahun. Unsur-unsur yang mendasari perhitungan premi asuransi adalah nilai peluang kematian pada tabel kematian (tabel mortalita), usia dan jenis kelamin tertanggung, masa kontrak, tingkat jumlah yang diasuransikan kepada perusahaan asuransi dalam kasus kematian atau pada saat jatuh tempo kontrak asuransi [10].

TINJAUAN PUSTAKA

Asuransi

Menurut UU No. 40 Tahun 2014 tentang Perasuransian, asuransi merupakan perjanjian diantara dua pihak, yaitu perusahaan asuransi dengan pemegang polis, yang menjadi dasar atau acuan bagi penerimaan premi oleh perusahaan asuransi dengan imbalan untuk:

1. Memberikan penggantian kepada tertanggung atau pemegang polis karena kerugian yang dideritanya, kerusakan, biaya yang timbul, kehilangan keuntungan maupun tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin diderita tertanggung/pemegang polis karena terjadinya suatu peristiwa yang tidak pasti tersebut; atau
2. Memberikan pembayaran dengan acuan pada meninggalnya tertanggung atau pembayaran yang didasarkan pada hidup tertanggung dengan manfaat yang besarnya telah ditetapkan dan atau didasarkan pada hasil pengelolaan dana.

Premi

Premi asuransi adalah uang yang dibayarkan oleh tertanggung kepada perusahaan asuransi yang dapat ditentukan dengan cara tertentu. Ada 2 (dua) macam premi, yaitu premi bersih dan premi kotor.

Premi Bersih

Premi bersih adalah premi yang dihitung tanpa memperhatikan faktor biaya. Menurut Maria Lemorenty [7], Premi bersih diklasifikasikan menjadi 3 (tiga), yaitu:

1. Premi tunggal yang merupakan premi yang dibayarkan sekaligus.
2. Premi yang dibayar seumur hidup.
3. Premi yang dibayar selama jangka waktu tertentu.

Premi Kotor

Menurut Futami [6], premi kotor dipandang sebagai suatu jumlah yang dihitung dengan memperhatikan perhitungan premi bersih. Berdasarkan semua faktor yang mempengaruhi premi kotor (misalnya laju kematian, bunga, laju pengunduran diri, dan lainnya) atau premi bersih hasil perhitungan yang ditambah dengan sejumlah uang yang dinamai beban atau biaya lainnya.

Premi Asuransi Jiwa Berjangka n Tahun

Premi asuransi jiwa berjangka n tahun merupakan sejumlah uang yang harus dibayar peserta asuransi jiwa kepada perusahaan asuransi selama jangka waktu tertentu. Jika tidak terjadi meninggal dalam jangka liputan, maka tidak terjadi pembayaran. Berdasarkan cara pembayarannya, premi asuransi jiwa berjangka dibedakan menjadi premi tunggal dan premi tahunan. Premi tunggal adalah pembayaran asuransi jiwa yang dibayarkan sekaligus pada waktu kontrak asuransi disetujui. Polis berjangka tahunan (*yearly renewable term*) merupakan salah satu contoh yang paling sederhana dari bentuk asuransi jiwa berjangka dan memberikan suatu gambaran yang baik dalam menjelaskan elemen-elemen dalam penarikan premi [7].

Model Suku Bunga

Model suku bunga yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung nilai premi dalam asuransi jiwa berjangka n tahun digunakan 2 (dua) model yaitu model suku bunga Vasicek dan model suku bunga Cox-Ingersoll-Ross (CIR).

Model Suku Bunga Vasicek

Model tingkat suku bunga Vasicek adalah model yang memprediksi pergerakan tingkat bunga untuk waktu berikutnya dengan melihat pergerakan tingkat bunga sebelumnya. Model ini mengikuti fenomena *mean reverting*, yaitu tingkat suku bunga akan selalu bergerak menuju titik keseimbangan. Digunakan persamaan Vasicek [4] sebagai berikut:

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

Model Suku Bunga Cox-Ingersoll-Ross (CIR)

Model tingkat suku bunga Cox-Ingersoll-Ross merupakan model *equilibrium* yang diperkenalkan pada tahun 1985. Model CIR menjamin tingkat suku bunga bernilai positif dan memiliki sifat *mean reversion* atau mempunyai kecenderungan kembali menuju rata-rata. Persamaan Cox-Ingersoll-Ross [4] adalah

$$dr(t) = c(\theta - r(t))dt + \sigma\sqrt{r(t)}dW(t) \quad (2)$$

Menurut model CIR, standar deviasi dari perubahan dalam waktu singkat sebanding dengan $r(t)^{1/2}$. Ini berarti bahwa tingkat suku bunga jangka pendek dengan standar deviasi meningkat. Berbeda dari Model Vasicek, model CIR menghilangkan kemungkinan suku bunga negatif [9].

METODE

Pada penelitian ini akan dibahas perhitungan premi asuransi jiwa berjangka n tahun dengan dua kasus, yaitu pembayaran cicilan premi dengan besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode dan pembayaran cicilan premi saat besaran meningkat secara linear. Adapun data yang digunakan adalah data suku bunga tahunan Bank Indonesia dari bulan Juni 2013 sampai dengan bulan Juli 2016 dan data dari Tabel Mortalitas Indonesia 2011. Model yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model suku bunga Vasicek dan suku bunga CIR.

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan adalah

1. Penentuan model persamaan aktuarial yang akan dipakai dalam penentuan nilai premi asuransi jiwa berjangka.

Dengan persamaan umum aktuarianya sebagai berikut:

$$E(\text{Nilai sekarang premi}) = E(\text{Nilai sekarang benefit})$$

2. Perhitungan suku bunga menggunakan model Vasicek dan model CIR untuk menentukan nilai suku bunga $r(t)$ bulanan dan tahunan.
3. Penentuan nilai rata-rata suku bunga $r(t)$

Mencari nilai suku bunga $r(t)$ Vasicek dan CIR yang akan dicari dengan simulasi program pada *software Matlab* dengan terlebih dahulu mencari nilai parameter dari c, θ, σ nya dengan menggunakan data suku bunga tahunan Bank Indonesia dari bulan Juni 2013 sampai bulan Juli 2016.

Berikut formula yang digunakan untuk mencari nilai parameter dari c, θ, σ :

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

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

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

4. Tabel Mortalita Penduduk Indonesia 2011, yang terdiri dari laki-laki dan perempuan, yang dinyatakan sebagai peluang individu berusia x tahun pada tahun t dan meninggal sebelum usia $x + 1$ yang disimbolkan dengan q_x digunakan dalam menghitung nilai premi untuk model suku bunga Vasicek dan CIR. Dalam penelitian ini akan dipakai asumsi dengan distribusi seragam.
5. Hasil suku bunga $r(t)$ untuk model suku bunga Vasicek dan model suku bunga CIR disubstitusi ke semua persamaan sesuai dengan kasus yang terkait penyelesaian menghitung premi asuransi jiwa berjangka n tahun baik benefit dan anuitas preminya dengan pembayaran cicilan premi dengan besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode dan pembayaran cicilan premi saat besaran meningkat secara linear saat uang pertanggungan dibayar di akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan nilai rata-rata suku bunga $r(t)$

Nilai rata-rata suku bunga $r(t)$ akan dihitung menggunakan model suku bunga Vasicek dan CIR. Model suku bunga Vasicek menggunakan seperti pada persamaan (1) dan model suku bunga CIR seperti pada persamaan (2).

Parameter dari suku bunga model Vasicek dan CIR diestimasi menggunakan data observasi berupa rata-rata tingkat suku bunga tahunan Bank Indonesia (BI rate) dari bulan juni 2013 sampai Juli 2016 dan diperoleh hasil estimasi parameter yang akan digunakan untuk menghitung nilai suku bunga model Vasicek dan suku bunga model CIR dan diperoleh data sebagai berikut: $c = 2.063$, $\theta = 0.0738$ dan $\sigma = 0.2891$.

Nilai premi

Nilai premi dihitung menggunakan rata-rata tingkat suku bunga tahunan dan bulanan dari model suku bunga Vasicek dan model suku bunga CIR serta digunakan Tabel Mortalita Indonesia 2011. Pada Tabel Mortalita Indonesia 2011 diperoleh data q_x untuk laki-laki dan perempuan.

Ilustrasi untuk kasus pertama akan dihitung nilai premi asuransi jiwa berjangka 5 tahun, dengan 2 tahun pertama disebut periode 1 dan 3 tahun berikutnya sebagai periode 2, sedangkan kasus kedua yaitu menghitung nilai cicilan premi yang meningkat secara linear juga digunakan asuransi jiwa berjangka waktu 5 tahun, dimana penambahan nilai premi akan meningkat setiap tahun selama 5 tahun.

Berdasarkan data sensus BPS [3] tahun 2010-2015 angka harapan hidup penduduk Indonesia berada pada angka 70.1 tahun, maka akan dihitung besaran nilai premi pada usia 0 tahun sampai usia 70 tahun dengan menggunakan data pada Tabel Mortalita Indonesia 2011 untuk penduduk laki-laki dan penduduk perempuan.

Dalam menghitung nilai besaran ${}_tq_x$ untuk $0 < t < 1$, digunakan asumsi bahwa tingkat kematian menyebar seragam (0,1), dengan pendekatan ${}_tq_x = tq_x$.

Persamaan yang Digunakan untuk Menghitung Nilai Cicilan Premi saat Besaran Konstan tapi Berbeda untuk Dua Periode dengan Model Vasicek dan CIR

Berikut persamaan yang digunakan untuk penentuan nilai premi asuransi jiwa berjangka n tahun dengan pembayaran cicilan premi saat besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode saat benefit dibayarkan di akhir tahun dan anuitas preminya juga di akhir tahun.

$$P \cdot \ddot{a}_{x:\overline{n}|} = A_{x:\overline{n_1}|}^1 + 2 A_{x+n_1:\overline{n_2}|}^1 n_1 E_x$$

$$P = \frac{A_{x:\overline{n_1}|}^1 + 2 A_{x+n_1:\overline{n_2}|}^1 n_1 E_x}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \quad (3)$$

Persamaan yang Digunakan untuk Menghitung Nilai Cicilan Premi saat Besaran Meningkat Secara Linear dengan Model Vasicek dan CIR

Berikut persamaan yang digunakan untuk penentuan nilai premi asuransi jiwa berjangka n tahun dengan pembayaran cicilan premi saat besaran meningkat

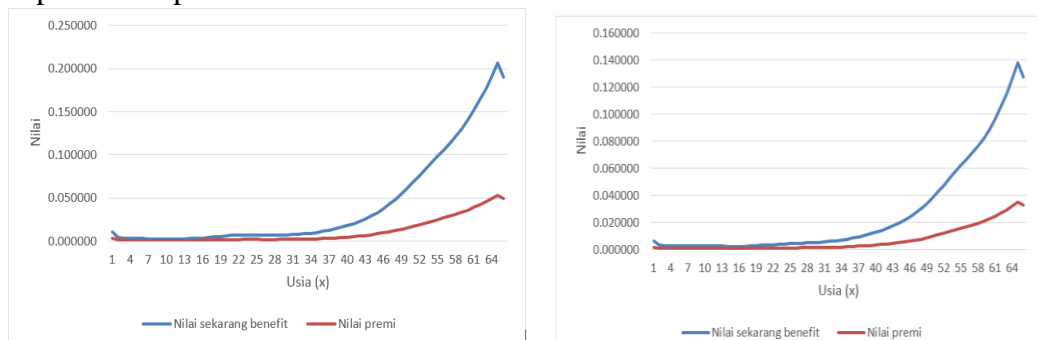
secara linear ketika benefit dibayarkan saat akhir tahun dan anuitas preminya juga dibayarkan di akhir tahun.

$$P \cdot \ddot{a}_{x:\overline{n}|} = (IA)_{x:\overline{n}|}^1$$

$$P = \frac{(IA)_{x:\overline{n}|}^1}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \quad (4)$$

Nilai Cicilan Premi saat Besaran Konstan tapi Berbeda untuk Dua Periode dengan Model Vasicek dan CIR

Nilai sekarang benefit dan nilai premi untuk asuransi jiwa berjangka 5 tahun pada kasus yang pertama dengan pembayaran cicilan premi saat besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode ketika benefit dibayarkan di akhir tahun dan anuitas preminya juga di akhir tahun dengan metode Vasicek dan CIR akan ditentukan dengan menggunakan persamaan (3) dengan nilai sekarang benefit sebesar satu-satuan. Hasil perhitungan nilai sekarang benefit dan nilai preminya dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



(a) Laki-laki

(b) Perempuan

Gambar 1 Nilai cicilan premi saat besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode dengan model Vasicek

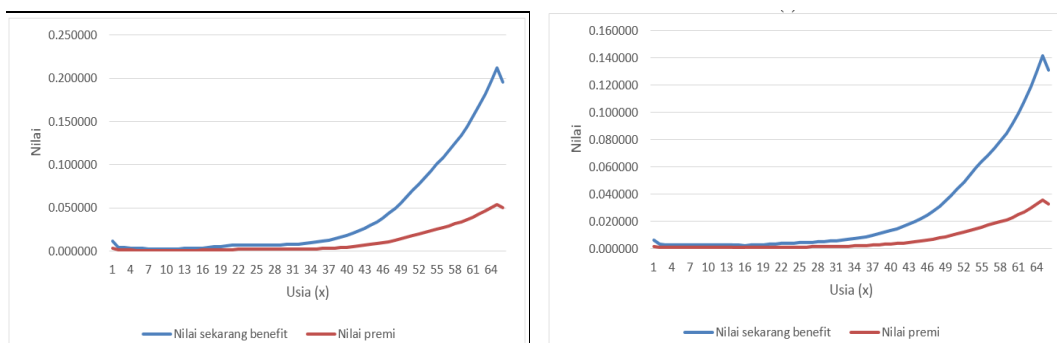
Hasil perhitungan nilai cicilan premi saat besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode sebagai berikut:

1. Model suku bunga Vasicek

Pada laki-laki, nilai sekarang benefit terendah berada pada usia 8 tahun dengan nilai 0.002368 dan nilai tertinggi berada pada usia 64 tahun dengan nilai 0.206212. Sedangkan nilai premi terendah berada pada usia 8 tahun dengan nilai 0.000589 dan nilai tertinggi berada pada usia 64 tahun dengan nilai 0.053172. Sedangkan pada perempuan, nilai sekarang benefit terendah berada pada usia 14 tahun dengan nilai 0.002211 dan nilai tertinggi berada pada usia 64 tahun dengan nilai 0.137733. Sedangkan nilai premi terendah berada pada usia 15 tahun dengan nilai 0.000550 dan nilai tertinggi berada pada usia 64 tahun dengan nilai 0.0035037.

2. Model suku bunga CIR

Pada laki-laki, nilai sekarang benefit terendah berada pada usia 8 tahun dengan nilai 0.002345 dan nilai tertinggi berada pada usia 64 tahun dengan nilai 0.212192. Sedangkan nilai premi terendah berada pada usia 8 tahun dengan nilai 0.000589 dan nilai tertinggi berada pada usia 64 tahun dengan nilai 0.053905. Sedangkan pada perempuan, nilai sekarang benefit terendah berada pada usia 14 tahun dengan nilai 0.002273 dan nilai tertinggi berada pada usia 64 tahun dengan nilai 0.141752. Sedangkan nilai premi terendah berada pada usia 15 tahun dengan nilai 0.000557 dan nilai tertinggi berada pada usia 64 tahun dengan nilai 0.035524.



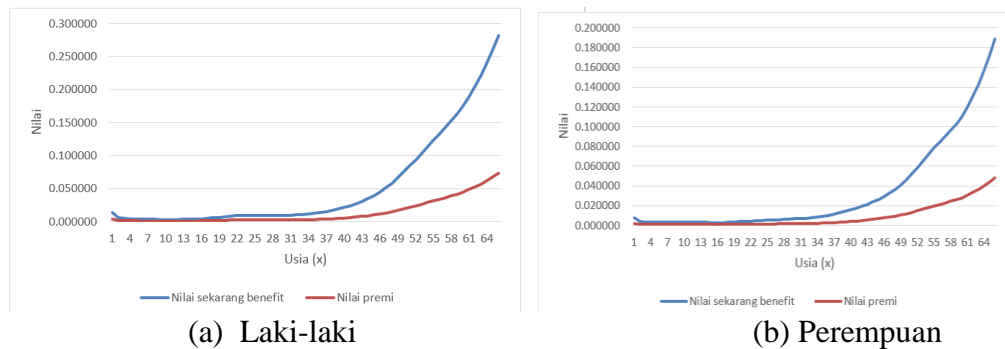
(a) Laki-laki

(b) Perempuan

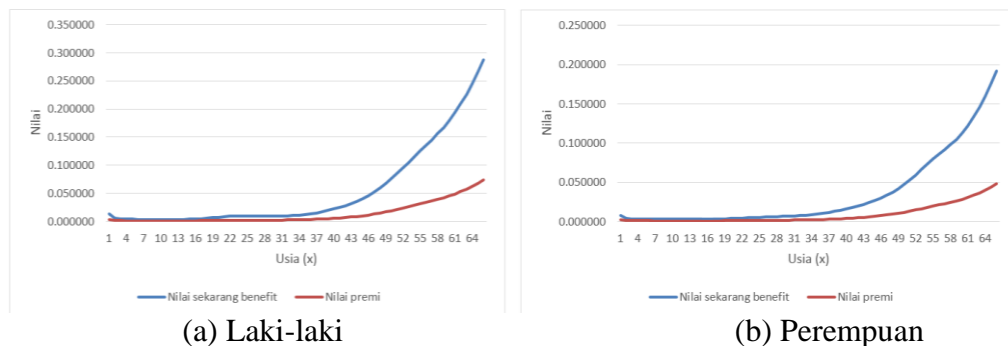
Gambar 2 Nilai cicilan premi saat besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode dengan model CIR

Nilai Cicilan Premi saat Besaran Meningkat Secara Linear dengan Model Vasicek dan CIR

Nilai sekarang benefit dan nilai premi untuk asuransi jiwa berjangka 5 tahun untuk kasus yang pertama dengan pembayaran cicilan premi saat besaran meningkat secara linear ketika benefit dibayarkandi akhir tahun dan anuitas preminya juga dibayarkan di akhir tahun akan ditentukan dengan menggunakan persamaan (7), dengan nilai sekarang benefit sebesar satu-satuan. Hasil perhitungan nilai sekarang benefit dan nilai preminya dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Nilai cicilan premi saat besaran meningkat secara linear dengan model Vasicek



Gambar 4 Nilai cicilan premi saat besaran meningkat secara linear dengan model CIR

Hasil perhitungan nilai cicilan premi saat besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode sebagai berikut:

1. Model suku bunga Vasicek

Pada laki-laki, nilai sekarang benefit terendah berada pada usia 9 tahun dengan nilai 0.003031 dan nilai tertinggi berada pada usia 65 tahun dengan nilai 0.281811. Sedangkan nilai premi terendah berada pada usia 10 tahun dengan nilai 0.000754 dan nilai tertinggi berada pada usia 65 tahun dengan nilai 0.072907. Sedangkan pada perempuan, nilai sekarang benefit terendah berada pada usia 15 tahun dengan nilai 0.002768 dan nilai tertinggi berada pada usia 65 tahun dengan nilai 0.188405. Sedangkan nilai premi terendah berada pada usia 15 tahun dengan nilai 0.000689 dan nilai tertinggi berada pada usia 65 tahun dengan nilai 0.048036.

2. Model suku bunga CIR

Pada laki-laki, nilai sekarang benefit terendah berada pada usia 9 tahun dengan nilai 0.003088 dan nilai tertinggi berada pada usia 65 tahun dengan nilai 0.287218. Sedangkan nilai premi terendah berada pada usia 26 tahun dengan nilai 0.002176 dan nilai tertinggi berada pada usia 65 tahun dengan nilai 0.073209. Sedangkan pada perempuan, nilai sekarang benefit terendah

berada pada usia 15 tahun dengan nilai 0.002819 dan nilai tertinggi berada pada usia 65 tahun dengan nilai 0,192041. Sedangkan nilai premi terendah berada pada usia 15 tahun dengan nilai 0.000691 dan nilai tertinggi berada pada usia 65 tahun dengan nilai 0,048237.

SIMPULAN

Model suku bunga Vasicek dan model suku bunga CIR berhasil diterapkan untuk menentukan besaran tingkat bunga yang digunakan untuk menghitung nilai premi asuransi jiwa berjangka 5 tahun karena secara keseluruhan hasil besaran premi bernilai positif, baik pada kasus cicilan premi saat besaran konstan tapi berbeda untuk dua periode maupun pada kasus ketika cicilan premi saat besaran meningkat secara linear. Hasil perhitungan premi asuransi jiwa berjangka dengan model Vasicek dan model CIR tidak ada perbedaan yang signifikan dengan tingkat ketelitian enam angka di belakang koma. Dengan rata-rata perbandingan nilai sekarang benefit 4 kali lebih besar daripada nilai preminya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bayazit D. 2004. *Yiel Curve Estimation and Prediction with Vasicek Model*. Ankara: The Midle East Technical University.
- [2] Bowers NL, Gerber HU, Hickman JC, Jones DA, Nesbitt CJ. 1997. *Actuarial Mathematics*. United States of America: The Society of Actuaries.
- [3] [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. *Angka Harapan Hidup Penduduk Beberapa Negara tahun 1995-2015* [Internet]. [diunduh 2018 April 11]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/22/1517/angka-harapan-hidup-penduduk-beberapa-negara-tahun-1995-2015.html>
- [4] Brigo D, Mercurio F. 2006. *Interest Rate Models –Theory and Practice*. Germany: Springer-Verlag.
- [5] Cox JC, Ingersoll JE, Ross SA. 1985. A theory of the term structure of interest rate. *Econometrica*, 53(3): 385-408.
- [6] Futami T. 1993. *Matematika Asuransi Jiwa: Bagian I*. Terj. dari *Seimei Hoken Sugaku, Jokan ("92 Revision)*, oleh Herliyanto, Gatot. Japan: Incorporated Foundation Oriental Life Insurance Cultural Development Center.
- [7] Lemorenty M. 2013. Program aplikasi dengan menggunakan windows visual basic dalam menentukan premi asuransi jiwa seumur hidup (*Whole life insurance*) dan asuransi berjangka (*Term life*) [skripsi]. Repository UPI: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [8] Muhammad A. 2006. *Hukum Asuransi Indonesia*. Bandung: PT Citra Aditya Bakti.

- [9] Noviyanti L, Syamsuddin M. 2005. Life Insurance with Stochastic Interest rate. [http://www.actuaries.org/EVENTS/Seminars/EAAC_Bali/12%20\(201-210\)%20Lienda_Noviyanti.pdf](http://www.actuaries.org/EVENTS/Seminars/EAAC_Bali/12%20(201-210)%20Lienda_Noviyanti.pdf). Download 18 November 2016.
- [10] Preda A, Girbaci M. 2012. Premium calculation for life insurance. *Annals of the University of Petrosani, Economics*, 12(3): 197-204.