



## ANALISIS SENSITIVITAS PREMI ASURANSI JIWA BERJANGKA TERHADAP SUKU BUNGA DENGAN MODEL CIR BERDASARKAN VOLATILITAS & WAKTU

**Putri Yusra Haliza<sup>1\*</sup>, Auta Shintha Sarah<sup>2</sup>, & Agnes Monica Simorangkir<sup>3</sup>**

<sup>1,2,&3</sup>Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Ps. V, Deli Serdang,  
Sumatera Utara 20221, Indonesia

\*Email: [putriyusrahaliza@gmail.com](mailto:putriyusrahaliza@gmail.com)

Submit: 07-04-2026; Revised: 12-04-2026; Accepted: 13-04-2026; Published: 30-04-2026

**ABSTRAK:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sensitivitas premi asuransi jiwa berjangka terhadap perubahan suku bunga menggunakan model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR) dengan mempertimbangkan volatilitas dan jangka waktu pertanggungan. Penelitian menggunakan data suku bunga periode 2021–2025 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) serta Tabel Mortalita Indonesia (TMI) 2019, dengan studi kasus tertanggung usia 30 tahun, uang pertanggungan Rp100.000.000, serta tenor 5, 10, dan 20 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa premi model CIR secara konsisten lebih tinggi dibandingkan model suku bunga tetap dengan selisih sekitar 0,5%–1,5%. Secara kuantitatif, peningkatan suku bunga dari 3% menjadi 7% menurunkan premi secara signifikan, sedangkan perpanjangan jangka waktu pertanggungan meningkatkan premi secara proporsional. Sementara itu, volatilitas suku bunga memiliki pengaruh yang relatif kecil terhadap premi, sejalan dengan nilai parameter volatilitas yang rendah ( $\sigma = 0,00549$ ). Dengan demikian, suku bunga dan jangka waktu pertanggungan merupakan faktor dominan dalam menentukan premi, sedangkan volatilitas memiliki pengaruh yang terbatas dalam model yang digunakan.

**Kata Kunci:** Analisis Sensitivitas, Model CIR, Premi Asuransi Jiwa, Suku Bunga, Volatilitas.

**ABSTRACT:** This study aims to analyze the sensitivity of term life insurance premiums to interest rate changes using the *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR) model by considering volatility and coverage period. The study uses interest rate data for the 2021–2025 period obtained from the Central Statistics Agency (BPS) and the 2019 Indonesian Mortality Table (TMI), with a case study of a 30-year-old insured, a sum insured of IDR 100,000,000, and tenors of 5, 10, and 20 years. The results show that the premiums of the CIR model are consistently higher than those of the fixed interest rate model by a difference of around 0.5%–1.5%. Quantitatively, an increase in the interest rate from 3% to 7% significantly reduces the premium, while an extension of the coverage period increases the premium proportionally. Meanwhile, interest rate volatility has a relatively small effect on the premium, in line with the low value of the volatility parameter ( $\sigma = 0.00549$ ). Thus, interest rates and coverage terms are the dominant factors in determining premiums, while volatility has a limited influence in the model used.

**Keywords:** Sensitivity Analysis, CIR Model, Life Insurance Premiums, Interest Rates, Volatility.

**How to Cite:** Haliza, P. Y., Sarah, A. S., & Simorangkir, A. M. (2026). Analisis Sensitivitas Premi Asuransi Jiwa Berjangka terhadap Suku Bunga dengan Model CIR Berdasarkan Volatilitas & Waktu. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(2), 1268-1279. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i2.1235>



*Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan* is Licensed Under a [CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



## PENDAHULUAN

Asuransi jiwa merupakan salah satu instrumen penting dalam manajemen risiko keuangan yang memberikan perlindungan terhadap kerugian finansial akibat risiko kematian. Salah satu produk yang banyak digunakan adalah asuransi jiwa berjangka, yaitu produk asuransi yang memberikan perlindungan dalam periode tertentu dengan premi yang relatif lebih rendah dibandingkan jenis asuransi lainnya. Dalam praktiknya, tertanggung membayar premi sebagai imbalan atas manfaat yang akan diterima oleh ahli waris apabila terjadi risiko kematian selama masa pertanggungan (Suryanto *et al.*, 2025).

Besarnya premi asuransi jiwa ditentukan berdasarkan konsep nilai sekarang (*present value*) dari manfaat yang akan dibayarkan di masa depan yang sangat dipengaruhi oleh tingkat suku bunga sebagai faktor diskonto. Selain itu, premi juga dipengaruhi oleh peluang kematian yang diperoleh dari tabel mortalita serta karakteristik tertanggung seperti usia (Supriatna *et al.*, 2019). Dalam pendekatan tradisional, suku bunga sering diasumsikan konstan selama periode pertanggungan. Namun, asumsi ini dinilai kurang realistis karena kenyataannya suku bunga bersifat dinamis dan berfluktuasi mengikuti kondisi ekonomi makro (Saniy *et al.*, 2023).

Penggunaan asumsi suku bunga tetap berpotensi menghasilkan estimasi premi yang kurang akurat, karena tidak mampu menangkap ketidakpastian pergerakan suku bunga. Secara teoretis, perubahan suku bunga akan memengaruhi nilai sekarang manfaat asuransi, dimana peningkatan suku bunga akan menurunkan nilai sekarang dan berdampak pada penurunan premi, sedangkan penurunan suku bunga akan meningkatkan premi (Artika, 2020). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih realistis melalui penggunaan model suku bunga stokastik.

Salah satu model suku bunga stokastik yang banyak digunakan dalam bidang aktuaria adalah model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR). Model ini memiliki keunggulan berupa sifat *mean reversion*, yaitu kecenderungan suku bunga untuk kembali ke rata-rata jangka panjang, serta mampu menjaga nilai suku bunga tetap positif. Selain itu, model CIR juga mempertimbangkan volatilitas sebagai ukuran tingkat fluktuasi suku bunga yang mencerminkan ketidakpastian kondisi pasar (Lintang & Widhiatmoko, 2025).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan model CIR dalam perhitungan premi asuransi memberikan hasil yang lebih realistis dibandingkan dengan asumsi suku bunga tetap. Ekawati *et al.* (2021) menunjukkan bahwa model CIR mampu menghasilkan estimasi premi yang lebih akurat dan dipengaruhi oleh perubahan suku bunga serta volatilitas. Ardiansyah *et al.* (2023) juga menemukan bahwa model CIR memberikan hasil yang lebih representatif dalam perhitungan premi asuransi jiwa dibandingkan model deterministik. Selain itu, Kamila *et al.* (2024) menyatakan bahwa model CIR memiliki kestabilan yang lebih baik dibandingkan model suku bunga lainnya dalam konteks aktuaria.

Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada perbandingan model suku bunga dalam penentuan premi, dan belum secara khusus mengkaji bagaimana sensitivitas premi terhadap perubahan parameter utama dalam model CIR. Secara khusus, analisis mengenai pengaruh volatilitas suku bunga dan jangka waktu pertanggungan terhadap premi masih terbatas dan belum dibahas secara mendalam dalam satu kerangka analisis yang terintegrasi.



Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan (*novelty*) dalam mengkaji sensitivitas premi asuransi jiwa berjangka terhadap perubahan suku bunga menggunakan model CIR dengan mempertimbangkan variasi volatilitas dan jangka waktu pertanggungan. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menganalisis pengaruh perubahan suku bunga terhadap premi asuransi jiwa berjangka; 2) mengkaji sensitivitas premi terhadap perubahan volatilitas suku bunga; dan 3) mengevaluasi pengaruh jangka waktu pertanggungan terhadap besarnya premi menggunakan model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR).

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis deskriptif dan komparatif. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini melibatkan perhitungan matematis dalam menentukan premi asuransi jiwa berjangka, serta analisis sensitivitas terhadap perubahan suku bunga. Selain itu, pendekatan komparatif digunakan untuk membandingkan hasil premi antara asumsi suku bunga tetap dan model stokastik (Ekawati *et al.*, 2021).

Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa data suku bunga bulanan periode 2021-2025 yang diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS), serta data peluang kematian berdasarkan Tabel Mortalita Indonesia (TMI) 2019. Data suku bunga digunakan untuk merepresentasikan dinamika pergerakan suku bunga historis sekaligus sebagai dasar dalam estimasi parameter model suku bunga stokastik. Data suku bunga bulanan 5 periode awal disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Data Suku Bunga Bulanan 5 Periode Awal.**

No.	Tanggal	Rate (%)
1	1/1/2021	3.75
2	2/1/2021	3.5
3	3/1/2021	3.5
4	4/1/2021	3.5
5	5/1/2021	3.5

Penelitian ini menggunakan model suku bunga *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR) sebagai kerangka pemodelan (*modeling framework*) yang dinyatakan dalam bentuk persamaan diferensial stokastik:

$$dr_t = \kappa(\theta - r_t)dt + \sigma\sqrt{r_t}dW_t$$

### Keterangan:

$\kappa$  = Kecepatan kembali ke rata-rata;

$\theta$  = Rata-rata jangka panjang;

$\sigma$  = Volatilitas; dan

$dW(t)$  = Proses *Wiener*.

Model ini dipilih karena memiliki sifat *mean reversion* serta menjamin nilai suku bunga tetap positif, sehingga lebih sesuai dalam pemodelan aktuarial dibandingkan asumsi suku bunga konstan (Purnomo, 2025). Pengolahan data, estimasi parameter, serta simulasi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python* melalui platform *Google Colab* untuk mempermudah



perhitungan numerik dan visualisasi hasil. Tahapan analisis data dalam penelitian ini dimulai dari pengumpulan data suku bunga bulanan periode 2021-2025 dari Badan Pusat Statistik (BPS), serta data peluang kematian dari Tabel Mortalita Indonesia (TMI) 2019. Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah untuk memperoleh statistik deskriptif sebagai gambaran awal karakteristik data, khususnya rata-rata dan variasi suku bunga. Selanjutnya dilakukan estimasi parameter model CIR yang meliputi  $\kappa$ ,  $\theta$ , dan  $\sigma$  menggunakan metode momen. Estimasi dilakukan dengan memanfaatkan nilai rata-rata dan variansi data suku bunga historis untuk memperoleh parameter yang merepresentasikan dinamika pergerakan suku bunga secara empiris (Ekawati *et al.*, 2021).

Tahap ketiga adalah simulasi jalur suku bunga menggunakan model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR) dengan pendekatan diskretisasi waktu. Berdasarkan parameter yang telah diestimasi, dilakukan simulasi sebanyak 500 jalur suku bunga dengan periode proyeksi hingga 20 tahun. Pada setiap periode, nilai suku bunga diperbarui berdasarkan persamaan model CIR dengan memasukkan komponen acak yang mengikuti distribusi normal standar. Hasil simulasi ini menghasilkan berbagai kemungkinan jalur pergerakan suku bunga di masa depan, kemudian digunakan nilai rata-rata dari seluruh simulasi sebagai pendekatan dalam perhitungan faktor diskonto stokastik.

Selanjutnya dilakukan penentuan skenario suku bunga yang terdiri dari dua pendekatan, yaitu suku bunga tetap dan suku bunga stokastik. Pada skenario suku bunga tetap, tingkat suku bunga diasumsikan konstan selama periode pertanggungjawaban, yaitu sebesar 5% per tahun. Nilai ini dipilih sebagai pendekatan terhadap rata-rata historis suku bunga selama periode pengamatan yang berada di sekitar 4,94%, sehingga dapat merepresentasikan kondisi suku bunga secara umum. Selain itu, penggunaan nilai tersebut juga mengacu pada penelitian terdahulu oleh Pulungan *et al.* (2025) sebagai nilai pembanding (*baseline*).

Sedangkan pada skenario suku bunga stokastik digunakan model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR) untuk menggambarkan pergerakan suku bunga yang berubah-ubah terhadap waktu. Penggunaan kedua pendekatan ini bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan premi secara komprehensif (Ekawati *et al.*, 2021). Tahap kelima adalah perhitungan faktor diskonto yang dilakukan berdasarkan konsep nilai waktu uang (*present value*). Perhitungan ini dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu menggunakan suku bunga tetap dan model CIR. Pada suku bunga tetap, faktor diskonto dirumuskan berdasarkan Sandy *et al.* (2018) sebagai berikut:

$$v^t = \frac{1}{(1+i)^t}$$

Sedangkan pada model CIR, faktor diskonto dirumuskan sebagai berikut:

$$v(t) = e^{-\int_0^t r(s) ds}$$

Faktor diskonto ini digunakan untuk menghitung nilai sekarang dari manfaat asuransi yang akan dibayarkan di masa depan (Anita *et al.*, 2023). Tahap keenam adalah perhitungan premi asuransi jiwa berjangka. Premi dihitung



menggunakan pendekatan premi neto berdasarkan peluang kematian dan faktor diskonto yang dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \sum_{t=1}^n v^t \cdot p_x \cdot q_{x+t-1}$$

Dimana  $v(t)$  merupakan faktor diskonto,  $q_{x+t-1}$  adalah peluang kematian berdasarkan TMI 2019, dan  $n$  adalah jangka waktu pertanggungan (Supriatna *et al.*, 2019). Perhitungan premi dilakukan menggunakan studi kasus dengan asumsi usia tertanggung 30 tahun, uang pertanggungan sebesar Rp100.000.000, serta jangka waktu pertanggungan selama 5, 10, dan 20 tahun. Tahap ketujuh adalah analisis sensitivitas yang dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan parameter terhadap besarnya premi. Parameter yang dianalisis meliputi tingkat suku bunga, volatilitas, dan jangka waktu pertanggungan.

Analisis sensitivitas dilakukan menggunakan pendekatan skenario, yaitu dengan memvariasikan tingkat suku bunga ke dalam tiga kondisi representatif, yaitu rendah (3%), sedang (5%), dan tinggi (7%) yang didasarkan pada rentang data historis suku bunga. Sementara itu, parameter volatilitas ( $\sigma$ ) juga divariasikan dalam beberapa skenario untuk melihat pengaruhnya terhadap premi dengan pendekatan *ceteris paribus*, dimana parameter lainnya dijaga konstan. Pada setiap skenario dilakukan perhitungan ulang premi, kemudian hasilnya dibandingkan untuk mengidentifikasi perubahan yang terjadi. Pendekatan ini digunakan untuk memberikan gambaran sensitivitas premi secara kuantitatif dan sistematis (Ardiansyah *et al.*, 2023; Ekawati *et al.*, 2021).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

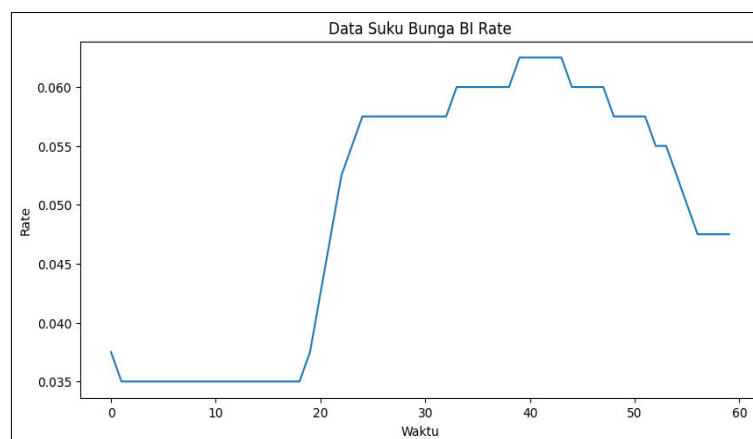
Pada tahap awal penelitian dilakukan analisis deskriptif terhadap data suku bunga *BI Rate* periode 2021-2025. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik data sebelum digunakan dalam pemodelan suku bunga menggunakan model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR). Hasil statistik deskriptif data suku bunga ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Statistik Deskriptif Data Suku Bunga *BI Rate*.**

Statistik	Nilai
Mean	0.0494
Standar deviasi	0.0108
Minimum	0.0350
Maximum	0.0625

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata suku bunga sebesar 0,0494 atau 4,94% menunjukkan level keseimbangan empiris suku bunga selama periode pengamatan. Standar deviasi sebesar 0,0108 atau 1,08% mengindikasikan bahwa variasi suku bunga relatif terbatas. Nilai minimum sebesar 3,5% dan maksimum sebesar 6,25% menunjukkan bahwa fluktuasi suku bunga masih berada dalam rentang yang tidak terlalu lebar. Secara matematis, rendahnya standar deviasi ini menunjukkan bahwa variansi proses suku bunga kecil yang nantinya akan berimplikasi pada kecilnya nilai volatilitas dalam model CIR. Dengan demikian, karakteristik data awal

menunjukkan bahwa dinamika suku bunga cenderung stabil. Selanjutnya visualisasi data suku bunga ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Grafik Pergerakan Data Suku Bunga BI Rate.**

Berdasarkan Gambar 1, pola suku bunga menunjukkan dinamika yang tidak konstan, namun tetap berada dalam rentang terbatas, yaitu sekitar 3,5% hingga 6%. Secara matematis, pola ini mendukung penggunaan model stokastik dengan sifat *mean reversion*, karena suku bunga tidak bergerak bebas, melainkan berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata tertentu. Setelah data dianalisis, tahap berikutnya adalah melakukan estimasi parameter model CIR menggunakan metode momen. Parameter yang diestimasi meliputi kecepatan penyesuaian menuju rata-rata ( $\kappa$ ), rata-rata jangka panjang ( $\theta$ ), dan volatilitas ( $\sigma$ ). Hasil estimasi parameter model CIR disajikan pada Tabel 3.

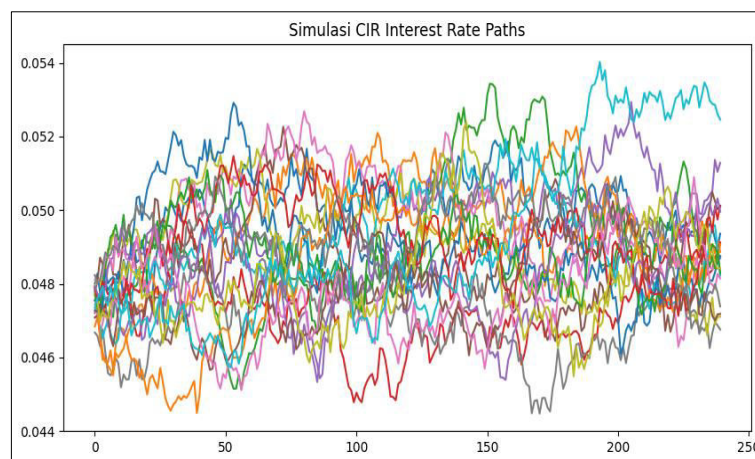
**Tabel 3. Hasil Estimasi Parameter Model CIR.**

Parameter	Nilai
$\kappa$ ( <i>kappa</i> )	0.2575
$\theta$ ( <i>theta</i> )	0.0494
$\sigma$ ( <i>sigma</i> )	0.00549

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh nilai  $\kappa = 0,2575$ ,  $\theta = 0,0494$ , dan  $\sigma = 0,00549$ . Secara matematis, parameter  $\kappa$  mengontrol kecepatan proses kembali menuju rata-rata jangka panjang. Nilai  $\kappa$  yang relatif kecil menunjukkan bahwa proses *mean reversion* berlangsung lambat, artinya ketika suku bunga menyimpang dari nilai keseimbangan, diperlukan waktu yang cukup panjang untuk kembali ke rata-rata. Dalam konteks ini, suku bunga Indonesia cenderung mengalami penyesuaian secara gradual.

Nilai  $\theta = 0,0494$  yang sama dengan rata-rata empiris menunjukkan bahwa model CIR mampu menangkap tingkat keseimbangan jangka panjang secara konsisten dengan data historis. Sementara itu, nilai volatilitas  $\sigma = 0,00549$  tergolong kecil yang menunjukkan bahwa fluktuasi suku bunga relatif rendah. Secara matematis, karena variansi dalam model CIR bergantung pada  $\sigma^2 r_t$ , maka nilai  $\sigma$  yang kecil akan menghasilkan penyebaran jalur suku bunga yang sempit. Kondisi ini berdampak langsung pada kecilnya perubahan nilai ekspektasi faktor

diskonto yang pada akhirnya menyebabkan premi tidak terlalu sensitif terhadap perubahan volatilitas. Dengan demikian, karakteristik parameter model secara langsung menentukan tingkat sensitivitas premi yang dihasilkan. Berdasarkan parameter yang telah diperoleh, dilakukan simulasi jalur suku bunga menggunakan model CIR sebanyak 500 simulasi dengan periode proyeksi 20 tahun, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Simulasi Jalur Suku Bunga Model CIR.**

Berdasarkan Gambar 2, jalur simulasi menunjukkan bahwa suku bunga bergerak secara acak, namun tetap berpusat pada kisaran sekitar 4%-5%. Hal ini merupakan implikasi langsung dari komponen drift  $\kappa(\theta - r_t)$  yang menarik suku bunga kembali menuju rata-rata jangka panjang. Selain itu, penyebaran jalur yang relatif sempit menunjukkan bahwa variasi antar simulasi tidak terlalu besar yang konsisten dengan nilai volatilitas yang kecil. Selanjutnya dilakukan perhitungan *discount factor* untuk menghitung nilai sekarang dari manfaat asuransi yang akan dibayarkan di masa depan. Dalam penelitian ini digunakan dua pendekatan, yaitu suku bunga tetap dan model CIR. Hasil perhitungan *discount factor* ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Perbandingan *Discount Factor*.**

Tahun	<i>Discount Fixed</i>	<i>Discount CIR</i>
1	0.951229	0.953417
5	0.778801	0.785386
10	0.606531	0.614401
20	0.367879	0.375183

Berdasarkan Tabel 4, nilai *discount factor* menurun seiring bertambahnya waktu. Sebagai contoh, pada tahun ke-1 sebesar 0,951229 (*fixed*) dan 0,953417 (CIR), sedangkan pada tahun ke-20 menurun menjadi 0,367879 (*fixed*) dan 0,375183 (CIR). Secara matematis, hal ini mengikuti sifat eksponensial dari fungsi diskonto. Selain itu, *discount factor* model CIR secara konsisten lebih besar dibandingkan model tetap. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata suku bunga hasil simulasi CIR cenderung lebih rendah dibandingkan asumsi tetap, sehingga menghasilkan nilai sekarang manfaat yang lebih besar. Perhitungan premi



dilakukan berdasarkan studi kasus hipotetik agar analisis lebih terarah dan mudah diinterpretasikan yang disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Studi Kasus Perhitungan Premi.**

Variabel	Nilai
Usia tertanggung	30 tahun
Uang pertanggungan	Rp100.000.000
Tabel mortalita	TMI 2019
Jenis kelamin	Laki-laki
Tenor	5, 10, 20 tahun
Suku bunga tetap	5%

Berdasarkan studi kasus tersebut, dilakukan perhitungan premi menggunakan kedua pendekatan suku bunga. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 6.

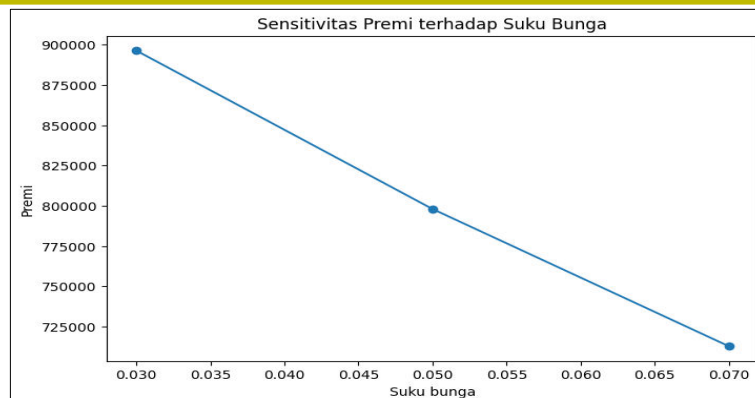
**Tabel 6. Perbandingan Premi Asuransi Jiwa Berjangka.**

Tenor	Premi Fixed	Premi CIR
5 tahun	372.143	374.253
10 tahun	798.024	805.003
20 tahun	2.098.239	2.127.410

Berdasarkan Tabel 6, premi meningkat seiring bertambahnya jangka waktu pertanggungan. Hal ini disebabkan karena semakin panjang masa pertanggungan, maka risiko kematian yang ditanggung perusahaan asuransi semakin besar. Secara matematis, peningkatan ini disebabkan oleh akumulasi peluang kematian serta semakin panjang horizon waktu perhitungan nilai sekarang manfaat. Selain itu, premi model CIR secara konsisten lebih tinggi dibandingkan model tetap. Hal ini merupakan implikasi langsung dari nilai *discount factor* yang lebih besar pada model CIR. Karena premi dihitung sebagai ekspektasi nilai sekarang manfaat, maka peningkatan *discount factor* akan meningkatkan nilai premi.

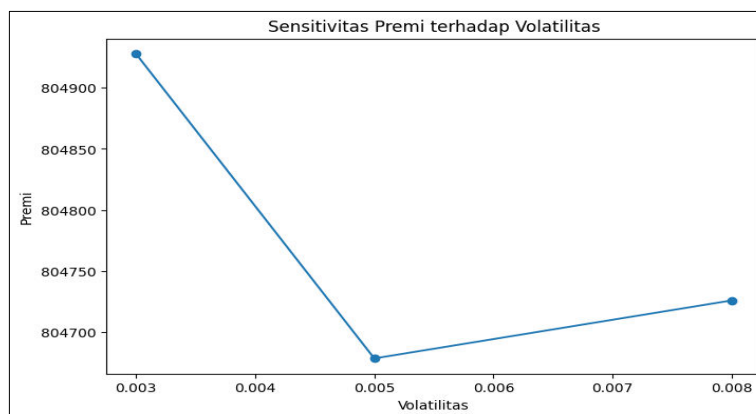
Secara kuantitatif, selisih premi antara model CIR dan model suku bunga tetap relatif kecil, yaitu berkisar antara 0,5% hingga 1,5% untuk setiap jangka waktu pertanggungan. Sebagai contoh, pada tenor 5 tahun selisih premi sekitar 0,57%, pada tenor 10 tahun sekitar 0,87%, dan pada tenor 20 tahun sekitar 1,39%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun model CIR menghasilkan premi yang lebih tinggi, perbedaannya tidak terlalu besar namun tetap konsisten. Selanjutnya analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter terhadap besarnya premi.

Hasil ini juga mengindikasikan bahwa pemilihan model suku bunga memiliki peran penting dalam penentuan harga premi, terutama untuk produk dengan jangka waktu panjang. Model CIR mampu menangkap dinamika suku bunga yang bersifat stokastik dan *mean-reverting*, sehingga memberikan estimasi yang lebih realistis dibandingkan asumsi suku bunga tetap. Meskipun perbedaannya relatif kecil dalam jangka pendek, dampak kumulatifnya menjadi lebih signifikan seiring bertambahnya tenor. Oleh karena itu, dalam praktik aktuarial, penggunaan model yang lebih adaptif seperti CIR dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan akurasi penilaian kewajiban dan menjaga kecukupan premi.



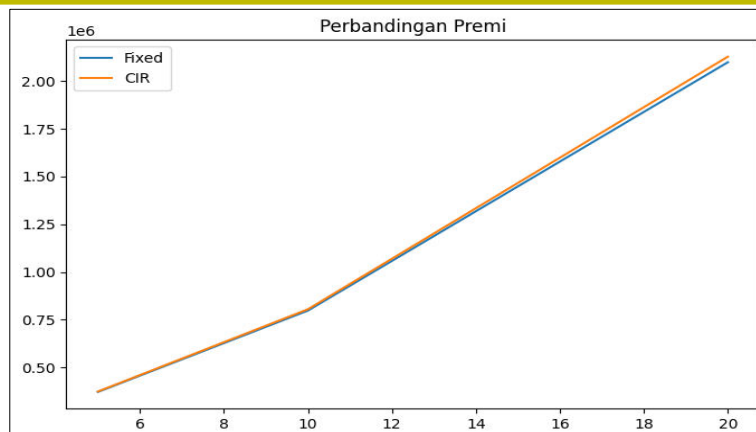
**Gambar 3. Sensitivitas Premi terhadap Suku Bunga.**

Berdasarkan Gambar 3, hubungan antara suku bunga dan premi bersifat negatif. Secara matematis, hal ini disebabkan oleh sifat eksponensial dalam fungsi diskonto, dimana peningkatan suku bunga akan menurunkan nilai sekarang manfaat, sehingga premi menjadi lebih kecil, dan sebaliknya. Secara kuantitatif, peningkatan suku bunga dari 3% menjadi 5% menurunkan premi dari sekitar 895.000 menjadi 798.000, dan peningkatan hingga 7% kembali menurunkan premi menjadi sekitar 715.000. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan suku bunga memberikan dampak yang signifikan terhadap premi, sehingga sensitivitas premi terhadap suku bunga tergolong tinggi dibandingkan parameter lainnya.



**Gambar 4. Sensitivitas Premi terhadap Volatilitas.**

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa perubahan volatilitas memberikan pengaruh terhadap premi meskipun tidak terlalu signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa volatilitas lebih berpengaruh terhadap variasi jalur suku bunga dibandingkan nilai rata-ratanya. Karena nilai  $\sigma = 0,00549$  relatif kecil, maka variasi jalur suku bunga juga kecil, sehingga dampaknya terhadap nilai ekspektasi *discount factor* menjadi terbatas. Dengan demikian, dibandingkan dengan suku bunga, volatilitas memiliki pengaruh yang jauh lebih kecil terhadap perubahan premi. Berdasarkan hasil perhitungan premi, terlihat bahwa semakin panjang jangka waktu pertanggunganaan, maka premi semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin lama periode pertanggunganaan, maka semakin besar kemungkinan terjadinya klaim.



**Gambar 5. Perbandingan Premi Model *Fixed* dan CIR.**

Berdasarkan Gambar 5, pola kenaikan premi antara model suku bunga tetap dan model CIR memiliki pola yang hampir sama. Namun demikian, premi model CIR sedikit lebih tinggi dibandingkan model suku bunga tetap. Hal ini menunjukkan bahwa model CIR menghasilkan nilai premi yang lebih tinggi sebagai implikasi dari penggunaan suku bunga yang bersifat dinamis, sehingga nilai ekspektasi manfaat menjadi lebih besar dibandingkan asumsi suku bunga tetap.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dinyatakan bahwa suku bunga memiliki pengaruh signifikan terhadap premi asuransi jiwa berjangka, dimana peningkatan suku bunga menyebabkan penurunan premi, karena nilai sekarang manfaat menjadi lebih kecil. Hasil ini sejalan dengan Artika (2020) yang menyatakan bahwa hubungan antara suku bunga dan premi bersifat berbanding terbalik melalui mekanisme diskonto.

Selanjutnya, hasil analisis menunjukkan bahwa volatilitas memiliki pengaruh yang relatif kecil terhadap premi. Hal ini disebabkan karena volatilitas lebih mempengaruhi variasi jalur suku bunga dibandingkan nilai rata-ratanya, sehingga dampaknya terhadap nilai ekspektasi premi menjadi terbatas. Temuan ini konsisten dengan Saniy *et al.* (2023). Di sisi lain, jangka waktu pertanggungan merupakan faktor yang paling dominan, dimana semakin panjang periode pertanggungan, maka premi semakin besar, karena meningkatnya kemungkinan terjadinya klaim. Hal ini juga didukung oleh Ardiansyah *et al.* (2023).

Model CIR juga menghasilkan premi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan model suku bunga tetap yang menunjukkan bahwa model stokastik memberikan estimasi yang lebih realistis, karena mempertimbangkan dinamika suku bunga. Hasil ini sejalan dengan Ekawati *et al.* (2021) dan Ardiansyah *et al.* (2023). Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suku bunga dan jangka waktu pertanggungan memiliki pengaruh dominan terhadap premi, sedangkan volatilitas memiliki pengaruh yang relatif kecil.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR) menghasilkan premi asuransi jiwa berjangka yang secara konsisten lebih tinggi dibandingkan model suku bunga tetap, dengan selisih



berkisar antara 0,5% hingga 1,5%. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa tingkat suku bunga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap premi, dimana peningkatan suku bunga menyebabkan penurunan premi melalui mekanisme nilai sekarang manfaat. Selain itu, jangka waktu pertanggungan juga berpengaruh secara dominan, dimana semakin panjang tenor, maka premi semakin besar akibat meningkatnya peluang terjadinya klaim. Sementara itu, volatilitas suku bunga memiliki pengaruh yang relatif kecil terhadap perubahan premi, karena rendahnya nilai parameter volatilitas yang diestimasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sensitivitas premi lebih dipengaruhi oleh perubahan suku bunga dan jangka waktu pertanggungan dibandingkan volatilitas dalam model yang digunakan.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan bagi penelitian selanjutnya untuk menggunakan data mortalita yang lebih rinci, serta mempertimbangkan variasi usia tertanggung agar hasil analisis menjadi lebih komprehensif. Selain itu, penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan metode estimasi parameter CIR yang lebih kompleks, seperti *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) agar hasil parameter lebih akurat. Pengembangan penelitian juga dapat dilakukan dengan membandingkan model CIR dengan model suku bunga stokastik lainnya, seperti *Vasicek* atau *Hull-White* untuk melihat model mana yang memberikan estimasi premi terbaik. Selain itu, jumlah simulasi juga dapat ditingkatkan agar hasil simulasi suku bunga menjadi lebih stabil dan representatif terhadap kondisi pasar keuangan yang sebenarnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Sudianto Manullang, S.Si.,M.Sc., selaku dosen pengampu mata kuliah Matematika Aktuaria yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama proses penyusunan penelitian ini, serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyediaan data dan mendukung terselesaikannya penelitian ini.

## DAFTAR RUJUKAN

- Anita, A. F., Rosita, S., & Arsita, S. (2023). Penerapan Metode *De-Moivre* dalam Perhitungan Premi Asuransi Jiwa Seumur Hidup dengan Tingkat Suku Bunga Stokastik. *Jurnal Aktuaria*, 2(1), 1-6.
- Ardiansyah, Y., Erliana, W., Purnaba, I. G. P., & Septyanto, F. (2023). Penentuan Premi dan Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa *Joint Life* saat Tingkat Bunga Dimodelkan dengan *Cox-Ingersoll-Ross*. *Milang : Journal of Mathematics and Its Applications*, 19(1), 23-41. <https://doi.org/10.29244/milang.19.1.23-41>
- Artika, S. (2020). Penentuan Premi Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun Menggunakan Model *Vasicek* dan Model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR). *Statmat : Jurnal Statistika dan Matematika*, 2(2), 103-114. <https://doi.org/10.32493/sm.v2i2.6077>



- Ekawati, D., Ansar, A., & Hikmah, H. (2021). Penentuan Premi Asuransi Jiwa Dwiguna dengan Polis Partisipasi Menggunakan Suku Bunga Model CIR. *Transformasi : Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 5(1), 511-522. <https://doi.org/10.36526/tr.v5i1.1190>
- Kamila, I., Andriyati, A., & Rohaeti, E. (2024). A Comparison Benefit Reserves of Term Life Insurance Using Vasicek and CIR Models. *Desimal : Jurnal Matematika*, 7(1), 17-24. <https://doi.org/10.24042/djm.v7i1.20607>
- Lintang, A., & Widhiatmoko, F. (2025). Penentuan Premi Asuransi Jiwa Berjangka dengan Model Suku Bunga *Cox-Ingersoll-Ross* pada Kasus *Multiple Decrement*. *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika (JRAM)*, 9(2), 189-198. <https://doi.org/10.26740/jram.v9n2.p189-198>
- Pulungan, Z. M., Lubis, H. K., Aqil, M. F., & Manullang, S. (2025). Perhitungan Dana Pensiun Metode *Entry Age Normal* Berbasis Model Suku Bunga *Vasicek*. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 8(2), 4257-4262. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v8i2.44515>
- Purnomo, P. (2025). Penentuan Premi Asuransi Jiwa Dwiguna dengan Asumsi Tingkat Suku Bunga Mengikuti Model *Vasicek* dan Model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR). *Thesis*. Universitas Katolik Parahyangan.
- Sandy, C., Sudarwanto, & Hadi, I. (2018). Perhitungan Biaya Pensiun Menggunakan Metode *Attained Age Normal* pada Dana Pensiun. *JMT (Jurnal Matematika dan Terapan)*, 2(1), 16-24.
- Saniy, R. N., Mayla, N., & Soleh, A. Z. (2023). Estimasi Premi Netto Tahunan untuk Asuransi Jiwa Berjangka dengan Tingkat Suku Bunga CIR. *BIAStatistics Journal of Statistics Theory and Application*, 2023(3), 87-94. <https://doi.org/10.1234/bias.v2023i3.243>
- Supriatna, A., Nahar, J., Johansyah, M. D., & Ismoyo, A. H. (2019). Perhitungan Premi Asuransi Jiwa Berjangka Model Diskrit dan Kontinu dengan Asumsi Suku Bunga Berubah Secara Stokastik. *In Search*, 18(1), 198-204. <https://doi.org/10.37278/insearch.v18i1.158>
- Suryanto, A. A., Febriyana, S., Safitri, A., Arigani, Z., & Pratiwi, Y. E. (2025). Analisis Perbandingan Premi Tunggal Bersih Asuransi Jiwa Berjangka dengan Tabel Mortalitas Indonesia (TMI) 2019 Berdasarkan Gender. *Statmat : Jurnal Statistika dan Matematika*, 7(2), 238-248. <https://doi.org/10.32493/sm.v7i2.49246>