



Perhitungan Dana Pensiun Metode Entry Age Normal Asumsi Bunga Cox Ingersoll Ross

(Pension Fund Calculation Normal Entry Age Method Interest Assumption Cox Ingersoll Ross)

Sindri Delva Nuri¹, Silvia Rosita^{2*}, Yulia Rahmawati Z³

^{1,2}Prodi Aktuaria, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan, Universitas Tamansiswa Padang - Jl. Tamansiswa No.9 Kota Padang, Sumatera Barat, 25138

³Prodi Pendidikan Matematika, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan Universitas Tamansiswa Padang - Jl. Tamansiswa No.9 Kota Padang, Sumatera Barat, 25138

* email penulis korespondensi: [silvia.rosita.sr@gmail](mailto:silvia.rosita.sr@gmail.com)

Abstrak

Pembayaran manfaat pensiun sepenuhnya ditanggung oleh APBN sehingga menyebabkan APBN meningkat drastis. Hal ini bisa terjadi karena dipengaruhi oleh perhitungan pendanaan dengan asumsi yang tidak akurat. Salah satu asumsi yang berpengaruh adalah asumsi suku bunga. Asumsi tingkat suku bunga dalam penghitungan dana pensiun menggunakan suku bunga konstan dan tidak mengikuti pergerakan suku bunga acuan BI rate, sehingga kurang tepat karena suku bunga berfluktuasi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan model dana pensiun suku bunga stokastik Cox Ingersoll Ross dengan menggunakan metode Entry Age Normal. Berdasarkan perbandingan hasil tingkat bunga konstan 8% dan tingkat bunga CIR, terlihat bahwa perhitungan dana pensiun pada tingkat bunga CIR, nilai iuran normal dan kewajiban aktuarial jauh lebih besar dibandingkan dengan hasil perhitungan dana pensiun pada tingkat bunga CIR, nilai iuran normal dan kewajiban aktuarial jauh lebih besar dibandingkan dengan tingkat bunga yang konstan, sehingga lebih baik bagi perusahaan.

Kata kunci: cox ingersoll ross, entry age normal, tingkat bunga, pensiun

Abstract

The payment of pension benefits is fully borne by the APBN, resulting in a drastic increase in the APBN. This can happen because it is influenced by funding calculations with inaccurate assumptions. One of the influential assumptions is the assumption of interest rates. The assumption of interest rates in calculating pension funds uses constant interest rates and does not follow the movement of the BI rate reference rate, so it is not precise because interest rates fluctuate. Therefore, in this study the Cox Ingersoll Ross stochastic interest rate pension fund model was carried out using the Entry Age Normal method. Based on a comparison of the results of the 8% constant interest rate and the CIR interest rate, it can be seen that the calculation of pension funds at the CIR interest rate, the value of normal contributions and actuarial obligations is much greater than that of the constant interest rate, so it is better for the company.

Keywords: cox ingersoll ross, entry age normal, interest rates, pension.

Cara mengutip dengan APA 7 style: Nuri, Sindri D., Rosita, S., & Rahmawati, Z, Y. (2024). Perhitungan Dana Pensiun Metode Entry Age Normal Asumsi Bunga Cox Ingersoll Ross. *JEM: Jurnal Edumatika (Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Matematika)*, 1(1), 16-31. https://link_artikel_di_JEM_atau_link_doi_artikel.

PENDAHULUAN

Perencanaan keuangan di masa tua menjadi hal yang perlu dilakukan agar bisa menata kehidupan sejak dini. Pentingnya perencanaan keuangan juga perlu diperhatikan khususnya bagi para abdi negara di Indonesia karena sebagai seorang Pegawai Negeri Sipil (PNS) terdapat batasan umur untuk bekerja. Upaya pemerintah dalam menjalankan program pensiun bagi para PNS adalah dengan didirikannya PT TASPEN (persero) yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang asuransi pensiun dan tabungan hari tua. Sesuai dengan UU tersebut sumber dana pembayaran pensiun berasal dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) dengan metode pembiayaan pay as you go yaitu biaya untuk pembayaran pensiun di penuh secara langsung oleh pemberi kerja.

Dibebankannya seluruh pembayaran manfaat pensiun pada APBN mengakibatkan meningkatnya anggaran belanja negara di setiap tahunnya, pada tahun 2022 telah di perkirakan angka jumlah APBN untuk dana pensiun meningkat drastis hingga mencapai 199 triliun rupiah. Risiko tersebut muncul bukan hanya karena metode pembiayaan tetapi juga dapat dipengaruhi oleh perhitungan pendanaan dengan asumsi yang kurang tepat.

Salah satu asumsi yang sangat berpengaruh terhadap pendanaan pensiun yaitu asumsi tingkat suku bunga. Sampai saat ini perhitungan aktuarial atas kewajiban aktuarial dan iuran berkala selalu menggunakan tingkat bunga tetap. Berdasarkan laporan aktuarial dana pensiun tahun 2021 bahwa asumsi tingkat bunga yang banyak digunakan dana pensiun adalah 8% sampai dengan 10%. Hal ini kurang tepat mengingat tingkat bunga mengalami fluktuasi setiap waktunya. Dervis Bayazit, 2004 mengemukakan bahwa tingkat suku bunga selalu bergerak fluktuatif sesuai kondisi perekonomian, namun akan selalu menghampiri nilai tertentu. Sehingga perhitungan pendanaan pensiun dengan asumsi tingkat suku bunga stokastik diharapkan dapat memberikan pendekatan teori yang lebih akurat dalam menggambarkan tingkat bunga.

Suku bunga stokastik terbagi dua yaitu Model Vasicek dan Model Cox Ingersoll Ross (CIR). CIR memiliki sifat Mean Reversion yaitu suatu keadaan dimana tingkat suku bunga berfluktuasi pada range tertentu dan mempunyai kecenderungan untuk kembali menuju rata-ratanya. Model Vasicek merupakan suatu model suku bunga stokastik yang mempunyai ciri khusus yaitu tingkat suku bunga akan cenderung kembali ke tingkat suku bunga rata-rata setelah mengalami penurunan atau peningkatan yang didefinisikan oleh Ardian (2023). Model CIR memiliki pola yang hampir sama dengan tingkat suku bunga di pasar dan menjamin prediksi tingkat suku bunga yang tidak negatif. Selain itu berdasarkan penelitian Mery, M et.al (2022) bahwa suku bunga CIR lebih menguntungkan bagi penyedia dana pensiun karena iuran yang teratur dicapai dengan tingkat manfaat yang sama yaitu tingkat bunga yang berfluktuasi dari waktu untuk meminimalkan kerugian kedua belah pihak.

Selanjutnya, perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dalam penelitian ini digunakan metode Entry Age Normal yang merupakan bagian dari metode Projected Benefit Cost. Metode Entry Age Normal adalah metode pendanaan dan perhitungannya didasarkan pada usia peserta dari usia partisipasi awal hingga usia pensiun normal.

Dengan demikian tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui besar iuran normal dan kewajiban aktuarial dana pensiun dengan suku bunga konstan menggunakan metode Entry Age Normal.
2. Mengetahui besar iuran normal dan kewajiban aktuarial dana pensiun dengan suku bunga stokastik model *Cox Ingersoll Ros* (CIR) menggunakan metode *Entry Age Normal*.

- Mengetahui perbandingan hasil iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan suku bunga konstan dan suku bunga stokastik model menggunakan *Cox Ingersoll Ros (CIR)* metode *Entry Age Normal*.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui hasil perhitungan manfaat pensiun, iuran normal, dan kewajiban aktuarial pada tingkat suku bunga konstan 8% dan suku bunga model CIR dengan metode EAN. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menghitung nilai rata-rata suku bunga Bank Indonesia pada tahun 2013-2022 yang diperoleh dari sumber (<http://www.bi.go.id/en/moneter/bi-rate/data>).
- Mengestimasi parameter K , σ , θ suku bunga CIR dengan metode *Ordinary Least Square* dengan bantuan aplikasi *Microsoft Excel*.
- Menentukan besar manfaat pensiun berdasarkan asumsi gaji terakhir. Dengan rumus:

$$B_r = k(r - e)S_{r-1} \quad (1)$$

- Menghitung nilai tunai anuitas hidup suku bunga konstan dan nilai tunai anuitas hidup suku bunga CIR.

$$\ddot{a}_x = \frac{N_x}{D_x} \quad (2)$$

- Menghitung nilai tunai anuitas hidup berjangka suku bunga konstan dan nilai tunai anuitas hidup berjangka suku bunga CIR.

$$\ddot{a}_x = \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x} \quad (3)$$

- Melakukan simulasi perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan langkah-langkah:

- Menghitung besar iuran normal suku bunga konstan dengan metode EAN. Dengan rumus:

$$(NC)_e = \frac{B_r \cdot v^{r-e} \cdot {}_eP_e \cdot \ddot{a}_r}{\ddot{a}_{e:r-e|}} \quad (4)$$

- Menghitung besar iuran normal suku bunga CIR menggunakan metode EAN, dengan rumus:

$$(NC)_x = \frac{B_r \cdot P(r-e) \cdot {}_eP_e \cdot \sum_{t=0}^{\infty} P(t) \cdot {}_tP_r}{\sum_{t=0}^{r-e-1} P(t) \cdot {}_tP_e} \quad (5)$$

- Menghitung besar kewajiban aktuarial suku bunga konstan dengan metode EAN

$$(AL)_e = B_r \cdot v^{r-x} \cdot {}_r-xP_x \cdot \ddot{a}_r - \frac{B_r \cdot v^{r-e} \cdot {}_eP_e \cdot \ddot{a}_r}{\ddot{a}_{e:r-e|}} \cdot \ddot{a}_{x:r-x|} \quad (6)$$

- Menghitung besar kewajiban aktuarial suku bunga CIR dengan metode EAN

$$(AL)_x = B_r \cdot P(r-x) \cdot {}_r-xP_x \cdot \sum_{t=0}^{\infty} P(t) \cdot {}_tP_r - NC \cdot \sum_{t=0}^{r-x-1} P(t) \cdot {}_tP_x \quad (7)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

- Menghitung Rata-Rata BI Rate Tahun 2013-2022

Pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan besar manfaat pensiun, iuran pensiun, dan kewajiban aktuarial dengan metode Entry Age Normal menggunakan suku bunga konstan dan suku bunga CIR. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan gaji pada 16 peserta pensiun dengan usia awal

masuk e (21,22,23,24,25,26,27,28,29). Dimana 8 orang laki-laki dan 8 orang perempuan dengan usia pensiun normal ($r = 58$ tahun). Suku bunga konstan yang digunakan 8% dan suku bunga CIR dari rata-rata suku bunga BI rate dari tahun 2013-2022.

Perhitungan suku bunga CIR digunakan suku bunga BI rate dari tahun 2013-2022, suku bunga dari bulan januari hingga desember di ambil rata-rata pertahunnya untuk mencari nilai estimasi parameter suku bunga CIR, Data rata-rata suku bunga BI rate dari tahun 2013-2022 pada Tabel 2 :

Tabel 1. Rata-Rata Suku Bunga BI rate 2013-2022

Tahun	Rata-Rata (%)
2013	6,5
2014	7,5
2015	7,5
2016	6,0
2017	4,6
2018	5,1
2019	5,6
2020	4,3
2021	3,5
2022	4,0

sumber: <http://www.bi.go.id/en/moneter/bi-rate/data>

2. Menghitung Estimasi Suku Bunga CIR

Estimasi suku bunga CIR dihitung dengan menggunakan suku bunga BI rate tahun 2013-2022 dimana ($n = 10$). Suku bunga awal yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,065 atau $r(0) = 6,5\%$. Terdapat tiga estimasi pada suku bunga CIR yaitu \hat{K} , $\hat{\theta}$, $\hat{\sigma}$. Tabel 2 menampilkan hasil perhitungan parameter \hat{K} , $\hat{\theta}$, $\hat{\sigma}$ menggunakan metode OLS dengan bantuan *microsoft excel*.

Tabel 2. Hasil Estimasi Parameter Suku Bunga CIR

Coefficient	Estimate
\hat{K}	0,228032789
$\hat{\theta}$	0,044040738
$\hat{\sigma}$	0,046391765

Sumber: Data diolah peneliti 2023

Hasil estimasi parameter suku bunga CIR selanjutnya disubstitusikan ke persamaan untuk mencari nilai $P(t)$, dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P(0) &= \left(\frac{2d \exp\left(\frac{\widehat{K} + d}{2} t\right)}{(\widehat{K} + d)(\exp(td)) + d - \widehat{K}} \right)^{\frac{2\widehat{K}\widehat{\theta}}{\widehat{\sigma}^2}} \exp\left(\frac{2r(0)(\exp(td) - 1)}{(\widehat{K} + d)(\exp(td)) + d - \widehat{K}}\right) \\
 &= \left(\frac{\exp\left(\frac{2(0,237566869)(0,228032789 + 0,237566869)}{2} 0\right)}{(0,228032789 + 0,237566869)(\exp(0(0,237566869))) + 0,237566869 - 0,228032789} \right)^{9,344622364} \exp\left(\frac{2(0,065)(\exp(0(0,237566869)) - 1)}{(0,228032789 + 0,237566869)(\exp(0(0,237566869))) + 0,237566869 - 0,228032789}\right) \\
 &= \left(\frac{0,475133737}{0,475133737}\right)^{9,344622364} \exp\left(\frac{0}{0,475133737}\right) = 1
 \end{aligned}$$

Jadi, nilai $P(0)$ suku bunga CIR adalah 1. Untuk menghitung nilai $P(1)$ dan seterusnya gunakan rumus yang sama dengan mengganti nilai $(t = 1, 2, 3, \dots dst)$

3. Menghitung Besar Manfaat Pensiun (B_r)

Perhitungan besar manfaat pensiun untuk peserta program pensiun pada usia pensiun normal ($r = 58 \text{ tahun}$), dihitung berdasarkan gaji terakhir dengan proporsisi gaji ($k = 4,75\%$). Dengan menggunakan persamaan (2.8) Maka besar manfaat pensiun peserta program pensiun usia masuk kerja (e) 21 tahun dengan gaji pokok Rp 5.052.300 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 B_r &= k(r - e)S_{r-1} = 0,0475 (58 - 21)60.627.600 = 0,0475 \times (37) \times 60.627.600 \\
 &= 152.452.716
 \end{aligned}$$

Jadi manfaat yang diterima oleh peserta pensiun dengan usia masuk kerja 21 tahun dengan gaji pokok Rp 5.052.300 adalah Rp 152.452.716. Selengkapnya manfaat pensiun untuk peserta program pensiun yang lain akan ditampilkan dalam tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Manfaat Pensiun Peserta Program Pensiun

Usia Masuk Kerja (e)	B_r
21	Rp152.452.716
21	Rp150.874.568
21	Rp163.907.113
22	Rp157.898.209
22	Rp151.491.470
22	Rp151.491.470
23	Rp141.370.482
23	Rp145.825.123
24	Rp130.454.483
25	Rp140.483.243
25	Rp134.783.118
26	Rp116.686.494
27	Rp113.092.604
28	Rp99.744.009
29	Rp108.099.547

Sumber: Data diolah peneliti 2023

4. Menghitung Nilai Anuitas Seumur Hidup Diskrit Dimuka (\ddot{a}_x)

Nilai tunai anuitas seumur hidup diskrit dimuka dihitung untuk peserta program pensiun dengan usia pensiun ($r = 58 \text{ tahun}$) menggunakan tabel komutasi yang dihitung dengan tabel TMI IV tahun 2019. Nilai tunai anuitas pria 22 tahun dan wanita 21 tahun anuitas seumur hidup diskrit dimuka suku bunga konstan dan suku bunga CIR dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Suku bunga konstan

1. Anuitas seumur hidup diskrit dimuka, jenis kelamin pria

$$\ddot{a}_r = \frac{N_r}{D_r} = \frac{11216,94567}{1028,616244} = 10,90488871$$

2. Anuitas seumur hidup diskrit dimuka, jenis kelamin wanita

$$\ddot{a}_r = \frac{N_r}{D_r} = \frac{12139,61426}{1072,086261} = 11,32335587$$

b. Suku bunga CIR

1. Anuitas seumur hidup diskrit dimuka, jenis kelamin pria

$$\ddot{a}_r = \frac{N_r}{D_r} = \frac{174331,9204}{11597,33369} = 15,03206901$$

2. Anuitas seumur hidup diskrit dimuka, jenis kelamin wanita

$$\ddot{a}_r = \frac{N_r}{D_r} = \frac{192417,8859}{12087,44483} = 15,91882226$$

5. Anuitas Hidup Diskrit Dimuka Berjangka n Tahun

Nilai tunai anuitas hidup diskrit dimuka berjangka n tahun pada penelitian ini ($n = r - e$) dan ($n = r - x$) tahun dimana x adalah usia setelah valuasi (usia awal masuk ditambah 2 tahun masa valuasi) suku bunga konstan dan suku bunga CIR dihitung mulai dari usia masuk kerja sampai dengan usia pensiun normal 58 tahun dengan menggunakan tabel komutasi yang dihitung dengan TMI IV tahun 2019 dengan suku bunga 8%. Nilai tunai anuitas hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - e$) dan ($n = r - x$) tahun suku bunga konstan dan suku bunga CIR dengan usia awal masuk kerja pria 22 tahun dengan usia valuasi 24 tahun dan wanita 21 tahun dengan usia setelah valuasi 23 tahun pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Suku bunga konstan

1. Anuitas hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - e$) tahun pria

$$\ddot{a}_{e:\overline{n}} = \frac{N_e - N_{e+n}}{D_e}$$

$$\ddot{a}_{e:(r-e)} = \frac{N_e - N_{e+(r-e)}}{D_e}$$

$$\ddot{a}_{e:(r-e)} = \frac{N_e - N_r}{D_e}$$

$$\ddot{a}_{22:(58-22)} = \frac{N_{22} - N_{58}}{D_{22}}$$

$$\ddot{a}_{22:(58-22)} = \frac{238911,064645095 - 11216,9456665923}{18178,9140982164}$$

$$\ddot{a}_{22:(58-22)} = 12,52517712$$

2. Anuitas hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - x$) tahun pria

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x} \\ \ddot{a}_{x:(r-x)} &= \frac{N_x - N_{x+(r-x)}}{D_x} \\ \ddot{a}_{x:(r-x)} &= \frac{N_x - N_r}{D_x} \\ \ddot{a}_{24:(58-24)} &= \frac{N_{24} - N_{58}}{D_{24}} \\ \ddot{a}_{24:(58-24)} &= \frac{203908,0705 - 11216,94567}{15570,21873} \\ \ddot{a}_{24:(58-24)} &= 12,37562093 \end{aligned}$$

3. Anuitas hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - e$) tahun wanita

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{e:\overline{n}|} &= \frac{N_e - N_{e+n}}{D_e} \\ \ddot{a}_{e:(r-e)} &= \frac{N_e - N_{e+(r-e)}}{D_e} \\ \ddot{a}_{e:(r-e)} &= \frac{N_e - N_r}{D_e} \\ \ddot{a}_{21:(58-21)} &= \frac{N_{21} - N_{58}}{D_{21}} \\ \ddot{a}_{21:(58-21)} &= \frac{261214,778497252 - 12139,6142571878}{19718,6361817067} \\ \ddot{a}_{21:(58-21)} &= 12,63146 \end{aligned}$$

4. Anuitas hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - x$) tahun wanita

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{x:(r-x)} &= \frac{N_x - N_{x+(r-x)}}{D_x} \\ \ddot{a}_{x:(r-x)} &= \frac{N_x - N_r}{D_x} \\ \ddot{a}_{23:(58-23)} &= \frac{N_{23} - N_{58}}{D_{23}} \\ \ddot{a}_{23:(58-23)} &= \frac{223243,258090012 - 12139,6142571878}{16895,7484817273} \\ \ddot{a}_{23:(58-23)} &= 12,4944831 \end{aligned}$$

Selengkapnya untuk nilai tunai anuitas hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - e$) dan ($n = r - x$) suku bunga konstan pria dan wanita dengan usia masuk kerja 21-30 tahun dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5 berikut ini:

Tabel 4. Nilai Tunai Anuitas Hidup Diskrit Dimuka Berjangka ($n = r - e$)

Usia Masuk Kerja (e)	$\ddot{a}_{e:\overline{n} }$
21	12,63146
21	12,63146
21	12,63146
22	12,52517712
22	12,52517712
22	12,56549514
23	12,4944831

23	12,45329341
24	12,37562093
25	12,33565087
25	12,29181652
26	12,24715686
27	12,15203327
28	11,99982716
29	11,88754024

Sumber: Data diolah peneliti 2023

Tabel 5. Nilai Tunai Anuitas Hidup Diskrit Dimuka Berjangka ($n = r - x$)

Usia setelah valuasi (x)	$\ddot{a}_{x:\overline{n}}$
23	12,4944831
23	12,4944831
23	12,4944831
24	12,37562093
24	12,37562093
24	12,41801551
25	12,33565087
25	12,29181652
26	12,20150662
27	12,15203327
27	12,10428451
28	12,04973881
29	11,9395683
30	11,7667802
31	11,63685026

Sumber: Data diolah peneliti 2023

b. Suku bunga CIR

1. Hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - e$) tahun pria

$$\ddot{a}_{e:\overline{n}} = \frac{N_e - N_{e+n}}{D_e}$$

$$\ddot{a}_{e:(r-e)} = \frac{N_e - N_{e+(r-e)}}{D_e}$$

$$\ddot{a}_{e:(r-e)} = \frac{N_e - N_r}{D_e}$$

$$\ddot{a}_{22:(58-22)} = \frac{N_{22} - N_{58}}{D_{22}}$$

$$\ddot{a}_{22:(58-22)} = \frac{1289759,79 - 174331,9204}{60565,64142}$$

$$\ddot{a}_{22:(58-22)} = 18,41684234$$

2. Anuitas hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - x$) tahun pria

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x} \\ \ddot{a}_{x:(r-x)|} &= \frac{N_x - N_{x+(r-x)}}{D_x} \\ \ddot{a}_{x:(r-x)|} &= \frac{N_x - N_r}{D_x} \\ \ddot{a}_{24:(58-24)|} &= \frac{N_{24} - N_{58}}{D_{24}} \\ \ddot{a}_{24:(58-24)|} &= \frac{1171184,812 - 174331,9204}{55554,65649} \\ \ddot{a}_{24:(58-24)|} &= 17,94364243 \end{aligned}$$

3. Anuitas hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - e$) tahun wanita

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{e:\overline{n}|} &= \frac{N_e - N_{e+n}}{D_e} \\ \ddot{a}_{e:(r-e)|} &= \frac{N_e - N_{e+(r-e)}}{D_e} \\ \ddot{a}_{e:(r-e)|} &= \frac{N_e - N_r}{D_e} \\ \ddot{a}_{21:(58-21)|} &= \frac{N_{21} - N_{58}}{D_{21}} \\ \ddot{a}_{21:(58-21)|} &= \frac{1381400,75 - 192417,8859}{63469,47775} \\ \ddot{a}_{21:(58-21)|} &= 18,73314396 \end{aligned}$$

4. Anuitas hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - x$) tahun wanita

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x} \\ \ddot{a}_{x:(r-x)|} &= \frac{N_x - N_{x+(r-x)}}{D_x} \\ \ddot{a}_{x:(r-x)|} &= \frac{N_x - N_r}{D_x} \\ \ddot{a}_{23:(58-23)|} &= \frac{N_{23} - N_{58}}{D_{23}} \\ \ddot{a}_{23:(58-23)|} &= \frac{1257119,188 - 72480,33322}{192417,8859} \\ \ddot{a}_{23:(58-23)|} &= 18,2761106 \end{aligned}$$

Selengkapnya untuk nilai tunai anuitas hidup diskrit dimuka berjangka ($n = r - e$) dan ($n = r - x$) suku bunga CIR pria dan wanita dengan usia masuk kerja 21-30 tahun dapat dilihat pada tabel 6 dan tabel 7 berikut ini:

Tabel 6. Nilai Tunai Anuitas Hidup Diskrit Dimuka Berjangka ($n = r - e$)

Usia Masuk Kerja (e)	$\ddot{a}_{e:\overline{n} }$
21	18,73314396
21	18,73314396
21	18,73314396
22	18,41684234

22	18,41684234
22	18,50805502
23	18,2761106
23	18,18435261
24	17,94364243
25	17,78805259
25	17,69404797
26	17,53069287
27	17,26359459
28	16,88636618
29	16,5958147

Sumber: Data diolah peneliti 2023

Tabel 7. Nilai Tunai Anuitas Hidup Diskrit Dimuka Berjangka ($n = r - x$)

Usia setelah valuasi (x)	$\ddot{a}_{x:\overline{n}}$
23	18,2761106
23	18,2761106
23	18,2761106
24	17,94364243
24	17,94364243
24	18,03638706
25	17,78805259
25	17,69404797
26	17,43497166
27	17,26359459
27	17,165862
28	16,98607518
29	16,69730316
30	16,29354515
31	15,97889395

Sumber: Data diolah peneliti 2023

6. Menghitung Iuran Normal (NC)

Perhitungan iuran normal suku bunga konstan dan suku bunga CIR menggunakan metode *entry age normal* pada usia awal masuk kerja 21 tahun dengan gaji pokok Rp 5.052.300. Berikut hasil dari perhitungan iuran normal suku bunga konstan menggunakan persamaan dan suku bunga CIR menggunakan persamaan adalah sebagai berikut:

a. Suku bunga konstan

$$(NC)_e = \frac{B_r \cdot v^{r-e} \cdot {}_{r-e}P_e \cdot \ddot{a}_r}{\ddot{a}_{e:r-e|}}$$

$$(NC)_e = \frac{(152.452.716)(0,057985719)(0,93763068)(11,32335588)}{12,63146}$$

$$(NC)_e = 7.430.356$$

Jadi iuran normal yang harus dibayarkan selama setahun oleh peserta dana pensiun pada usia awal masuk 21 tahun dengan gaji pokok Rp 5.502.300 menggunakan metode *entry age normal* sebesar Rp 7.430.356. Untuk besar iuran normal peserta program pensiun dengan suku bunga konstan pada usia awal masuk kerja 21-30 tahun dapat ditampilkan dalam tabel berikut ini:

Tabel 8. Iuran Normal Peserta Pensiun Suku Bunga Konstan

Usia Masuk Kerja (e)	$(NC)_e$
21	Rp7.430.356
21	Rp7.353.439
21	Rp7.988.629
22	Rp7.778.574
22	Rp7.462.958
22	Rp8.018.294
23	Rp8.129.576
23	Rp7.807.130
24	Rp7.594.023
25	Rp9.550.456
25	Rp8.535.723
26	Rp8.632.484
27	Rp9.110.494
28	Rp8.164.497
29	Rp9.652.851

Sumber: Data diolah peneliti 2023

b. Suku bunga CIR

$$(NC)_e = \frac{B_r \cdot P(r - e) \cdot r - e \cdot P_e \cdot \ddot{a}_r}{\ddot{a}_{e:r-e|}}$$

$$(NC)_e = \frac{(152.452.716)(0,32150711)(0,93763068)(15,91882226)}{18,73314396}$$

$$(NC)_e = Rp39.053.307$$

Jadi iuran normal yang harus dibayarkan selama setahun oleh peserta dana pensiun pada usia awal masuk 21 tahun dengan gaji pokok Rp 5.502.300 menggunakan metode *entry age normal* sebesar Rp39.053.307. Untuk besar iuran normal peserta program pensiun dengan suku bunga CIR pada usia awal masuk kerja 21-30 tahun dapat ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 9. Iuran Normal Peserta Pensiun Suku Bunga CIR

Usia Masuk Kerja (e)	$(NC)_e$
21	Rp39.053.307
21	Rp36.496.105

21	Rp41.987.542
22	Rp39.088.683
22	Rp37.502.655
22	Rp41.022.429
23	Rp40.488.905
23	Rp38.192.067
24	Rp36.168.781
25	Rp45.092.902
25	Rp39.585.974
26	Rp37.482.822
27	Rp38.531.527
28	Rp34.991.911
29	Rp40.311.424

Sumber: Data diolah peneliti 2023

7. Menghitung Kewajiban Aktuarial (AL)

Perhitungan kewajiban aktuarial untuk peserta program pensiun dengan usia masuk kerja 21 dan usia setelah valuasi 23 tahun dengan gaji pokok Rp 5.052.300 menggunakan suku bunga konstan pada persamaan dan suku bunga CIR pada persamaan adalah sebagai berikut:

a. Suku bunga konstan

$$(AL)_e = B_r \cdot v^{r-x} \cdot {}_r-xP_x \cdot \ddot{a}_r - \frac{B_r \cdot v^{r-e} \cdot {}_r-eP_e \cdot \ddot{a}_r}{\ddot{a}_{e:r-e}} \cdot \ddot{a}_{x:r-x}$$

$$(AL)_e = (152.452.716)(0,067634543) \\ (0,938174742)(11,32335588) - (7.430.356)(12,4944831)$$

$$(AL)_e = 16.698.989$$

Jadi, kewajiban aktuarial dengan suku bunga konstan pada usia awal masuk kerja 21 tahun dan usia setelah valuasi 23 tahun menggunakan metode *entry age normal* adalah sebesar Rp 16.698.989. Untuk besar kewajiban aktuarial peserta program pensiun usia awal masuk 21-30 tahun dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 10. Kewajiban Aktuarial Peserta Pensiun Suku Bunga Konstan

Usia Masuk Kerja (e)	(AL) _e
21	Rp16.698.989
21	Rp16.526.126
21	Rp17.953.652
22	Rp17.486.806
22	Rp16.777.277
22	Rp18.020.868
23	Rp18.271.527
23	Rp17.551.177
24	Rp17.072.522
25	Rp21.467.395
25	Rp19.190.382
26	Rp19.405.169

27	Rp20.480.739
28	Rp18.359.772
29	Rp21.708.333

Sumber: Data diolah peneliti 2023

b. Suku bunga CIR

$$(AL)_e = B_r \cdot P(-x) \cdot {}_{r-x}P_x \cdot \sum_{t=0}^{\infty} P(t) \cdot {}_tP_r$$

$$- \frac{B_r \cdot P(r-e) \cdot {}_{r-e}P_e \cdot \sum_{t=0}^{\infty} P(t) \cdot {}_tP_r}{\sum_{t=0}^{r-e-1} P(t) \cdot {}_tP_e} \cdot \ddot{a}_{x:r-x|}$$

$$(AL)_e = (152.452.716)(0,350482548)$$

$$(0,938174742)(15,91882226)$$

$$-(39.053.307)(18,2761106)$$

$$(AL)_e = 84.245.201$$

Jadi, kewajiban aktuarial dengan suku bunga CIR pada usia awal masuk kerja 21 tahun dan usia setelah valuasi 23 tahun menggunakan metode *entry age normal* adalah sebesar Rp 84.245.201. Untuk besar kewajiban aktuarial peserta program pensiun usia awal masuk 21-30 tahun dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 11. Kewajiban Aktuarial Peserta Pensiun Suku Bunga CIR

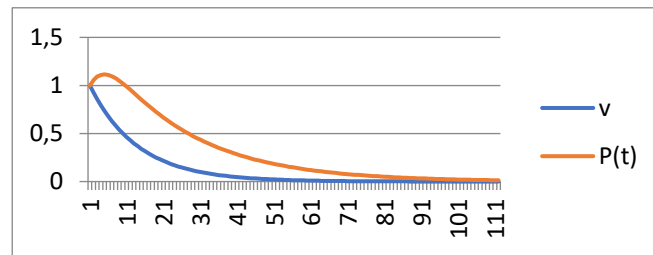
Usia Masuk Kerja (<i>e</i>)	(<i>AL</i>) _{<i>e</i>}
21	Rp84.245.201
21	Rp78.728.843
21	Rp90.574.888
22	Rp84.136.458
22	Rp80.722.611
22	Rp88.278.763
23	Rp86.962.010
23	Rp82.046.556
24	Rp77.578.468
25	Rp96.578.507
25	Rp84.799.617
26	Rp80.193.790
27	Rp82.359.354
28	Rp74.747.350
29	Rp86.039.699

Sumber: Data diolah peneliti 2023

Pada penelitian ini nilai iuran normal dan kewajiban aktuarial dipengaruhi oleh tingkat bunga, baik bunga konstan maupun stokastik. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada tingkat bunga konstan 8% mempengaruhi nilai v^x dan tingkat bunga model CIR mempengaruhi nilai $P(t)$ yang kemudian mempengaruhi besar kecilnya nilai anuitas serta iuran normal dan kewajiban aktuarialnya. Untuk lebih jelas melihat hasil perbandingan

antara besar kecilnya nilai v^x dan nilai $P(t)$ dapat dilihat dari gambar 1.

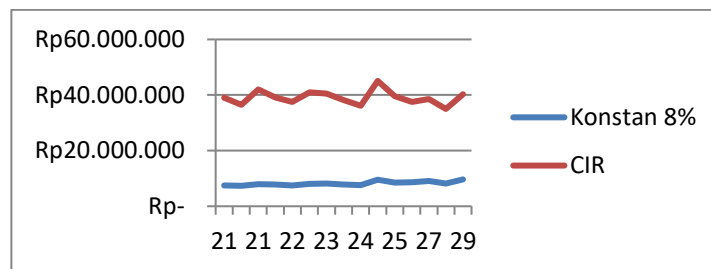
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, nilai iuran normal suku bunga konstan 8% dan suku bunga CIR pada tabel 9 dan tabel 10 bahwa nilai iuran normal suku bunga CIR lebih besar dari iuran normal suku bunga konstan 8%. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Zebrilia Dwi Nastiti, 2015) dimana aproksimasi tingkat suku bunga berdasarkan model CIR cukup baik untuk data yang fluktuasinya tidak terlalu besar dan besar iuran normal dengan pendekatan tingkat suku bunga menggunakan model CIR cenderung lebih besar dibandingkan dengan tingkat suku bunga tetap.



Gambar 1. Perbandingan nilai v^x dan nilai $P(t)$

Sumber: Data diolah peneliti 2023

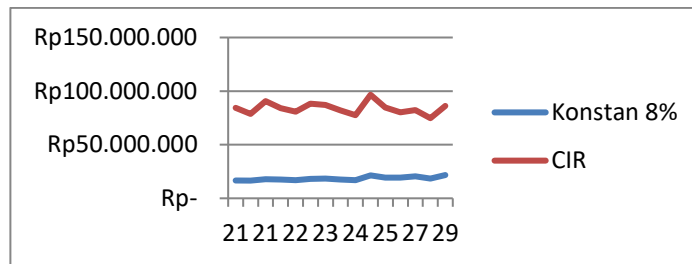
Untuk lebih jelas melihat perbandingan antara keduanya dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Perbandingan nilai NC konstan 8% dan CIR

Sumber: Data diolah peneliti 2023

Nilai kewajiban aktuarial dipengaruhi oleh nilai anuitas dan nilai iuran normal dari suku bunga konstan 8% atau suku bunga model CIR. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat dari tabel 11 dan tabel 12 bahwa suku bunga CIR nilai kewajiban aktuarialnya lebih besar dari suku bunga konstan 8%. Untuk dapat melihat perbandingan antara keduanya perhatikan gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Perbandingan nilai AL konstan 8% dan CIR

Sumber: Data diolah peneliti 2023

Berdasarkan hasil perbandingan nilai v^x dan $P(t)$, iuran normal, serta kewajiban aktuarial dari suku bunga konstan 8% dan suku bunga model CIR, untuk penyelesaian latar belakang permasalahan pada penelitian ini, suku bunga yang baik digunakan adalah suku bunga model CIR. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Mery, Limbong, Rachmatin, & Ross, 2022), dimana besar iuran normal dengan pendekatan model CIR cenderung lebih besar dibandingkan dengan menggunakan tingkat bunga konstan, Suku bunga CIR lebih menguntungkan bagi penyedia dana pensiun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka telah diperoleh nilai iuran normal dan kewajiban aktuarial pada suku bunga konstan 8% dan suku bunga CIR dengan metode *entry age normal*. Dari hasil tersebut maka dilakukan perbandingan antara keduanya dimana nilai iuran normal dan kewajiban aktuarial suku bunga konstan 8% lebih sehingga menguntungkan bagi peserta dana pensiun. Sedangkan nilai iuran normal dan kewajiban aktuarial suku bunga CIR lebih besar sehingga lebih menguntungkan bagi penyedia dana pensiun karena iuran yang sesuai akan mendapatkan manfaat yang sama, dengan asumsi tingkat suku bunga CIR yang berfluktuasi dari waktu ke waktu agar tidak terjadi kerugian antara kedua belah pihak

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih untuk orang tua, keluarga, dosen pembimbing, dan teman-teman yang telah memberikan semangat kepada peneliti hingga terselesaikannya penelitian ini dengan baik. Peneliti berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkannya.

DAFTAR PUSTAKA

Anita, Ardian Febri., Rosita, Silvia & Arsita, Sari (2023). Penerapan Metode De-Moivre Dalam Perhitungan Premi Asuransi Jiwa Seumur Hidup Dengan Tingkat Suku Bunga Stokastik, *Jurnal Aktuaria*, 2(1), 1-6.

Bayazit, D. (2004). *Yiel Curve Estimation and Prediction With Vasicek Model*. The Middle East Technical University.

Cox, B., Ross, I., & Untuk, C. I. R. (2015). Implementasi Model Tingkat Suku *Implementation Of Cir Interest Rate Models To Determine Normal Pension Contribution In Accrued Benefit Cost*.

Mery, M., Limbong, Y., Rachmatin, D., & Ross, C. I. (2022). Penerapan Model Tingkat

Suku Bunga Cox Ingersoll Ross (Cir) Dalam Penentuan Iuran *Application Of The Cox Ingersoll Ross (Cir) Interest Rate Model To Determine Normal Pension Cost*, 10(2), 41–52.

Sugiyono, (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabet.