

PERBANDINGAN IURAN NORMAL PENSIUN METODE ENTRY AGE NORMAL DAN PROJECTED UNIT CREDIT DENGAN SUKU BUNGA CIR (COX INGERSOLL ROSS)

COMPARISON OF NORMAL PENSION CONTRIBUTIONS USING THE ENTRY AGE NORMAL AND PROJECTED UNIT CREDIT METHODS WITH CIR INTEREST RATE

TYAS DWI NURTA MARWINDA¹, DANARDONO²

^{1,2}Program Studi Magister Matematika, FMIPA, UGM
Bulaksumur, Caturtunggal, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
email: ¹tyasdwinurtamarwinda@gmail.com, ²danardono@ugm.ac.id

Abstrak

Perhitungan iuran normal pensiun dengan menggunakan metode Entry Age Normal (EAN) dan Projected Unit Credit (PUC) dengan mempertimbangkan fluktuasi suku bunga yang digambarkan oleh model Cox Ingersoll Ross (CIR). Model CIR adalah model matematika yang dirancang untuk memproyeksikan suku bunga di masa depan dengan mempertimbangkan sifat mean reversion dan non-negativity. Model ini memberikan dasar yang lebih baik untuk menghitung iuran normal pensiun, karena memungkinkan perhitungan yang lebih akurat tentang tingkat pengembalian yang diharapkan pada dana pensiun di masa depan. Metode EAN digunakan untuk mencari nilai sekarang manfaat pensiun sesuai dengan iuran normal saat mulai masuk kepesertaan. Sebaliknya, metode PUC membagi total manfaat pensiun pada usia pensiun normal dengan keseluruhan masa kerja untuk menghasilkan satuan unit manfaat pensiun, yang kemudian dialokasikan ke setiap tahun masa kerja yang telah dijalani. Parameter model CIR akan dihitung dengan menggunakan teknik estimasi kuadrat terkecil bersyarat.

Kata kunci : EAN, PUC, Cox Ingersoll Roll (CIR), Iuran Normal Pensiun

Abstract

Using the Entry Age Normal (EAN) and Projected Unit Credit (PUC) approaches, the Cox Ingersoll Ross (CIR) model is used to calculate normal pension contributions while taking interest rate variations into account. The CIR model is a mathematical model that takes mean reversion and non-negativity into account for predicting future interest rates. Because it makes it possible to calculate the predicted return rate on future pension funds more precisely, this model offers a superior foundation for determining typical pension payments. The present value of future pension benefits is computed using the EAN technique, and it is similar to the present value of regular contributions at the time of admission. On the other hand, the PUC approach is an actuarial method of calculating pension benefits that allots units of pension benefits to each year of service by dividing the entire pension benefits at normal retirement age by the total working duration. Conditional least squares estimate will be used to determine the CIR model's parameters.

Key Words : EAN, PUC, Cox Ingersoll Ross (CIR), Normal Pension Fund

Pendahuluan

Berdasarkan UU No 4 Tahun 2016, pekerja merupakan individu yang bekerja serta memiliki hak kompensasi sesuai dengan peraturan. Meskipun pekerja yang kompeten adalah aset penting bagi perusahaan, mereka tetap menghadapi risiko seperti kehilangan pekerjaan, usia tidak produktif, dan kematian yang berdampak pada kondisi finansial. Pensiun adalah tahap penting di mana pendapatan berhenti atau berkurang, sehingga memiliki dana pensiun yang cukup sangat krusial. Program pensiun bertujuan meningkatkan kesejahteraan pekerja di masa pensiun dan dikelola oleh Dana Pensiun sesuai UU No.11 Tahun 1992.

Metode dalam penghitungan aktuarial dibagi menjadi dua, yaitu *accrued benefit cost method* di mana biaya manfaat yang telah diperoleh cenderung menunjukkan peningkatan iuran normal seiring dengan bertambahnya usia peserta pensiun dan *projected benefit cost method* dengan menunjukkan pola iuran normal yang merata sepanjang sisa masa kerja hingga usia pensiun. Salah satu metode yang

termasuk dalam kategori *projected benefit cost method* adalah metode *entry age normal* (EAN), sedangkan salah satu metode yang termasuk dalam kategori *accrued benefit cost method* adalah metode *projected unit credit* (PUC) [1].

Penelitian terdahulu menggunakan pendekatan PUC dan EAN untuk dana pensiun. Jumlah iuran normal yang harus dibayarkan oleh peserta lebih kecil metode EAN dibandingkan dengan metode PUC [2]. Ini menunjukkan bahwa metode EAN lebih menguntungkan peserta karena beban keuangan yang mereka tanggung selama masa kerja menjadi lebih ringan.

Karena program dana pensiun adalah jenis pembiayaan jangka panjang, salah satu asumsi penting yang perlu dipertimbangkan adalah tingkat suku bunga. Pergerakan suku bunga berkontribusi dalam penentuan nilai kontribusi dan manfaat pensiun di masa depan. Pergerakan suku bunga model stokastik diperlukan karena polanya terus berubah-ubah [3]. Karena mengikuti pola yang serupa dengan tingkat suku bunga pasar dan menjamin bahwa prediksi tingkat suku bunga tidak akan bernilai negatif, model CIR dipilih.

Adapun tujuan penelitian ini adalah mempelajari dan menjabarkan suku bunga stokastik dengan model suku bunga Cox Ingersoll Ross (CIR), serta mengetahui perbandingan iuran normal pensiun dengan tingkat suku bunga stokastik CIR menggunakan metode Entry Age Normal (EAN) dan Projected Unit Credit (PUC). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif dalam penentuan iuran normal pensiun dan memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang matematika aktuaria. Dengan menggunakan suku bunga stokastik, diharapkan penentuan iuran normal pensiun dapat menjadi lebih baik.

Metode Penelitian

Tahap awal yang dilakukan, yaitu Tabel Mortalita Indonesia IV digunakan sebagai acuan dalam membuat tabel perhitungan dengan asumsi suku bunga (i) adalah 5%. Selanjutnya, menghitung estimasi suku bunga jangka pendek model CIR berdasarkan suku bunga BI dari April 2016 hingga April 2023 dengan bantuan RStudio. Untuk menentukan manfaat pensiun yang diterima oleh masing-masing peserta berdasarkan gaji terakhirnya, digunakan (k) yang merupakan sebagian gaji untuk manfaat pensiun sebesar 2,5%. Iuran normal dapat ditentukan berdasarkan nilai sekarang manfaat pensiun ${}^rPVF\dot{B}_x$ menggunakan Microsoft Excel 2010.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada perhitungan menggunakan data Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK) golongan IX perempuan, mulai berpartisipasi pada usia 26 tahun ($e = 26$) dengan gaji Rp. 2.517.800 dan akan pensiun pada usia 58 tahun ($r = 58$) digunakan sebagai pemodelan aktuaria untuk asuransi dana pensiun. Penghitungan dilakukan pada usia 26 tahun, dengan gaji pokok terakhir sebesar Rp. 49.622.400.

a. Penentuan Estimasi parameter CIR

Estimasi parameter $\hat{\alpha}, \hat{\beta}, \hat{\sigma}^2$ dicari dengan menggunakan data suku bunga BI dan $\Delta t = 1$. Berikut disajikan estimasi parameter $\hat{\alpha}, \hat{\beta}$ dan $\hat{\sigma}^2$.

Tabel 1. Estimasi parameter $\hat{\alpha}, \hat{\beta}$ dan $\hat{\sigma}^2$

| Parameter | Estimasi |
|------------------|------------|
| $\hat{\alpha}$ | 0,02925965 |
| $\hat{\beta}$ | 0,04512708 |
| $\hat{\sigma}^2$ | 0,00887906 |

Pemodelan suku bunga jangka pendek model CIR dapat dihitung menggunakan persamaan

$$dr(t) = \alpha(\beta - r(t))dt + \sigma\sqrt{r(t)} dW(t)$$

Dimana $r_0 = 0,575$ yang merupakan suku bunga BI terakhir dan diketahui $\hat{\alpha} = 0,0292$ dan $\hat{\beta} = 0,04512708$, maka diperoleh hasil prediksi suku bunga untuk 10 tahun ke depan sebagai berikut.

Tabel 2. Tingkat suku bunga CIR

| t | r(t) |
|----|----------|
| 0 | 0,057500 |
| 1 | 0,057560 |
| 2 | 0,057619 |
| 3 | 0,057677 |
| 4 | 0,057734 |
| 5 | 0,057791 |
| 6 | 0,057846 |
| 7 | 0,057900 |
| 8 | 0,057500 |
| 9 | 0,057560 |
| 10 | 0,057619 |

b. Penentuan Besar Manfaat Pensiun

Mengambil proporsi gaji manfaat pensiun (k) 2,5% untuk menentukan jumlah manfaat pensiun yang diterima ketika peserta mencapai usia pensiun, maka

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

$$B_{58} = 0,025 \times (58 - 26) \times 49.622.400$$

$$= 37.216.800$$

Jadi, peserta akan menerima manfaat pensiun tahunan sebesar Rp37.216.800.

c. Nilai Sekarang Manfaat Pensiun (PVFB)

Faktor diskonto dengan tingkat suku bunga (r_t) pada saat t mengikuti model CIR pada usia 26 tahun:

$${}^r(PVFB)_x = B_r \ddot{a}_r v^{r-x} {}_{r-x}p_x$$

$${}^{58}(PVFB)_{26} = B_{58} \ddot{a}_{58} v^{58-26} {}_{58-26}p_{26}$$

$$= 37.216.800 \frac{N_{58}}{D_{58}} (1 + 0,057500)^{-32} \frac{l_{26+58-26}}{l_{26}}$$

$${}^{58}(PVFB)_{26} = 2.058.141,047$$

Oleh karena itu, manfaat pensiun saat Anda berusia 26 tahun adalah Rp. 2.058.141,04.

d. Perhitungan Iuran Normal

1) Metode Projected Unit Credit (PUC)

Saat usia 26 tahun, perhitungan iuran normal adalah sebagai berikut:

$${}^{PUC} r (NC)_x = \frac{{}^r(PVFB)_x}{\frac{r - e}{r}}$$

$${}^{PUC} {}^{58}(NC)_{26} = \frac{{}^{58}(PVFB)_{26}}{\frac{58 - 26}{2.058.141,04}}$$

$$= \frac{2.058.141,04}{32}$$

$$= 64316,91$$

Oleh karena itu, besar iuran tahunan standar untuk peserta berusia 26 tahun dengan metode PUC adalah Rp. 64.316,91.

2) Metode Entry Age Normal (EAN)

Saat usia 26 tahun, perhitungan iuran normal adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 {}^{EAN}r(NC)_x &= \frac{v^{x-e} x-e p_e r(PVFB)_x}{\ddot{a}_{e:r-e|}} \\
 {}^{EAN}{}_{58}(NC)_{26} &= \frac{v^{26-26} {}_{26-26}p_{26} {}_{58}(PVFB)_{26}}{\ddot{a}_{26:58-26|}} \\
 &= \left(\frac{(1 + 0,057500)^0 \frac{l_{26+26-26}}{l_{26}}}{\frac{N_{26} - N_{58}}{D_{26}}} \right) 2.058.141,047 \\
 {}^{EAN}r(NC)_x &= 125413,11
 \end{aligned}$$

Sehingga, saat usia 24 tahun besar iuran tahunan normal adalah Rp. 125.413,11.

Tabel 3. Iuran Normal EAN dan PUC

| Usia | r(t) | Iuran Normal EAN | Iuran Normal PUC |
|------|----------|------------------|------------------|
| 26 | 0,057500 | 125413,11 | 64316,91 |
| 27 | 0,057560 | 125413,11 | 66391,65 |
| 28 | 0,057619 | 125413,11 | 68604,70 |
| 29 | 0,057677 | 125413,11 | 70970,38 |
| 30 | 0,057734 | 125413,11 | 73505,04 |
| 31 | 0,057791 | 125413,11 | 76227,45 |
| 32 | 0,057846 | 125413,11 | 79159,27 |
| 33 | 0,057900 | 125413,11 | 82325,64 |
| 34 | 0,057953 | 125413,11 | 85755,88 |
| 35 | 0,058005 | 125413,11 | 89484,39 |
| 36 | 0,058057 | 125413,11 | 93551,87 |
| 37 | 0,058107 | 125413,11 | 98006,72 |
| 38 | 0,058157 | 125413,11 | 102907,05 |
| 39 | 0,058205 | 125413,11 | 108323,21 |
| 40 | 0,058253 | 125413,11 | 114341,17 |
| 41 | 0,058300 | 125413,11 | 121067,12 |
| 42 | 0,058346 | 125413,11 | 128633,82 |
| 43 | 0,058392 | 125413,11 | 137209,40 |
| 44 | 0,058436 | 125413,11 | 147010,07 |
| 45 | 0,058480 | 125413,11 | 158318,54 |
| 46 | 0,058523 | 125413,11 | 171511,75 |
| 47 | 0,058565 | 125413,11 | 187103,73 |
| 48 | 0,058607 | 125413,11 | 205814,10 |
| 49 | 0,058648 | 125413,11 | 228682,34 |

| | | | |
|----|----------|-----------|------------|
| 50 | 0,058688 | 125413,11 | 257267,63 |
| 51 | 0,058727 | 125413,11 | 294020,15 |
| 52 | 0,058766 | 125413,11 | 343023,51 |
| 53 | 0,058804 | 125413,11 | 411628,21 |
| 54 | 0,058842 | 125413,11 | 514535,26 |
| 55 | 0,058878 | 125413,11 | 686047,02 |
| 56 | 0,058914 | 125413,11 | 1029070,52 |
| 57 | 0,058950 | 125413,11 | 2058141,05 |

Berdasarkan hasil di atas, terlihat bahwa iuran normal EAN tidak berubah dari masuk kepesertaan, berbeda dengan iuran normal PUC yang terus meningkat seiring dengan kenaikan gaji peserta. Sebagai perbandingan, tabel berikut menunjukkan perbandingan antara iuran pensiun normal suku bunga model CIR dengan suku bunga 6%.

Tabel 4. Perbandingan iuran Normal EAN dan PUC dengan CIR

| | | |
|----------------------|-----------|-----------|
| iuran Normal EAN CIR | 125413,11 | 125413,11 |
| iuran Normal EAN | 116285,96 | 116285,96 |
| iuran Normal PUC CIR | 64316,91 | 66391,65 |
| iuran Normal PUC | 59636,14 | 61189,91 |

Tabel di atas menunjukkan iuran normal yang menggunakan pendekatan model CIR lebih besar daripada iuran normal yang menggunakan suku bunga tetap, namun perbedaan antara keduanya tidak terlalu besar.

Kesimpulan

Dibandingkan dengan asumsi tingkat suku bunga tetap, penerapan besar iuran normal tingkat suku bunga CIR menghasilkan hasil yang lebih tinggi. Hal ini didukung oleh hasil perhitungan yang dilakukan menggunakan model tingkat bunga CIR, yang menunjukkan variasi suku bunga sebenarnya yang digunakan untuk mengurangi kerugian kedua belah pihak. Selain itu, iuran normal EAN lebih rendah daripada PUC. Iuran normal PUC bertambah seiring dengan kenaikan gaji, tetapi iuran normal EAN tetap sama setiap tahunnya, tidak berubah karena kenaikan gaji.

Daftar Pustaka

- [1] Arfan, F. 2019. Standar Praktik Aktuaria Dana Pensiun. Jakarta: Persatuan Aktuaris Indonesia (PAI).
- [2] Syahrini, I., Alfira, M., Nurmaulidar, & Mulidi, I. 2019. Aplikasi Metode Entry Age Normal dan Projected Unit Credit Iuran Normal Dan Kewajiban Aktuaria Pada Dana Pensiun PNS. *Journal of Data Analysis*, 2(1), 43-52.
- [3] 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
- [4] Bain, L. J. and Engelhardt, M. 1992. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics Second Edition*. Duxbury Press, California.

-
- [5] Bowers, N. L., Gerber H. U, dkk. 1997. Actuarial Mathematics Second Edition. Illinois: The Society of Actuaries.
- [6] Cox, J. C., Jonathan E. Ingersoll, and Stephen A. Ross. 1985. A Theory of the Term Structure of Interest Rates, *Econometrica*, 53, N2 385-406.
- [7] Setianingsih, Hermawati. 2013. Aplikasi Suku Bunga Model Cox-Ingersoll-Ross (CIR) Dalam Perhitungan Premi Asuransi Jiwa Dwiguna. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [8] Limbong, M. M. Y., Rachmatin, D., & Priatna, B. A. (2021). Penerapan Model Tingkat Suku Bunga Cox Ingersoll Ross (CIR) dalam Menentukan Iuran Normal Pensiun. *Jurnal EurekaMatika*, 10(4), 344-356.