

## PERHITUNGAN AKTUARIA MANFAAT PENSIUN-NORMAL SUKU BUNGA VASICEK MENGGUNAKAN METODE *ENTRY AGE NORMAL*

Wimas Astari Yuda<sup>1§</sup>, I Nyoman Widana<sup>2</sup>, I Wayan Sumarjaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: [wimasastari@gmail.com](mailto:wimasastari@gmail.com)]

<sup>2</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: [nwidana@yahoo.com](mailto:nwidana@yahoo.com)]

<sup>3</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: [sumarjaya@unud.ac.id](mailto:sumarjaya@unud.ac.id)]

<sup>§</sup>*Corresponding Author*

### ABSTRACT

*Vasicek is one of the stochastic interest rate models that can figure out fluctuating interest rate movements. This study aims to determine the actuarial calculation of normal contributions and actuarial liability with Vasicek interest rates using entry age normal (EAN) method. Based on the calculation of normal contribution and actuarial liability with Vasicek interest rate using this method for normal retirement age of 56 years obtained a smaller value than using constant interest rate.*

**Keywords:** *Actuarial calculation, entry age normal, pension insurance, vasicek.*

### 1. PENDAHULUAN

Program pensiun merupakan program dalam mempersiapkan jaminan penghasilan karyawan pada masa pensiun dengan cara membayarkan sejumlah iuran secara rutin selama karyawan aktif bekerja. Perusahaan memiliki kewajiban moral untuk memberikan rasa aman kepada karyawannya atas jaminan penghasilan pada masa yang akan datang saat karyawan tersebut mencapai usia pensiun. Perusahaan dapat memasukkan program pensiun sebagai bagian dari usaha pengadaan jaminan penghasilan pada masa mendatang kepada karyawan saat masuk masa pensiun (Rivai dkk., 2007).

Pelaksanaan program pensiun di Indonesia dijalankan oleh suatu badan hukum yaitu Dana Pensiun. Dana Pensiun merupakan suatu badan hukum yang berdiri sendiri dan terpisah dari perusahaan serta memiliki tugas untuk mengelola dan menjalankan program pensiun sesuai dengan peraturan perundang-undangan di Indonesia.

Program pensiun manfaat pasti adalah program pensiun yang besar manfaatnya telah ditetapkan sedangkan besarnya iuran pemberi kerja (kewajiban aktuarial) dari waktu ke waktu

tidak pasti jumlahnya, bergantung dari kecukupan dana untuk memenuhi kewajiban dalam membayar manfaat pensiun. Kewajiban aktuarial merupakan nilai sekarang pembayaran manfaat pensiun yang akan diberikan Dana Pensiun kepada karyawan sampai terpenuhinya seluruh manfaat pensiun. Nilai aktuarial dari sebagian manfaat pensiun total yang mengacu pada tahun valuasi, dengan asumsi valuasi pada saat awal tahun disebut iuran normal.

Salah satu metode yang merupakan bagian dari metode pembebanan aktuarial (*actuarial cost method*) untuk menghitung iuran normal dan kewajiban aktuarial adalah *entry age normal* (EAN). Metode EAN adalah metode yang menekankan pada proyeksi manfaat pensiun ketika mencapai usia pensiun dimulai saat usia masuk kerja.

Penelitian Oktiani (2013) terkait perhitungan aktuarial untuk manfaat pensiun-normal menggunakan metode *projected unit credit* (PUC) dan EAN dengan asumsi tingkat suku bunga sebesar 10%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa iuran normal yang dihitung dengan menggunakan metode PUC besarnya meningkat setiap tahun tetapi jika menggunakan

metode EAN iuran normalnya konstan setiap tahun. Adam (2014) juga melakukan penelitian menggunakan metode EAN untuk perhitungan biaya normal program pensiun dengan bunga tetap 7% per tahun. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin lama masa kerja seseorang maka semakin besar manfaat yang akan diperoleh.

Penelitian tersebut seluruhnya menggunakan asumsi tingkat suku bunga konstan. Tetapi pada kasus yang lebih realistis, tingkat suku bunga pasti mengalami perubahan sesuai dengan waktu (stokastik). Oleh karena itu, dalam penelitian ini perhitungan aktuarial dilakukan menggunakan model suku bunga stokastik yaitu suku bunga Vasicek. Suku bunga model Vasicek adalah suatu metode pemodelan terhadap pergerakan suku bunga sebagai faktor resiko pasar dan waktu (Zeytun dan Gupta, 2007).

Dengan demikian tujuan dari penelitian adalah:

1. mengetahui hasil perhitungan manfaat pensiun normal;
2. mengetahui hasil perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan suku bunga konstan menggunakan metode EAN; dan
3. mengetahui hasil perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan suku bunga model Vasicek menggunakan metode EAN.

Selanjutnya dibahas komponen-komponen yang diperlukan dalam perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial suku bunga konstan dan Vasicek menggunakan metode EAN.

Perhitungan bunga yang digunakan dalam penentuan besarnya iuran normal pada program pensiun adalah bunga majemuk. Bunga majemuk merupakan suatu perhitungan bunga yang besar pokok jangka investasi selanjutnya adalah besar pokok sebelumnya ditambah dengan besar bunga yang diperoleh (Futami, 1993). Dalam bunga majemuk didefinisikan suatu fungsi  $v$  sebagai berikut:

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

dengan  $v$  adalah nilai sekarang dari pembayaran sebesar 1 yang dilakukan 1 tahun kemudian dan  $i$  adalah tingkat suku bunga.

Anuitas adalah suatu rangkaian pembayaran dalam jumlah tertentu, yang dilakukan setiap selang dan jangka waktu tertentu, secara berkelanjutan (Futami, 1993). Nilai tunai anuitas hidup dinotasikan dengan  $\ddot{a}_x$  dan ditulis sebagai berikut:

$$\ddot{a}_x = \sum_{k=0}^{\infty} v^k \cdot {}_k p_x \quad (2)$$

Sedangkan *Actuarial Present Value* dari anuitas hidup berjangka  $n$  tahun dinotasikan dengan  $\ddot{a}_{x:\overline{n}|}$  dan didefinisikan sebagai (Dickson dkk., 2009):

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} v^k \cdot {}_k p_x \quad (3)$$

dengan  ${}_k p_x$  adalah peluang seseorang berusia  $x$  hidup dalam masa  $k$  tahun mendatang.

Manfaat pensiun adalah pembayaran berkala yang dibayarkan kepada peserta pada saat dan dengan cara yang ditetapkan dalam peraturan dana pensiun. Pada penelitian ini digunakan jenis *final salary plan* dalam menghitung manfaat pensiun. *Final salary plan* merupakan jenis fungsi manfaat yang besar manfaat pensiunnya dihitung berdasarkan gaji terakhir peserta sebelum memasuki usia pensiun dan dinotasikan sebagai (Dickson dkk., 2009):

$$B_r = k(r - e)S_{r-1} \quad (4)$$

dengan  $k$  adalah proporsi gaji untuk manfaat pensiun dan  $S_{r-1}$  adalah besarnya gaji satu tahun sebelum pensiun.

*Present Value of Future Benefit* (PVFB) adalah nilai sekarang dari manfaat pensiun yang akan diterima pada masa mendatang. Nilai sekarang manfaat pensiun untuk peserta usia  $x$  sebelum pensiun dengan asumsi manfaat pensiun yang akan dibayarkan dalam bentuk anuitas sebesar  $B_r$  didefinisikan sebagai (Winklevoss, 1993):

$$(PVFB)_x = B_r \cdot v^{r-x} \cdot {}_{r-x} P_x \cdot \ddot{a}_r, \quad e \leq x < r \quad (5)$$

Sedangkan *Present Value of Future Normal Cost* (PVFNC) adalah nilai sekarang dari iuran normal yang dibayarkan oleh peserta dalam bentuk anuitas. Secara sistematis PVFNC untuk peserta usia  $x$  dan pensiun pada usia  $r$  dinotasikan sebagai berikut:

$$(PVFNC)_x = \sum_{t=x}^{r-1} (NC) \cdot v^{t-x} \cdot {}_{t-x}P_x \quad (6)$$

Model Vasicek adalah suatu metode pemodelan terhadap pergerakan suku bunga sebagai faktor risiko pasar dan waktu yang memiliki ciri khusus yaitu tingkat suku bunga akan cenderung kembali ke tingkat suku bunga rata-rata setelah mengalami penurunan dan peningkatan. Suku bunga model Vasicek nilai suku bunga menggunakan persamaan berikut (Winklevoss, 1993):

$$dr(t) = \kappa[\theta - r(t)]dt + \sigma dW(t), \quad (7)$$

$$r(0) = r_0$$

Misalkan  $P(k)$  menyatakan ekspektasi dari nilai tunai pembayaran sebesar 1 unit pada saat  $k$ , untuk tingkat suku bunga yang mengikuti model Vasicek, maka  $P(k)$  dituliskan sebagai

$$P(k) = \exp\left(\left(\theta - \frac{\sigma^2}{2\kappa^2}\right)(B(k) - k) - \frac{\sigma^2}{4\kappa} B(k)^2 - r(0)B(k)\right) \quad (8)$$

dengan

$$B(k) = \frac{1 - \exp(-\kappa k)}{\kappa} \quad (9)$$

*Entry Age Normal Cost* (EAN) adalah jumlah dari seluruh tingkat kontribusi saat usia mulai bekerja sedemikian sehingga nilai sekarang dari iuran normal yang akan datang sama dengan nilai sekarang dari manfaat yang akan datang. Konsep dasar metode EAN dapat dinotasikan sebagai (Aitken, 1994):

$$(PVFNC)_e = (PVFB)_e \quad (10)$$

Berdasarkan persamaan (5) dan (6), iuran normal (*normal cost*) dapat dirumuskan sebagai:

$$(NC)_x = NC = \frac{B_r \cdot v^{r-e} \cdot {}_{r-e}P_e \cdot \ddot{a}_r}{\ddot{a}_{e:r-e}} \quad (11)$$

Kewajiban aktuarial (*accrued liability*) adalah nilai sekarang dari manfaat yang akan datang dikurangi dengan nilai sekarang dari iuran normal yang akan datang. Berdasarkan pengertian, kewajiban aktuarial (*accrued liability*) dinotasikan sebagai:

$$(AL)_x = (PVFB)_x - (PVFNC)_x \quad (12)$$

Berdasarkan persamaan (5), (6), dan (11), kewajiban aktuarial (*accrued liability*) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$(AL)_x = B_r \cdot v^{r-x} \cdot {}_{r-x}P_x \cdot \ddot{a}_r - \frac{B_r \cdot v^{r-e} \cdot {}_{r-e}P_e \cdot \ddot{a}_r}{\ddot{a}_{e:r-e}} \cdot \ddot{a}_{x:r-x} \quad (13)$$

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu data Tabel Mortalita Taspen 2012. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan *software* Microsoft Excel dan R 3.3.1.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan rata-rata suku bunga Bank Indonesia pada tahun 2006-2016 di alamat <http://www.bi.go.id/en/moneter/bi-rate/data>.
2. Mengestimasi suku bunga Vasicek dengan metode *Maximum Likelihood Estimator*.
3. Mengkonstruksi rumus perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan suku bunga Vasicek.
4. Menentukan besar manfaat pensiun berdasarkan asumsi gaji terakhir.
5. Menghitung nilai tunai anuitas hidup suku bunga konstan dan nilai tunai anuitas hidup suku bunga Vasicek.
6. Menghitung nilai tunai anuitas hidup berjangka suku bunga konstan dan nilai tunai anuitas hidup berjangka suku bunga Vasicek.
7. Melakukan simulasi perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan langkah-langkah: (a) Menghitung besar iuran normal suku bunga konstan dengan metode EAN; (b) Menghitung besar iuran normal suku bunga Vasicek menggunakan metode EAN; (c) Menghitung besar kewajiban aktuarial suku bunga konstan dengan metode EAN; (d) Menghitung besar kewajiban aktuarial suku bunga Vasicek dengan metode EAN.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menghitung nilai iuran normal dan kewajiban aktuarial suku bunga model Vasicek, terlebih dahulu dilakukan estimasi parameter  $\kappa$ ,  $\theta$ , dan  $\sigma$  menggunakan persamaan (7) dan data rata-rata tingkat suku bunga tahunan Bank Indonesia (BI Rate). Data rata-rata suku bunga tahunan Bank Indonesia secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Tingkat Suku Bunga Tahunan Bank Indonesia tahun 2006-2016

Tahun	Rata-Rata BI Rate (%)
2006	11,83%
2007	8,60%
2008	8,67%
2009	7,15%
2010	6,50%
2011	6,58%
2012	5,77%
2013	6,46%
2014	7,53%
2015	7,52%
2016	7,25%

Estimasi parameter menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimator* dengan bantuan *software R i386 3.3.1* menghasilkan estimasi parameter yang secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Estimasi Parameter Suku Bunga Vasicek

Coefficients	Estimate
$\kappa$	0,5175945
$\theta$	0,06575811
$\sigma$	0,006215903

Hasil estimasi parameter  $\kappa$ ,  $\theta$  dan  $\sigma$  selanjutnya disubstitusikan ke dalam persamaan (8) dan (9), dituliskan sebagai:

$$\begin{aligned}
 P(k) &= \exp\left(\left(0,06575811 - \frac{(0,006215903)^2}{2(0,5175945)^2}\right) (B(k) - k) - \frac{(0,006215903)^2}{4(0,5175945)} B(k)^2 - r(0)B(k)\right) \tag{14}
 \end{aligned}$$

dengan

$$B(k) = \frac{1 - \exp(-(0,5175945)k)}{(0,5175945)} \tag{15}$$

Langkah berikutnya adalah mengkonstruksi rumus perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial menggunakan model suku bunga Vasicek. Berdasarkan persamaan (2) dan (8), nilai tunai anuitas hidup menggunakan suku bunga Vasicek dapat dinyatakan sebagai:

$$\ddot{a}_x = \sum_{k=0}^{\infty} P(k) {}_k p_x \tag{16}$$

Nilai tunai anuitas hidup berjangka suku bunga Vasicek dapat diperoleh berdasarkan persamaan (3) dan (8) yaitu:

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} P(k) {}_k p_x \tag{17}$$

Selanjutnya dengan mensubstitusi persamaan (16) dan (17) ke persamaan (11) diperoleh persamaan iuran normal suku bunga Vasicek sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 (NC)_x &= \frac{B_r \cdot P(r - e) \cdot {}_{r-e} P_e \cdot \sum_{k=0}^{\infty} P(k) {}_k p_r}{\sum_{k=0}^{r-e-1} P(k) {}_k p_e} \tag{18}
 \end{aligned}$$

Sementara itu, untuk persamaan kewajiban aktuarial dengan suku bunga Vasicek diperoleh dengan mensubstitusi persamaan (16) dan (17) ke persamaan (13) yang dapat ditulis sebagai:

$$\begin{aligned}
 & (AL)_x \\
 & = B_r \cdot P(r-x) \cdot r-x P_x \cdot \sum_{k=0}^{\infty} P(k) \cdot {}_k p_r \quad (19) \\
 & - \frac{B_r \cdot P(r-e) \cdot r-e P_e \cdot \sum_{k=0}^{\infty} P(k) \cdot {}_k p_r}{\sum_{k=0}^{r-e-1} P(k) \cdot {}_k p_e} \\
 & \cdot \sum_{k=0}^{r-x-1} P(k) \cdot {}_k p_x
 \end{aligned}$$

Dalam penelitian ini, asumsi gaji yang diterima selama setahun terakhir ( $S_{r-1}$ ) adalah sebesar Rp 24.622.548,-. Selanjutnya dihitung besar manfaat pensiun untuk peserta asuransi dengan usia masuk kerja 22, 24, 26, 28 dan 30 tahun serta usia pensiun 56 tahun dengan proporsi dari gaji dari manfaat pensiun ( $k$ ) sebesar 2,5%. Besar manfaat pensiun berdasarkan asumsi gaji terakhir dapat dihitung berdasarkan persamaan (4). Secara ringkas nilai-nilai manfaat pensiun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Manfaat Pensiun ( $Br$ ) saat usia masuk kerja ( $e$ )

Usia Masuk Kerja (tahun)	Manfaat Pensiun (Rp)
22	20.929.165,8
24	19.698.038,4
26	18.466.911,0
28	17.235.783,6
30	16.004.656,2

Selanjutnya nilai tunai anuitas hidup dan nilai tunai anuitas hidup berjangka dihitung untuk peserta asuransi dengan usia pensiun 56 tahun berdasarkan nilai-nilai peluang Tabel Mortalita Taspen 2012 (TMT 2012). Berdasarkan persamaan (2) nilai tunai anuitas hidup suku bunga konstan dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 a_{56} & = \sum_{k=0}^{\infty} v^k \cdot {}_k p_{56} \\
 & = v^0 \cdot {}_0 p_{56} + v^1 \cdot {}_1 p_{56} + \dots + v^{55} \cdot {}_{55} p_{56} \\
 & = 1 + 0,95077507 + \dots \\
 & \quad + 0,0000000152456 \\
 & = 14,40476392
 \end{aligned}$$

Sedangkan nilai anuitas hidup suku bunga Vasicek diperoleh menggunakan persamaan (16)

dengan terlebih dahulu menghitung nilai pada persamaan (14). Nilai suku bunga awal yang digunakan adalah 4,25% ( $r_0 = 0,0425$ ).

$$\begin{aligned}
 a_{56} & = P(0) \cdot {}_0 p_{56} + P(1) \cdot {}_1 p_{56} + \dots \\
 & \quad + P(55) \cdot {}_{55} p_{56} \\
 & = 1,00000000000000 + \\
 & \quad 0,9451208300000 + \dots + \\
 & \quad 0,0000000424419 \\
 & = 11,9341983500
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh nilai tunai anuitas hidup suku bunga Vasicek untuk peserta dengan usia pensiun 56 tahun sebesar 11,9341983500.

Untuk nilai tunai anuitas hidup berjangka suku bunga konstan dihitung menggunakan persamaan (3). Sedangkan nilai tunai anuitas hidup berjangka suku bunga Vasicek dihitung menggunakan persamaan (17) dengan terlebih dahulu menghitung nilai pada persamaan (14). Seluruh perhitungan dilakukan terhadap peserta asuransi dengan usia masuk kerja 22, 24, 26, 28, dan 30. Secara ringkas nilai-nilai tunai anuitas hidup berjangka suku bunga konstan dan suku bunga Vasicek dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Tunai Anuitas Hidup Berjangka Suku Bunga Konstan dan Vasicek

Usia Masuk Kerja (tahun)	Suku Bunga Konstan	Suku Bunga Vasicek
22	18,26444600	14,39493861
24	17,73879148	14,13581648
26	17,17024008	13,84272883
28	16,55538864	13,51124000
30	15,89054420	13,13631292

Simulasi perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dilakukan untuk peserta asuransi dengan usia masuk kerja 22, 24, 26, 28, dan 30 tahun dengan tahun valuasi yang sama yaitu 35 tahun. Suku bunga awal yang digunakan sebesar 11.83% ( $r_0 = 0,11833$ ) dengan usia pensiun 56 tahun berdasarkan nilai-nilai peluang Tabel Mortalita Taspen 2012 (TMT 2012).

Perhitungan iuran normal suku bunga konstan metode EAN dilakukan berdasarkan persamaan (11). Sebagai ilustrasi, hasil

perhitungan iuran normal suku bunga konstan metode *entry age normal* usia masuk kerja 22 tahun adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}(NC)_{35} &= NC \\ &= \frac{B_{56} \cdot v^{56-22} \cdot {}_{56-22}P_{22} \cdot \ddot{a}_{56}}{\ddot{a}_{22:56-22}|} \\ &= (20929166 \times 0,24289235 \times 0,910818928 \\ &\quad \times 14,40476392) / 18,264446 \\ &= 3651719,814\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, dapat dihitung besar iuran normal suku bunga konstan metode *entry age normal* untuk usia masuk kerja 24, 26, 28, dan 30 tahun. Hasil seluruh perhitungan iuran normal secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Besar Iuran Normal Suku Bunga Konstan Metode *Entry Age Normal*

Usia Masuk Kerja (tahun)	Iuran Normal (Rp)
22	3.651.719,814
24	3.849.783,695
26	4.057.157,007
28	4.274.236,535
30	4.501.445,036

Perhitungan iuran normal suku bunga Vasicek metode EAN dilakukan berdasarkan persamaan (18). Sebagai ilustrasi, berikut dihitung iuran normal suku bunga Vasicek metode *entry age normal* untuk usia masuk kerja 22 tahun.

$$\begin{aligned}(NC)_{35} &= NC \\ &= \frac{B_{56} \cdot P(56-22) \cdot {}_{56-22}P_{22} \cdot \sum_{k=0}^{\infty} P(k) \cdot {}_kP_{56}}{\sum_{k=0}^{56-22-1} P(k) \cdot {}_kP_{22}} \\ &= (20929166 \times 0,112081583 \times 0,91081893 \\ &\quad \times 11,93419835) / 14,3949386 \\ &= 1771482,955\end{aligned}$$

Hasil seluruh perhitungan iuran normal secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Besar Iuran Normal Suku Bunga Vasicek Metode *Entry Age Normal*

Usia Masuk Kerja (tahun)	Iuran Normal (Rp)
22	1.771.482,955
24	1.937.978,662
26	2.118.302,651
28	2.313.216,402
30	2.523.671,147

Sedangkan perhitungan kewajiban aktuaria suku bunga konstan metode EAN dilakukan berdasarkan persamaan (13). Sebagai ilustrasi, hasil perhitungan kewajiban aktuaria suku bunga konstan metode *entry age normal* usia masuk kerja 22 tahun adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}(AL)_{35} &= B_{56} \cdot v^{56-35} \cdot {}_{56-35}P_{35} \cdot \ddot{a}_{56} \\ &\quad - \frac{B_{56} \cdot v^{56-22} \cdot {}_{56-22}P_{22} \cdot \ddot{a}_{56}}{\ddot{a}_{22:56-22}|} \cdot \ddot{a}_{35:56-35}| \\ &= (20929166 \times 0,41725607 \times 0,92083346 \\ &\quad \times 14,40476392) \\ &\quad - (3651719,814 \times 13,98236844) \\ &= 64775846,79\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, dapat dihitung besar kewajiban aktuaria suku bunga konstan metode EAN untuk usia masuk kerja 24, 26, 28, dan 30 tahun. Hasil seluruh perhitungan iuran normal secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Besar Kewajiban Aktuaria Suku Bunga Konstan Metode *Entry Age Normal*

Usia Masuk Kerja (tahun)	Kewajiban Aktuaria (Rp)
22	64.775.846,79
24	55.192.588,37
26	45.479.163,17
28	35.630.022,08
30	25.639.253,95

Kewajiban aktuaria suku bunga Vasicek metode *entry age normal* ditentukan menggunakan persamaan (19). Sebagai ilustrasi, berikut dihitung kewajiban aktuaria suku bunga Vasicek

metode *entry age normal* untuk usia masuk kerja 22 tahun.

$$\begin{aligned}
 (AL)_{35} &= B_{56} \cdot P(56 - 35) \cdot {}_{.56-35}P_{35} \cdot \sum_{k=0}^{\infty} P(k) {}_k p_{56} \\
 &- \frac{B_{56} \cdot P(56 - 22) \cdot {}_{.56-22}P_{22} \cdot \sum_{k=0}^{\infty} P(k) {}_k p_{56}}{\sum_{k=0}^{56-22-1} P(k) {}_k p_{22}} \\
 &\quad \cdot \sum_{k=0}^{56-35-1} P(k) {}_k p_{35} \\
 &= (20929166 \times 0,263260534 \\
 &\quad \times 0,92083346 \times 11,93419835) \\
 &\quad - (20929166 \times 0,263260534 \times 0,92083346 \\
 &\quad \times 11,93419835) = 39346291,05
 \end{aligned}$$

Hasil seluruh perhitungan kewajiban aktuarial secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Besar Kewajiban Aktuarial Suku Bunga Vasicek Metode *Entry Age Normal*

Usia Masuk Kerja (tahun)	Kewajiban Aktuarial (Rp)
22	39.346.291,05
24	33.791.705,94
26	28.071.606,53
28	22.176.877,86
30	16.096.134,36

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

##### A. Simpulan Penelitian

Berdasarkan hasil dan pembahasan, manfaat pensiun mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya usia masuk kerja. Nilai iuran normal suku bunga konstan dan suku bunga Vasicek menggunakan metode *Entry Age Normal* (EAN) mengalami kenaikan ketika usia masuk kerja semakin bertambah. Sebaliknya nilai kewajiban aktuarial suku bunga konstan dan suku bunga Vasicek mengalami penurunan ketika usia masuk kerja semakin bertambah. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan menggunakan suku bunga Vasicek memiliki nilai lebih kecil dari pada iuran normal dan kewajiban aktuarial yang menggunakan suku

bunga konstan. Artinya, cadangan manfaat pensiun-normal yang harus disediakan perusahaan dengan suku bunga Vasicek lebih kecil dibandingkan penggunaan suku bunga konstan.

##### B. Saran

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *Entry Age Normal* suku bunga stokastik model Vasicek dalam perhitungan aktuarial manfaat pensiun-normal, disarankan untuk penelitian selanjutnya dilakukan perbandingan nilai perhitungan aktuarial menggunakan suku bunga stokastik model yang lain seperti CIR.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adam, F. F., 2014. Perhitungan Biaya Normal Program Pensiun Usia Normal dengan Metode *Entry Age Normal* (Percent Dollar). *Jurnal Vokasi Indonesia*, Volume 2, No 1, pp.22-28.
- Aitken, W. H., 1994. *A Problem Solving Approach to Pension Funding and Valuation*. Winsted: ACTEX Publications.
- Dickson, D. C., Hardy, M. R. & Waters, H. R., 2009. *Actuarial Mathematics for Life Contingent Risk*. New York: Cambridge University Press.
- Futami, T., 1993. *Matematika Asuransi Jiwa, Bagian I*. Tokyo: Oriental Life Insurance Cultural Development Center.
- Oktiani, I., 2013. Perhitungan Aktuarial untuk Manfaat Pensiun-Normal Menggunakan Metode Projected Unit Credit dan *Entry Age Normal*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rivai, V., Veithzal, A. P., & Idroes, F. N., 2007. *Bank and Financial Institution Management*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Winklevoss, H. E., 1993. *Pension Mathematics with Numerical Illustration*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Zeytun, S., & Gupta, A., 2007. *A Comparative Study of the Vasicek and the CIR Model of the Short Rate*. Germany: Fraunhofer Institute Techno-und Wirtschaftsmathematik