

# **METODE *BENEFIT PRORATE CONSTANT DOLLAR* UNTUK PENGHITUNGAN DANA PENSIUN MENGGUNAKAN SUKU BUNGA MODEL VASICEK**

## ***BENEFIT PRORATE CONSTANT DOLLAR METHOD FOR PENSION FUND UNDER VASICEK INTEREST RATE MODEL***

Oleh: Sisca Cahyani<sup>1</sup>, Rosita Kusumawati<sup>2</sup>

Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

[siscacahyani95@gmail.com](mailto:siscacahyani95@gmail.com)<sup>1</sup>, [rosita\\_kusumawati@uny.ac.id](mailto:rosita_kusumawati@uny.ac.id)<sup>2</sup>

### **Abstrak**

Artikel ini membahas tentang perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dana pensiun dengan metode *Benefit Prorate Constant Dollar* menggunakan tingkat bunga model Vasicek. Perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan metode *Benefit Prorate Constant Dollar* diperoleh berdasarkan besar manfaat yang dihitung secara merata setiap periode dan tingkat bunga yang digunakan pada model Vasicek dipengaruhi oleh titik keseimbangan tingkat bunga  $\beta$  dan kecepatan tingkat bunga menuju titik keseimbangan  $\alpha$ . Distribusi tingkat bunga Vasicek diasumsikan berdistribusi normal. Parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  pada distribusi tingkat bunga ditentukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*. Sebuah contoh perhitungan diberikan untuk menjelaskan persoalan yang dibahas.

**Kata Kunci:** *Benefit Prorate Constant Dollar, Vasicek, Maximum Likelihood Estimation*

### *Abstract*

*This paper discusses the calculation of normal cost and actuarial liability of pension funds with Benefit Prorate Constant Dollar method using interest rate Vasicek model. The calculation of normal cost and actuarial liability with Benefit Prorate Constant Dollar method earned on benefits calculated evenly any period and interest rate using Vasicek model is affected by the equilibrium point interest rate  $\beta$  and the acceleration of the interest rate which lead to the equilibrium point  $\alpha$ . Distribution of the Vasicek interest rate is assumed normally distributed. Parameters  $\alpha$  and  $\beta$  on the interest rate distribution are determined by the Maximum Likelihood Estimation (MLE) method. Furthermore, a numerical example is given to explain the problem discussed.*

**Keywords:** *Benefit Prorate Constant Dollar, Vasicek, Maximum Likelihood Estimation*

### **PENDAHULUAN**

Dana Pensiun merupakan badan hukum yang mengelola dan menjalankan program yang menjanjikan manfaat pensiun. Terdapat dua jenis Dana Pensiun yaitu Dana Pensiun Pemberi Kerja (DPPK) dan Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK). Dana Pensiun Pemberi Kerja (DPPK) adalah dana pensiun yang dibentuk oleh orang atau badan yang

memperkerjakan karyawan, selaku pendiri kerja. Sedangkan Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK) adalah dana pensiun yang didirikan oleh bank atau perusahaan asuransi jiwa untuk menyelenggarakan program pensiun iuran pasti bagi perorangan, baik bagi karyawan pemberi kerja (Depkeu, 1992).

Terdapat dua jenis DPPK yaitu Program Pensiun Iuran Pasti (PPIP) dan

Program Pensiun Manfaat Pasti (PPMP) (Depkeu, 1992). Penelitian ini akan membahas Program Pensiun Manfaat Pasti (PPMP) yaitu program pensiun yang manfaat pensiun telah ditetapkan dalam peraturan dana pensiun. Metode yang digunakan untuk menghitung dana pensiun adalah metode *Benefit Prorate* yaitu nilai manfaat dana pensiun yang dialokasikan secara merata setiap tahunnya (Winklevoss, 1993). Metode ini mempunyai dua tipe untuk menghitung kewajiban aktuarial dan iuran normal, yaitu *Constant Dollar* dan *Constant Percent*. Penelitian ini akan membahas tipe *Constant Dollar* yaitu perhitungan nilai sekarang manfaat pensiun dihitung berdasarkan gaji peserta dari pertama kali masuk hingga masa pensiun.

Perhitungan aktuarial terhadap kewajiban aktuarial dan iuran normal tidak mengikuti pergerakan tingkat bunga acuan *BI rate*, melainkan menggunakan suku bunga konstan. Hal ini kurang tepat mengingat tingkat bunga mengalami fluktuasi setiap waktunya. Sehingga penggunaan suku bunga dengan proses stokastik diharapkan dapat memberikan pendekatan teori yang lebih akurat dalam menggambarkan tingkat bunga. Model tingkat bunga stokastik yang digunakan yaitu Vasicek. Model Vasicek adalah model *equilibrium* satu faktor yang menggambarkan perubahan tingkat suku

bunga. Model Vasicek tidak membatasi syarat untuk tingkat bunga, yang berarti terdapat kemungkinan bahwa hasil perhitungan dengan metode ini dapat memperoleh tingkat suku bunga yang bernilai negatif (Zeytun dan Gupta, 2007).

Berdasarkan hal tersebut, pada penulisan ini penulis melakukan estimasi parameter pada model suku bunga Vasicek, menghitung besar kewajiban aktuarial dan iuran normal yang harus dibayar menggunakan metode *Benefit Prorate Constant Dollar* dengan model suku bunga Vasicek. Selanjutnya, dibandingkan hasil dari perhitungan kewajiban aktuarial dan iuran normal menggunakan bunga Vasicek terhadap *BI rate*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dibahas mengenai penghitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dana pensiun menggunakan metode *Benefit Prorate Constant Dollar* dengan menggunakan suku bunga model Vasicek.

### 1. Fungsi Dasar Aktuarial

Fungsi dasar aktuarial merupakan fungsi yang digunakan dalam perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial dana pensiun diantaranya fungsi kelangsungan hidup komposit, fungsi tingkat bunga, fungsi gaji, fungsi manfaat, dan fungsi anuitas (Winklevoss, 1993). Berikut penjelasan masing-masing fungsi:

a. Fungsi Kelangsungan Hidup Komposit

sampai waktu yang ditetapkan untuk pensiun, misal, peluang peserta usia  $x$  akan tetap bekerja sampai  $n$  tahun mendatang dirumuskan sebagai berikut:

$${}_n p_x^{(T)} = \frac{l_{x+n}^{(T)}}{l_x^{(T)}}$$

dengan  ${}_n p_x^{(T)}$  adalah peluang peserta usia  $x$  akan bekerja sampai  $n$  tahun;  $l_{x+n}^{(T)}$  adalah jumlah peserta yang aktif bekerja saat usia  $x + n$  tahun; dan  $l_x^{(T)}$  adalah jumlah peserta yang aktif saat usia  $x$  tahun. Nilai  $l_{x+n}^{(T)}$  dan  $l_x^{(T)}$  diperoleh dari *service table*.

b. Fungsi Tingkat Bunga

Fungsi tingkat bunga digunakan untuk mediskontokan pembayaran masa yang akan datang untuk waktu sekarang (Winklevoss, 1993). Tingkat bunga yaitu  $i$  selama  $n$  tahun, maka faktor diskontonya sebagai berikut:

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

c. Fungsi Gaji

Akumulasi gaji peserta selama memasuki usia pensiun yaitu  $y$  tahun sampai  $x - 1$  tahun dengan  $s_t$  merupakan besar gaji pada saat waktu  $t$  tahun dirumuskan sebagai berikut:

$$S_x = \sum_{t=y}^{x-1} s_t$$

d. Fungsi Manfaat

Fungsi kelangsungan hidup komposit merupakan peluang peserta

Fungsi manfaat digunakan untuk menentukan besar manfaat yang akan dibayarkan pada saat pensiun. Terdapat tiga jenis fungsi manfaat yaitu *flat dollar*, *career average*, dan *final average* (Winklevoss, 1993). Pada penulisan ini menggunakan fungsi manfaat *flat dollar* dengan rumus sebagai berikut:

$$B_x = (x - y)b_x$$

dengan  $B_x$  merupakan total besar manfaat pensiun saat usia  $x$  tahun, dan  $b_x$  merupakan besar manfaat saat usia  $x$  tahun.

e. Fungsi Anuitas

Anuitas merupakan suatu pembayaran yang dilakukan pihak Dana Pensiun kepada peserta dalam jangka waktu tertentu. Anuitas diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\ddot{a}_x = \sum_{t=0}^{\infty} {}_t p_x^{(m)} v^t$$

dengan  $\ddot{a}_x$  merupakan nilai sekarang dari anuitas seumur hidup saat usia  $x$ ; dan  ${}_t p_x^{(m)}$  merupakan peluang hidup peserta saat usia  $x$  sampai  $t$  tahun.

**2. Iuran Normal dan Kewajiban Aktuarial Metode *Benefit Prorate Constant Dollar***

Iuran normal merupakan biaya yang harus dibayarkan peserta kepada pihak dana pensiun guna memenuhi manfaat pensiun, sedangkan kewajiban aktuarial merupakan

biaya yang harus disiapkan pihak dana pensiun untuk membayar manfaat pensiun

Metode *Benefit Prorate Constant Dollar* untuk penghitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial yaitu sebagai berikut:

$$r(NC)_x = \frac{1}{r-y} B_r \ddot{a}_r v^{r-x} {}_{r-x}p_x^{(T)} \quad (1)$$

dan

$$r(AL)_x = \frac{x-y}{r-y} B_r \ddot{a}_r v^{r-x} {}_{r-x}p_x^{(T)} \quad (2)$$

$r(NC)_x$  = iuran normal saat

$r(AL)_x$  = kewajiban aktuarial

$\ddot{a}_r$  = nilai tunai anuitas

$v^{r-x}$  = faktor diskonto

${}_{r-x}p_x^{(T)}$  = peluang

$B_x$  = total besar manfaat

$r$  = usia pensiun

$y$  = usia masuk peserta

$x$  = usia saat ini

### 3. Model Vasicek

Model Vasicek merupakan model yang memprediksi tingkat bunga mengikuti *mean reversion* yaitu tingkat bunga akan bergerak menuju titik keseimbangan pada nilai tertentu (Ayranci, 2013). Model Vasicek mempunyai bentuk sebagai berikut:

$$dr(t) = \alpha(\beta - r(t))dt + \theta dW(t) \quad (3)$$

dengan,

$r(t)$  = tingkat bunga Vasicek

$\alpha$  = kecepatan tingkat bunga menuju titik keseimbangan

(Winklevoss, 1993).

$\beta$  = titik keseimbangan

$\theta$  = volatilitas

$dW(t)$  = gerak Brown

Model tingkat bunga Vasicek pada persamaan (3) dapat diselesaikan dengan penyelesaian persamaan differensial parsial diperoleh solusi sebagai berikut:

$$r(t) = r(0)e^{-\alpha t} + \beta(1 - e^{-\alpha t}) + e^{-\alpha t} \int_0^t e^{\alpha t} \theta dW(t) \quad (4)$$

Menggunakan persamaan (4) dicari nilai ekspektasi dan variansi yaitu:

$$E(r(t)) = r(0)e^{-\alpha t} + \beta(1 - e^{-\alpha t}) \quad (5)$$

dan

$$\text{Var}(r(t)) = \frac{\theta^2}{2\alpha} (1 - e^{-2\alpha t}) \quad (6)$$

Model tingkat bunga Vasicek mempengaruhi besar iuran normal dan kewajiban aktuarial dana pensiun pada nilai faktor diskonto. Faktor diskonto untuk model tingkat bunga Vasicek yaitu:

$$v^n = \frac{1}{(1 + E(r(t)))^n} = \frac{1}{(1 + r(0)e^{-\alpha t} + \beta(1 - e^{-\alpha t}))^n} \quad (7)$$

### 4. Estimasi Parameter $\hat{\alpha}$ dan $\hat{\beta}$ Menggunakan Metode *Maximum Likelihood Estimation*

Solusi untuk mencari nilai estimator  $\alpha$  dan  $\beta$  diselesaikan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*.

Metode *MLE* merupakan metode statistik yang sering digunakan untuk mendapatkan persamaan (5) dan (6) diperoleh fungsi kepadatan peluang sebagai berikut:

$$f_z(r_{tz}; \alpha, \beta, \hat{\theta}^2) = \frac{1}{(2\pi\hat{\theta}^2)^{\frac{1}{2}}} \exp \left[ -\frac{[r_{tz} - r_{tz-1}e^{-\alpha\Delta t} - \mu(1 - e^{-\alpha\Delta t})]^2}{2\hat{\theta}^2} \right] \quad (8)$$

dimana  $r_{tz}$  adalah peubah acak kontinu tingkat bunga sesaat.

Fungsi kepadatan peluang pada persamaan (8) kemudia dibentuk fungsi *likelihood* sebagai berikut:

$$L(\alpha, \mu, \hat{\theta}) = \frac{(2\pi)^{-\frac{n}{2}} (\hat{\theta})^{-n} \exp \left[ -\frac{\sum_{z=1}^n [r_{tz} - r_{tz-1}e^{-\alpha\Delta t} - \beta(1 - e^{-\alpha\Delta t})]^2}{2\hat{\theta}^2} \right]}{(9)}$$

Kemudian membentuk fungsi logaritma dari fungsi *likelihood* persamaan (9):

$$l = \frac{n}{2} \ln(2\pi) - n \ln(\hat{\theta}) - \frac{1}{2\hat{\theta}^2} \sum_{z=1}^n [r_{tz} - r_{tz-1}e^{-\alpha\Delta t} - \beta(1 - e^{-\alpha\Delta t})]^2 \quad (10)$$

Untuk memperoleh nilai parameter dari  $\alpha$  dan  $\beta$ , dilakukan dengan cara menentukan turunan dari persamaan (10) terhadap  $\alpha$  dan  $\beta$  yang nilainya sama dengan nol sehingga diperoleh:

taksiran nilai parameter distribusi data. Dari

$$\hat{\alpha} = -\frac{1}{\Delta t} \ln \left( \frac{\sum_{z=1}^n (r_{tz} - \hat{\beta})(r_{tz-1} - \hat{\beta})}{\sum_{z=1}^n (r_{tz-1} - \hat{\beta})^2} \right) \quad (11)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{z=1}^n r_{tz} - r_{tz-1}e^{-\alpha\Delta t}}{n(1 - e^{-\alpha\Delta t})} \quad (12)$$

Untuk memudahkan dalam perhitungan nilai  $\hat{\alpha}$  dan  $\hat{\beta}$  dapat dinyatakan dalam bentuk yang lebih sederhana, sehingga digunakan notasi-notasi sebagai berikut:

$$r_u = \sum_{t=1}^n r_{tz-1} \quad r_c = \sum_{t=1}^n r_{tz}$$

$$r_{uc} = \sum_{t=1}^n r_{tz-1}r_{tz} \quad r_{uu} = \sum_{t=1}^n r_{tz-1}^2$$

$$r_{cc} = \sum_{t=1}^n r_{tz}^2$$

Substitusi notasi-notasi tersebut ke persamaan (11) dan (12), sehingga diperoleh:

$$\hat{\alpha} = -\frac{1}{\Delta t} \ln \left( \frac{r_{uc} - \hat{\beta}r_c - \hat{\beta}r_u + n\hat{\beta}^2}{r_{uu} - 2\hat{\beta}r_u + n\hat{\beta}^2} \right) \quad (13)$$

$$\hat{\beta} = \frac{r_c r_{uu} - r_u r_{uc}}{n(r_{uu} - r_{uc}) - (r_u^2 - r_u r_c)} \quad (14)$$

## 5. Iuran Normal dan Kewajiban Aktuarial Model Vasicek

Iuran normal menggunakan model tingkat bunga Vasicek dapat diperoleh dengan mensubstitusikan persamaan (7) ke persamaan (1) yaitu:

$$r(NC)_x = \frac{B_r}{r-y} \ddot{a}_r \frac{1}{(1+E(r(t)))^{r-x}}$$

$$r-x p_x^{(T)} \quad (15)$$

Untuk kewajiban aktuarial menggunakan model tingkat bunga Vasicek yaitu:

$$r(AL)_x = \frac{x-y}{r-y} B_r \ddot{a}_r \frac{1}{(1+E(r(t)))^{r-x}}$$

$$r-x p_x^{(T)} \quad (16)$$

## 6. Contoh Penerapan Penghitungan Iuran Normal dan Kewajiban Aktuarial Metode *Benefit Prorate Constant Dollar* Menggunakan Tingkat Bunga Model Vasicek

Sebuah contoh perhitungan diberikan untuk menjelaskan persoalan yang dibahas. Seorang karyawan mulai bekerja pada usia 24 tahun dan sekarang berusia 44 tahun. Pegawai mulai terhitung pensiun pada usia 60 tahun. Dengan menggunakan asumsi penyusutan dan asumsi tingkat bunga Vasicek dengan bunga awal 0,05995833 akan dihitung besar manfaat pensiun, iuran normal, dan kewajiban aktuarial. Karyawan menginginkan jumlah manfaat pensiun sebesar Rp 75.000.000,00 pada saat pensiun normal.

### a. Penentuan estimasi parameter model Vasicek

Estimasi parameter  $\hat{\alpha}$  dan  $\hat{\beta}$  pada model Vasicek dicari dengan menggunakan data *BI rate* dari tahun 2006 sampai 2016.

**Tabel 1 BI rate**

Periode	BI rate
2006	0,118333
2007	0,151667
2008	0,086667
2009	0,071458
2010	0,065000
2011	0,065833
2012	0,057708
2013	0,064792
2014	0,075417
2015	0,075208
2016	0,059958

Berikut hasil estimasi parameter  $\hat{\alpha}$  dan  $\hat{\beta}$  menggunakan persamaan (13) dan (14) sebagai berikut:

**Tabel 2 Estimasi Parameter  $\hat{\alpha}$  dan  $\hat{\beta}$**

Parameter	Estimasi
$\hat{\alpha}$	0,026336402
$\hat{\beta}$	0,056059228

Pemodelan suku bunga Vasicek dapat memprediksi tingkat bunga di masa yang akan datang. Dengan menggunakan  $r(0) = 0,059958$  dan diketahui nilai estimasi parameter  $\hat{\alpha}$  dan  $\hat{\beta}$ , sehingga diperoleh hasil prediksi sebagai berikut:

**Tabel 3 Hasil Pemodelan Suku Bunga Vasicek**

Periode	Suku Bunga Vasicek
1	0,064768

2	0,064321
3	0,063693
4	0,062930
5	0,062082
6	0,061202

b. Penentuan iuran normal dan kewajiban aktuarial menggunakan tingkat bunga Vasicek

Diketahui  $y = 24$ ,  $x = 44$ ,  $r = 60$ ,  
 $r(0) = 0,059958$ ,  $B_r = 7,5 \times 10^7$ .

Besar iuran normal saat ini (usia 44 tahun) menggunakan persamaan (15):

$${}^r(NC)_x = \frac{1}{r-y} B_r \frac{1}{\left(1 + \left(r_{x-1} e^{-\hat{a}x} + \hat{\beta}(1 - e^{-\hat{a}x})\right)\right)^{r-x}} \ddot{a}_{rr-x} p_x$$

$$= 4.232.806,69$$

Jadi, besar iuran menggunakan metode *benefit prorata constant dollar* dan suku bunga model Vasicek adalah Rp 4.232.806,69.

Kewajiban aktuarial saat usia 44 tahun menggunakan persamaan (16):

$${}^{BDr}(AL)_x = \frac{x-y}{r-y} B_r \frac{1}{\left(1 + \left(r_{x-1} e^{-\hat{a}x} + \beta(1 - e^{-ax})\right)\right)^{r-x}} \ddot{a}_{rr-x} p_x$$

$$= 84.656.139,32$$

Jadi, kewajiban aktuarial yang harus dimiliki dana pensiun peserta saat usia 44 tahun menggunakan suku bunga Vasicek adalah Rp 84.656.139,32.

7	0,060336
8	0,059524
9	0,058792
10	0,058160
11	0,057631

c. Penentuan iuran normal dan kewajiban aktuarial menggunakan tingkat bunga konstan

Untuk masalah, penulis akan membandingkan perhitungan dana pensiun dengan model suku bunga konstan. Bunga konstan yang diambil dalam penulisan ini adalah 0,065.

Besar iuran normal saat ini (usia 44 tahun) menggunakan suku bunga konstan:

$${}^r(NC)_x = \frac{1}{r-y} B_r \frac{1}{(1+i)^{r-x}} \ddot{a}_{rr-x} p_x$$

$$= \frac{1}{36} B_{44} \frac{1}{(1+0,065)^{16}} \ddot{a}_{60|6} p_{44}$$

$$= 3.698.683,36$$

Jadi, besar iuran yang menggunakan metode *benefit prorata constant dollar* dan suku bunga konstan adalah Rp 3.698.683,36.

Kewajiban aktuarial saat usia 44 tahun menggunakan suku bunga konstan:

$${}^{BDr}(AL)_x = \frac{x-y}{r-y} B_r \frac{1}{(1+i)^{r-x}} \ddot{a}_{rr-x} p_x$$

$$= \frac{20}{36} B_{60} \frac{1}{(1+0,065)^{16}} \ddot{a}_{60|6} p_{44}$$

$$= 73.973.667,25$$

Jadi, kewajiban aktuarial dana pensiun peserta saat usia 44 tahun menggunakan suku bunga konstan adalah Rp 73.973.667,25.

d. Penentuan iuran normal dan kewajiban aktuarial menggunakan BI rate

Besar iuran normal saat usia 44 tahun menggunakan BI rate:

$$= 3.184.970,76$$

Jadi, besar iuran menggunakan metode *benefit prorata constant dollar* dan BI rate adalah Rp 3.184.970,76.

Kewajiban aktuarial saat usia 44 tahun menggunakan BI rate:

$$\begin{aligned} {}^{BDr}(AL)_x &= \frac{x-y}{r-y} B_r \frac{1}{(1+i)^{r-x}} \ddot{a}_{r:r-x} p_x \\ &= \frac{20}{36} B_{60} \frac{1}{(1+i)^{16}} \ddot{a}_{60:16} p_{44} \\ &= 63.699.415,27 \end{aligned}$$

Jadi, kewajiban aktuarial dana pensiun peserta saat ini (usia 44 tahun) menggunakan BI rate adalah Rp 63.699.415,27.

Tabel-tabel berikut menunjukkan hasil perhitungan iuran normal untuk peserta selama aktif bekerja menggunakan suku bunga Vasicek, konstan dan BI rate:

**Tabel 4 Iuran Normal Suku Bunga Vasicek**

$x$	${}^{BDr}_{Vasicek}(NC)_x$	$x$	${}^{BDr}_{Vasicek}(NC)_x$
24	200767,44	43	3814600,06
25	257458,72	44	4232806,97
26	324606,08	45	4692010,69
27	403022,37	46	5197312,81
28	493386,31	47	5753865,45
29	596361,50	48	6368747,75
30	712550,98	49	7049129,40
31	842645,46	50	7803410,32

$$\begin{aligned} {}^r(NC)_x &= \frac{1}{r-y} B_r \frac{1}{(1+i)^{r-x}} \ddot{a}_{r:r-x} p_x \\ &= \frac{1}{36} B_{44} \frac{1}{(1+i)^{16}} \ddot{a}_{60:16} p_{44} \end{aligned}$$

32	987155,02	51	8640568,86
33	1146596,18	52	9570004,62
34	1321861,57	53	10603484,34
35	1513639,51	54	11751310,24
36	1722895,76	55	13026569,89
37	1950964,24	56	13944786,02
$x$	${}^{BDr}_{Vasicek}(NC)_x$	$x$	${}^{BDr}_{Vasicek}(NC)_x$
38	2199289,99	57	14944704,94
39	2469452,17	58	16039051,08
40	2763419,76	59	17242019,63
41	3083627,10	60	18576457,05
42	3432750,77		

**Tabel 5 Iuran Normal Suku Bunga Konstan**

$x$	${}^{BDr}_{konstan}(NC)_x$	$x$	${}^{BDr}_{konstan}(NC)_x$
24	148229,40	43	3305265,65
25	191683,92	44	3698683,36
26	243715,67	45	4134652,51
27	305148,31	46	4618704,85
28	376727,35	47	5156587,46
29	459208,08	48	5755963,96
30	553320,20	49	6424818,04
31	659882,31	50	7172509,38
32	779593,41	51	8009222,32
33	913176,17	52	8945847,54
34	1061674,44	53	9995839,55
35	1225996,32	54	11171675,20
36	1407301,14	55	12488877,76
37	1607084,37	56	13482378,87
38	1826977,50	57	14571469,42
39	2068772,10	58	15770882,89
40	2334641,61	59	17097271,31
41	2627220,65	60	18576457,05
42	2949431,40		

**Tabel 6 Iuran Normal BI rate**

$x$	${}^{BDr}_{BIrate}(NC)_x$	$x$	${}^{BDr}_{BIrate}(NC)_x$
24	105880,39	43	2819718,86

25	138205,62	44	3184970,76
26	177370,89	45	3593818,74
27	224165,46	46	4052249,90
28	279346,82	47	4566645,02
29	343704,30	48	5145312,87
30	418033,25	49	5947524,07
$x$	$\frac{BD r(NC)_x}{Blrate}$	$x$	$\frac{BD r(NC)_x}{Blrate}$
37	1228802,95	56	14161263,35
38	1487436,23	57	15204924,76
39	1700108,60	58	16302235,37
40	1936614,11	59	17382905,92
41	2199775,07	60	18576457,05
42	2492750,91		

Dari hasil pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6, dihitung nilai *Mean Absolute Error (MAE)* suku bunga Vasicek dan konstan terhadap *BI rate*, yang dituliskan pada Tabel 7 berikut.

**Tabel 7 Mean Absolute Error iuran normal suku bunga Vasicek dan konstan terhadap BI rate**

<i>MAE</i> (NC) Vasicek	<i>MAE</i> (NC) konstan
599464,62	300565,13

Dapat dilihat bahwa hasil *MAE* untuk suku bunga konstan jauh lebih kecil, maka dalam penulisan ini disimpulkan bahwa penggunaan suku bunga konstan sebesar 0,065 perhitungan iuran normal lebih baik dibanding dengan menggunakan suku bunga Vasicek.

Tabel-tabel berikut menunjukkan hasil perhitungan kewajiban aktuarial untuk peserta selama aktif bekerja menggunakan suku bunga Vasicek, konstan dan *BI rate*:

31	503222,03	50	6844306,12
32	600095,24	51	7841982,45
33	709521,31	52	8779611,23
34	832647,33	53	9833120,13
35	915793,15	54	11171675,20
36	1063562,30	55	12488877,76

**Tabel 8 Kewajiban Aktuarial Suku Bunga Vasicek**

$x$	$\frac{BD r(Vasicek)(AL)_x}{Vasicek}$	$x$	$\frac{BD r(Vasicek)(AL)_x}{Vasicek}$
24	0	43	72477401,14
25	257458,72	44	84656139,32
26	649212,16	45	98532224,57
27	1209067,12	46	114340881,80
28	1973545,23	47	132338905,30
$x$	$\frac{BD r(Vasicek)(AL)_x}{Vasicek}$	$x$	$\frac{BD r(Vasicek)(AL)_x}{Vasicek}$
29	2981807,49	48	152849946,10
30	4275305,91	49	176228234,90
31	5898518,21	50	202888668,20
32	7897240,17	51	233295359,20
33	10319365,65	52	267960129,30
34	13218615,67	53	307501045,80
35	16650034,62	54	352539307,10
36	20674749,08	55	403823666,60
37	25362535,14	56	446233152,80
38	30790059,88	57	493175262,90
39	37041782,54	58	545327736,80
40	44214716,08	59	603470687,20
41	52421660,65	60	668752454,00
42	61789513,87		

**Tabel 9 Kewajiban Aktuarial Suku Bunga Konstan**

$x$	$\frac{BD r(konstan)(AL)_x}{konstan}$	$x$	$\frac{BD r(konstan)(AL)_x}{konstan}$
24	0	43	62800047,30
25	191683,92	44	73973667,25
26	487431,34	45	86827702,66
27	915444,92	46	101611506,70
28	1506909,39	47	118601511,50
29	2296040,38	48	138143135,00
30	3319921,15	49	160620451,00
31	4619176,18	50	186485243,90
32	6236747,31	51	216249002,70
33	8218585,53	52	250483731,20
34	10616744,43	53	289879347,00
35	13485959,48	54	335150256,10

36	16887613,67	55	387155210,40
37	20892096,84	56	431436123,90
38	25577684,92	57	480858491,00
39	31031581,47	58	536210018,40
40	37354265,72	59	598404495,90
41	44662750,97	60	668752454,00
24	53089765,28		

$x$	$BD r_{Blrate}(AL)_x$	$x$	$BD r_{konstan}(AL)_x$
28	1117387,30	47	105032835,40
29	1718521,50	48	123487509,00
30	2508199,49	49	148688101,80
31	3522554,24	50	177951959,20
32	4800761,90	51	211733526,00
33	6385691,81	52	245829114,40
34	8326473,31	53	285160483,80
35	10073724,61	54	335150256,10
36	12762747,58	55	387155210,40
37	15974438,28	56	453160427,00
38	20824107,19	57	501762517,10
39	25501628,99	58	554276002,60
40	30985825,75	59	608401707,10
41	37396176,13	60	668752454,00
24	44869516,39		

Dari hasil pada Tabel 8, Tabel 9, dan Tabel 10, dihitung nilai *Mean Absolute Error (MAE)* suku bunga Vasicek dan konstan terhadap *BI rate*, yang dituiskan pada Tabel 11 berikut.

**Tabel 11 Mean Absolute Error kewajiban aktuarial suku bunga Vasicek dan konstan terhadap BI rate**

<i>MAE (AL) Vasicek</i>	<i>MAE (AL) konstan</i>
11795539,26	6217480,57

Dapat dilihat bahwa hasil *MAE* untuk suku bunga konstan jauh lebih kecil, maka dalam penulisan ini disimpulkan bahwa penggunaan suku bunga konstan sebesar 0,065 perhitungan kewajiban aktuarial lebih

**Tabel 10 Kewajiban Aktuarial BI rate**

$x$	$BD r_{Blrate}(AL)_x$	$x$	$BD r_{konstan}(AL)_x$
24	0	43	53574658,42
25	138205,62	44	63699415,27
26	354741,77	45	75470193,44
27	672496,39	46	89149497,71

baik dibanding dengan menggunakan suku bunga Vasicek.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Setelah melakukan perhitungan, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan suku bunga konstan sebesar 0,065 untuk perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial lebih baik. Untuk penggunaan suku bunga konstan yang berbeda dapat mempengaruhi hasil, sehingga penggunaan suku bunga konstan subjektif.

### Saran

Untuk penulisan selanjutnya, penulis dapat menggunakan suku bunga stokastik lainnya dan metode perhitungan dana pensiun lainnya, seperti model Hull-White dan metode *Cost Prorate Constan Percent, Constant Dollar*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayranci, G. (2013). *Distribution of the Parameters in Vasicek Model*. Tesis, Bornova-Izmir: Yazar University.
- Bank Indonesia. (2016). *BI rate*. Diambil pada Juli 2017 dari Bank Indonesia: [www.bi.go.id/en/moneter/bi-rate/data](http://www.bi.go.id/en/moneter/bi-rate/data)
- Depkeu.(1992). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 11, Tahun 1992, tentang Dana Pensiun*.
- Winklevoss, H. E. (1993). *Pension Mathematics with Numerical Illustration*. Philadelphia: Pension Research Council and University of Pennsylvania Press.
- Zeytun, S., & Gupta, A. (2007). A Comparative Study of the Vasicek and the CIR Model of the Short Rate. Kaiserslautern: *Fraunhofer Institut Techno-und Wirtschaftsmathematik*.