

METODE PUC DAN ILP UNTUK PERHITUNGAN AKTUARIA DAN ASET PASAR PROGRAM PENSIUN

Noor Baitirahmah, Dewi Sri Susanti, Aprida Siska Lestia

Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat

Jln. A. Yani KM. 36, Banjarbaru 70714, Kalimantan Selatan

Email: noorbaitirahmah@gmail.com

ABSTRACT

The Pension plan is a legal entity that manages and operates a program that promises pension benefits for participants. Pension benefits are periodic payments paid to participants in retirement. The amount and manner of funding of a pension plan can be determined using actuarial cost method at determining the normal cost (NC_x) and actuarial liability (AL_x). Purposes of this study is to explain the formula and actuarial cost, and explain the process of calculating market assets with PUC and ILP methods. The actuarial calculation formula of the PUC and ILP methods, for normal cost, is derived from the translation of definitions in the method, while the actuarial liability formula is derived from the initial equation of actuarial liabilities. Market assets represent the total assets held by a pension plan. The process of calculating assets at time t is done by calculating unfunded liability, supplementary contribution, and contribution at time $t - 1$. From the value of market assets obtained loss, the value of loss indicates the funding of the pension program to lose or not. If the loss is positive then the pension program loses.

Keywords: Pension Plan Program, Definite Benefit, Actuarial Calculation, Market Assets, Projected Unit Credit and Individual Level Premium.

ABSTRAK

Program dana pensiun merupakan badan hukum yang mengelola dan menjalankan program yang menjanjikan manfaat pensiun bagi pesertanya. Manfaat pensiun merupakan pembayaran berkala yang dibayarkan kepada peserta di waktu pensiun. Besar dan cara pendanaan suatu program pensiun dapat ditentukan dengan menggunakan metode perhitungan aktuarial dengan tujuan menentukan iuran normal (NC_x) dan kewajiban aktuarial (AL_x). Penelitian ini bertujuan menjelaskan rumus dan perhitungan aktuarial, serta proses perhitungan aset pasar dengan metode PUC dan ILP. Formula perhitungan aktuarial metode PUC dan ILP, untuk iuran normal didapatkan dari penjabaran definisi dalam metodenya, sedangkan formula kewajiban aktuarialnya didapatkan dari persamaan awal kerajiban aktuarial. Aset pasar merupakan total aset yang dimiliki suatu program pensiun. Proses perhitungan aset pada waktu t dilakukan dengan menghitung *unfunded liability*, *supplementary contribution*, dan *contribution* pada waktu $t - 1$. Dari nilai aset pasar didapatkan *loss*, dimana nilai *loss* mengindikasikan pendanaan program pensiun mengalami kerugian atau tidak. Jika *loss* bernilai positif maka program pensiun mengalami kerugian

Kata kunci : Program Dana Pensiun, Santunan Definit, Perhitungan Aktuarial, Aset Pasar, PCU dan ILP

1. PENDAHULUAN

Program dana pensiun merupakan badan hukum yang mengelola dan menjalankan program yang menjanjikan manfaat pensiun bagi pesertanya. Manfaat pensiun bermakna pembayaran berkala yang dibayarkan kepada peserta pada waktu pensiun dan dengan cara yang ditetapkan dalam peraturan dana pensiun. (UU No. 11

tahun 1992). Winklevoss (1993) menyebutkan penyebab manfaat pensiun dikeluarkan oleh suatu program pensiun adalah karena usia yang mencapai usia pensiun menurut ketentuan yang disebut dengan pensiun normal, memilih berhenti sebelum usia pensiun atau *withdrawal*, terjadi kecacatan pada saat aktif bekerja sehingga tidak bisa bekerja lagi atau *disability* dan meninggal dunia pada saat masih aktif bekerja sehingga dibayarkan uang pensiun janda/dudanya. Besar dan cara pendanaan suatu program pensiun dapat ditentukan dengan menggunakan berbagai metode perhitungan aktuarial, berupa diantaranya *Projected Unit Credit* dan *Individual Level Premium*. Penelitian bertujuan menjelaskan rumus dan perhitungan aktuarial, serta proses perhitungan aset pasar dengan metode *PUC* dan *ILP*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anuitas

Definisi 2.1.1 [4]

Anuitas merupakan suatu pembayaran dengan jumlah tertentu, yang dilakukan setiap selang waktu dan lama tertentu secara berkelanjutan.

1. Anuitas Tentu

Definisi 2.1.2 [8]

Anuitas tentu merupakan serangkaian pembayaran berkala yang dilakukan selama jangka waktu tertentu.

Anuitas awal sebesar 1 dibayarkan selama n tahun, dengan tingkat bunga tahunan i dan dibayarkan setiap awal tahun, apabila total pembayaran anuitas tersebut dihitung pada awal mulainya anuitas disebut nilai sekarang dari anuitas tersebut, dan dinotasikan dengan $\ddot{a}_{\overline{n}|}$.

$$\begin{aligned}\ddot{a}_{\overline{n}|} &= 1 + v + \dots + v^{n-1} \\ &= \frac{1-v^n}{1-v}\end{aligned}\quad \dots(1)$$

2. Anuitas Hidup

Definisi 2.1.3 [8]

Anuitas hidup adalah serangkaian pembayaran yang dikaitkan dengan hidup matinya seseorang.

Menurut Futami (1993) para ahli aktuarial membuat simbol komutasi atau simbol perantara untuk menyederhanakan perhitungan anuitas hidup dan perhitungan lain yang berhubungan dengan premi. Beberapa simbol tersebut yaitu:

$$D_x = v^x l_x \quad \dots(2)$$

$$N_x = \sum_{k=0}^{\infty} D_{x+k} = D_x + D_{x+1} + \dots + D_w \quad \dots(3)$$

3. Anuitas Seumur Hidup

Pembayaran berkala yang pembayarannya dilakukan selama bertanggung masih hidup disebut anuitas seumur hidup. Maka nilai sekarang anuitas awal seumur hidup adalah

$$\begin{aligned}\ddot{a}_x &= 1 + vp_x + \dots + v^{w-x-1} {}_{w-x-1}p_x \\ &= \frac{N_x}{D_x}\end{aligned}\quad \dots(4)$$

[4].

Sedangkan persamaan untuk nilai sekarang anuitas awal seumur hidup dengan probabilitasnya, yaitu jika variabel acak nilai sekarang dari Y untuk setiap anuitas,

yaitu $Y = \ddot{a}_{\overline{W+1}|}$, dengan W adalah variabel acak sisa usia bulat dari seseorang yang berusia x tahun.

$$\begin{aligned} Y &= \ddot{a}_{\overline{W+1}|}, W \geq 0 \\ \ddot{a}_x &= E[Y] = E[\ddot{a}_{\overline{W+1}|}] \\ \ddot{a}_x &= \sum_{w=0}^{\infty} \ddot{a}_{\overline{w+1}|} {}_w p_x q_{x+w} \end{aligned} \quad \dots(5)$$

[7].

4. Anuitas Hidup Berjangka

Definisi 2.1.4 [4]

Anuitas hidup berjangka adalah anuitas yang dikaitkan dengan hidup matinya seseorang dimana pembayarannya dilakukan pada suatu jangka waktu tertentu.

Misal Y merupakan variabel acak dengan pembayaran sebesar 1 setiap tahun dari anuitas hidup berjangka, maka dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y &= \begin{cases} \ddot{a}_{\overline{K+1}|}, & 0 \leq K < n \\ \ddot{a}_{\overline{n}|}, & K \geq n \end{cases} \\ \ddot{a}_{x:n|} &= E[Y] \\ &= \sum_{k=0}^{n-1} v^k {}_k p_x \end{aligned} \quad \dots(6)$$

[2].

2.2 Curtate-Expectation-Of-Life

Misal $T(x)$ sisa usia hidup dari (x) dengan asumsi $T(x)$ adalah suatu variabel acak kontinu, peluang seseorang berusia (x) akan meninggal sebelum mencapai usia $x + k$ atau bisa dinotasikan dengan ${}_k p_x = Pr[T(x) > k]$, dan $K(x)$ merupakan variabel acak diskrit yang dihubungkan dengan sisa usia bulat, yang sering disebut dengan sisa usia diskrit (*curtate-future-lifetime*). Fungsi probabilitas dari $K(x)$ dapat ditulis sebagai berikut:

$$Pr[K(x) = k] = {}_k p_x q_{x+k} \quad \dots(7)$$

Nilai ekspektasi dari $K(x)$ merupakan rata-rata dari variabel acak $K(x)$, biasanya dinotasikan dengan $E(K(x))$. Formula untuk nilai ekspektasi suatu variabel acak diskrit K adalah

$$E[K(x)] = \mu_k = \sum_{i=1}^{\omega} k_i Pr(K(x) = k) \quad \dots(8)$$

dengan k_i adalah nilai variabel acak untuk *outcome* ke i , μ_k adalah rata-rata dari variabel acak K , dan $Pr(K(k) = k_i)$ adalah probabilitas variabel acak $K(x)$ bernilai k_i [7]. Harapan hidup usia bulat juga merupakan nilai harapan dari variabel acak $K(x)$, yang dinotasikan dengan e_x dan bisa dituliskan sebagai berikut:

$$e_x = k(-{}_k p_x)|_0^x + \sum_{k=0}^{\infty} {}_{k+1} p_x \quad \dots(9)$$

[2].

2.3 Fungsi 3 skala gaji

Program pensiun pada penelitian ini menggunakan program pensiun manfaat pasti, dimana perhitungan manfaat menggunakan skala gaji. Gaji peserta pada usia x dinyatakan dengan s_x dan S_x menyatakan jumlah gaji dari usia e hingga $x - 1$. dengan e sebagai usia masuk menjadi peserta, x sebagai usia saat ini, dan r sebagai usia pensiun normal, dengan $x > e$, dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$S_x = \sum_{t=e}^{x-1} s_t \quad \dots(10)$$

[10].

Menurut I Gusti Ayu Komang Kusuma dkk (2014) bentuk skala gaji (dengan tingkat kenaikan gaji dinyatakan dengan s), yaitu:

1. Asumsi Gaji Terakhir

$$s_{r-1} = (1 + s)^{r-1-x} s_x \quad \dots(11)$$

2. Asumsi rata-rata gaji selama n tahun terakhir

$$FAS = \frac{1}{n} (1 + s)^{r-x-1} [(1 + s)^{1-n} + \dots + 1] s_x \quad \dots(12)$$

3. Asumsi rata-rata gaji selama bekerja

$$\bar{s} = \frac{1}{r-e} [s_e + \dots + s_x + s_{x+1} + \dots + s_{r-1}] \quad \dots(13)$$

2.4 Fungsi Manfaat

B_r menotasikan manfaat pensiun yang didapatkan peserta, dari bekerja mulai usia e sampai usia r . Notasi b_x adalah bagian dari manfaat pensiun yang didapatkan di setiap tahun pada usia x , dimana $e \leq x < r$. B_r merupakan jumlahan dari bagian manfaat pensiun yang disebut dengan *accrued benefit function*

$$B_r = \sum_{t=e}^{r-1} b_x \quad \dots(14)$$

Jika besarnya bagian manfaat pensiun setiap tahun dari usia masuk bekerja hingga usia $r - 1$ konstan, bagian manfaat pensiun dapat menjadi $b_x = b$

$$B_r = (r - e)b \quad \dots(15)$$

1. Gaji terakhir

Manfaat pensiun dengan asumsi gaji terakhir adalah

$$B_r = k S_{r-1} (r - e) \quad \dots(16)$$

2. Rata-rata gaji selama n tahun terakhir

Besar manfaat pensiun dengan asumsi rata-rata gaji selama n tahun terakhir adalah

$$B_r = k FAS (r - e) \quad \dots(17)$$

3. Rata-rata gaji selama bekerja

Manfaat pensiun dengan asumsi rata-rata gaji selama bekerja adalah

$$B_r = k \frac{1}{r-e} s_x (1 + s)^{e-x} s_{\bar{r-e}|s} (r - e) \quad \dots(18)$$

[1].

2.5 Iuran Normal

Iuran normal merupakan pembayaran yang dibayarkan pada tiap tahun masa kerja oleh peserta aktif. Pada prinsipnya, iuran normal digunakan untuk mencicil *present value of future benefit (PVFB)* masing-masing peserta [10].

2.6 Kewajiban Aktuarial

Kewajiban aktuarial (AL) suatu program pensiun pada saat x adalah besarnya dana program yang seharusnya telah terkumpul pada saat x untuk pembayaran manfaat pensiun yang akan datang, atau dapat dituliskan menjadi:

$$(AL)_x = (PVFB)_x - (PVFNC)_x \quad \dots(19)$$

[10].

2.7 Unfunded Liability

Unfunded Liability pada waktu t (UL_t) adalah selisih antara nilai *actuarial liability* pada waktu t dengan aset aktual yang dimiliki program pensiun pada periode tersebut. Persamaan dapat ditulis:

$$UL(t) = AL(t) - f(t) \quad \dots(20)$$

dengan

$AL(t)$: kewajiban aktuarial pada tahun t , $f(t)$: aset aktual pada tahun t

2.8 Supplementary Contribution

Supplementary Contribution merupakan kontribusi tambahan yang dibayarkan oleh peserta pensiun untuk menutupi kerugian yang terjadi karena adanya perbedaan tingkat bunga aktuarial dengan tingkat bunga investasi. Persamaan untuk *supplementary contribution* didefinisikan sebagai berikut:

$$S(t) = h (AL - f(t)) \quad \dots(21)$$

Dengan menotasikan $h = \frac{1}{\ddot{a}_{\overline{m}|}}$

[10].

2.9 Contribution

Contribution merupakan iuran rutin yang dibayarkan dari peserta program pensiun. Nilai kontribusi ini diperoleh dari besarnya iuran normal $NC(t)$ ditambah dengan *supplementary contribution* $S(t)$ yang nilainya juga dapat berubah setiap waktu.

$$C(t) = NC(t) + S(t) \quad \dots(22)$$

2.10 Aset Pasar

Aset pasar pada program pensiun pada saat t atau $f(t)$ merupakan nilai total aset yang dimiliki pada suatu program pensiun pada saat t . Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

Persamaan untuk nilai aset aktual didefinisikan sebagai berikut:

$$f(t + 1) = (1 + i'(t + 1))[f(t) + C(t) - B] \quad \dots(23)$$

Persamaan untuk nilai aset atas asumsi aktuarial didefinisikan sebagai berikut:

$$f^a(t) = (1 + i)[(f(t - 1)) + C(t - 1) - B] \quad \dots(24)$$

Dengan B merupakan manfaat pensiun yang dikeluarkan program dana pensiun untuk peserta pada saat itu, yang dapat dinyatakan dengan:

$$B = \begin{cases} 0, & x < r \\ B_r, & x \geq r \end{cases} \quad \dots(25)$$

[6].

2.11 Loss

Kerugian (*loss*) terjadi karena adanya penyimpangan antara asumsi aktuarial dengan kejadian yang sebenarnya. Pendanaan program pensiun dikatakan terjadi kerugian apabila *loss* yang diperoleh bernilai positif, dan jika *loss* bernilai negatif, maka pendanaan program pensiun dikatakan tidak mengalami kerugian. Perhitungan *loss* dapat menggunakan persamaan:

$$l(t) = f^a(t) - f(t) \quad \dots(26)$$

[6].

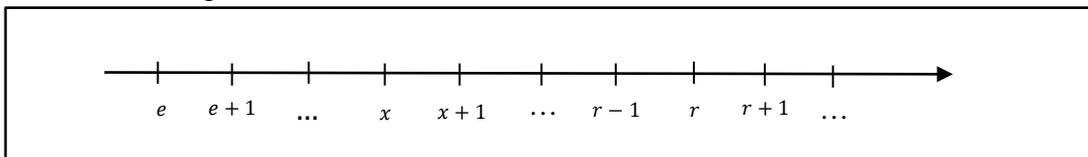
3. METODE PENELITIAN

Prosedur yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Menjelaskan proses terbentuknya rumus iuran normal dan rumus kewajiban aktuarial
 - a. Menjelaskan proses terbentuknya rumus PVFB
 - b. Menjelaskan proses terbentuknya rumus PVFNC
 - c. Menjelaskan proses terbentuknya iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan metode *Projected Unit Credit* dan *Individual Level Premium*.
2. Menghitung besar manfaat pensiun, iuran normal, kewajiban aktuarial pada suatu kasus peserta berusia x ,
3. Menarik kesimpulan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan aktuarial pada program pensiun manfaat pasti bertujuan untuk menentukan iuran normal, manfaat pensiun, dan kewajiban aktuarial yang harus dipersiapkan oleh perusahaan. Gambar 1. menjelaskan diagram usia yang diperhitungkan dalam program pensiun yaitu, usia dimana seseorang masuk bekerja dinotasikan dengan a , usia saat masuk sebagai peserta program pensiun dinotasikan dengan e , usia sekarang dinotasikan dengan x , dan usia pensiun normal atau dinotasikan dengan r .



Gambar 1. diagram usia dalam program pensiun

Asumsi umum yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu usia peserta masuk bekerja (a) sama dengan usia peserta masuk sebagai peserta program pensiun (e), besarnya tingkat kenaikan gaji peserta pertahun atau s adalah tetap, dan tingkat bunga majemuk (i) yang digunakan bernilai tetap.

4.1 Present Value of Future Benefit

Variabel acak W menyatakan jumlah tahun di masa yang akan dijalani oleh seorang berusia x , sebelum meninggal dunia.

(i) dilihat sebelum usia pensiun normal r ($e \leq x < r$)

Z dapat dinyatakan dalam bentuk berikut:

$$Z = \begin{cases} 0 & w = 0, 1, 2, \dots, r-x-1 \\ B_r v^{r-x} \ddot{a}_{\overline{w+1-(r-x)|}} & w = r-x, r-x+1, r-x+2, \dots \end{cases}$$

Nilai ekspektasi dari variabel acak Z dinotasikan dengan $PVFB_x$

$$\begin{aligned} PVFB_x &= E[Z] \\ &= B_r v^{r-x} {}_{r-x}p_x \ddot{a}_r \end{aligned} \quad \dots(27)$$

(ii) Dilihat setelah usia pensiun normal ($x \geq r$)

Z dapat dinyatakan dalam bentuk berikut:

$$Z = B_r \ddot{a}_{\overline{w+1|}}, \quad w = 0, 1, 2, \dots, \omega - 1$$

Nilai harapan dari Z dinotasikan $PVFB_x$,

$$\begin{aligned} PVFB_x &= E(Z) \\ &= B_r \ddot{a}_x \end{aligned} \quad \dots(28)$$

Dari persamaan (4.2) dan (4.1) dapat disimpulkan $PVFB_x$

$$PVFB_x = \begin{cases} B_r {}_{r-x}p_x v^{r-x} \ddot{a}_r & e < x < r \\ B_r \ddot{a}_r & x \geq r \end{cases} \quad \dots(29)$$

4.2 Present Value Future Normal Cost

Misal Y variabel acak yang menyatakan *present value* dari iuran normal seorang peserta yang pensiun usia r sebesar NC_t yang diterima pada tiap awal periode berjangka $(r-x)$ tahun. Akan ada dua kejadian pembayaran iuran normal (NC), yaitu:

1. Pembayaran tidak lengkap, jika peserta meninggal sebelum memasuki usia pensiun

2. Pembayaran lengkap, jika peserta meninggal setelah pensiun.

Variabel acak Y menyatakan sisa usia diskrit, Y dapat ditulis sebagai berikut.

Pembayaran tidak lengkap, Y dapat ditulis

$$Y = \sum_{j=0}^W NC_{x+j} v^j \quad W = 0, 1, 2, \dots, r-x-1 \quad \dots(30)$$

Pembayaran lengkap Y dapat dinyatakan sebagai

$$Y = \sum_{j=0}^W NC_{x+j} v^j \quad W = r-x, r-x+1, \dots \quad \dots(31)$$

Dari persamaan (30) dan (31), maka Y dapat ditulis sebagai

$$Y = \begin{cases} \sum_{j=0}^W NC_{x+j} v^j, & W = 0, 1, 2, \dots, r-x-1 \\ \sum_{j=0}^{r-x-1} NC_{x+j} v^j, & W = r-x, r-x+1, \dots \end{cases} \quad \dots(32)$$

Nilai ekspektasi dari peubah acak Y dapat dinotasikan dengan $PVFNC_x$, dan dapat dirumuskan sebagai:

$$PVFNC_x = E[Y] = \left[\sum_{w=0}^{r-x-1} \left(\sum_{j=0}^w NC_{x+j} v^j \right) + \sum_{w=r-x}^{\infty} \left(\sum_{j=0}^{r-x-1} NC_{x+j} v^j \right) \right] \Pr(W = w)$$

(i) suku pertama ruas kanan pada persamaan (4.8) dengan menggunakan persamaan (2.10) dapat dituliskan dengan,

$$\sum_{w=0}^{r-x-1} \left(\sum_{j=0}^w NC_{x+j} v^j \right) \Pr(W = w) = \sum_{w=0}^{r-x-1} \left(\sum_{j=0}^w NC_{x+j} v^j \right) {}_w p_x q_{x+w}$$

$$= -\sum_{j=0}^{r-x-1} NC_{x+j} v^j {}_{r-x}p_x + \sum_{n=0}^{r-x-1} NC_{x+n} v^n {}_n p_x \quad \dots(33)$$

(ii) suku kedua dari ruas kanan pada persamaan (4.8) adalah

$$\begin{aligned} \sum_{w=r-x}^{\infty} \sum_{j=0}^{r-x-1} NC_{x+j} v^j \Pr(W = w) &= \sum_{w=r-x}^{\infty} \sum_{w=0}^{r-x-1} NC_{x+j} v^j ({}_w p_x - {}_{w+1} p_x) \\ &= \left[\sum_{w=0}^{r-x-1} NC_{x+j} v^j \right] {}_{r-x} p_x \quad \dots(34) \end{aligned}$$

Dari (i) dan (ii), maka PVFNC dapat dinyatakan sebagai,

$$\begin{aligned} PVFNC_x &= -\sum_{j=0}^{r-x-1} NC_{x+j} v^j {}_{r-x} p_x + \sum_{n=0}^{r-x-1} NC_{x+n} v^n {}_n p_x + \\ &\quad \sum_{w=0}^{r-x-1} NC_{x+j} v^j {}_{r-x} p_x \\ &= \sum_{n=0}^{r-x-1} NC_{x+n} v^n {}_n p_x \end{aligned}$$

Misal $t = n + x$ maka $n = t - x$ maka,

$$\begin{aligned} PVFNC_x &= \sum_{t-x=0}^{r-x-1} NC_{x+t-x} v^{t-x} {}_{t-x} p_x \\ &= \sum_{t=x}^{r-1} NC_t v^{t-x} {}_{t-x} p_x \end{aligned}$$

Jika dihitung dari usia e maka

$$PVFNC_e = \sum_{t=e}^{r-1} NC_t v^{t-e} {}_{t-e} p_e \quad \dots(35)$$

4.3 Metode Projected Unit Credit

Iuran normal dari seorang peserta yang berusia x tahun dan usia pensiun r didefinisikan sebagai *present value* dari manfaat pensiun yang akan datang dan menyebar secara merata untuk tiap masa kerja $(r - e)$. Dari definisi di atas iuran normal pada metode *projected unit credit* dirumuskan dengan

$$\begin{aligned} NC_x &= \frac{1}{r-e} PVFB_x \\ &= \frac{1}{r-e} B_r \ddot{a}_r v^{r-x} {}_{r-x} p_x \\ &= \frac{1}{r-e} B_r \ddot{a}_r \frac{v^r l_r}{v^x l_x} \\ NC_x &= \frac{1}{r-e} B_r \frac{D_r}{D_x} \ddot{a}_r \quad \dots(36) \end{aligned}$$

Sedangkan kewajiban aktuarial (*actuarial liability*) dalam metode *projected unit credit* dapat dirumuskan dengan,

$$\begin{aligned} AL_x &= PVFB_x - PVFNC_x \\ &= B_r v^{r-x} \ddot{a}_{r-r-x} p_x - \sum_{t=x}^{r-1} NC_t v^{t-x} {}_{t-x} p_x \quad \dots(37) \end{aligned}$$

Dari persamaan (36) didapatkan bahwa nilai dari $NC_t = b_x v^{r-t} {}_{r-t} p_t \ddot{a}_r$, nilai tersebut disubstitusikan ke dalam persamaan, maka

$$\begin{aligned} AL_x &= B_r v^{r-x} \ddot{a}_{r-r-x} p_x - \sum_{t=x}^{r-1} (b_x v^{r-t} {}_{r-t} p_t \ddot{a}_r) v^{t-x} {}_{t-x} p_x \\ &= B_r v^{r-x} \ddot{a}_{r-r-x} p_x - \ddot{a}_r \sum_{t=x}^{r-1} (b_x) v^{r-t+t-x} {}_{t-x} p_x {}_{r-t} p_t \\ AL_x &= \frac{(x-e)}{(r-e)} B_r v^{r-x} \ddot{a}_{r-r-x} p_x \quad \dots(38) \end{aligned}$$

4.4 Metode Individual Level Premium

Perhitungan aktuarial yang mengalokasikan nilai sekarang manfaat pensiun secara merata pada setiap tahun masa kerja merupakan metode *Individual Level Premium (ILP)* adalah Besar iuran normal dengan menggunakan metode *individual level premium* dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 PVFB_a &= PVFNC_a \\
 B_r \ddot{a}_{r-r-a} p_a v^{r-a} &= \sum_{t=a}^{r-1} NC_t v^{t-a} {}_{t-a}p_a \\
 NC &= B_r \ddot{a}_r \left(\frac{D_r}{N_a - N_r} \right) \quad \dots (39)
 \end{aligned}$$

Kewajiban aktuarial dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 AL_x &= PVFB_x - PVFNC_x \\
 &= B_r \ddot{a}_{r-x} p_x v^{r-x} - \sum_{t=x}^{r-1} NC_t v^{t-x} {}_{t-x}p_x
 \end{aligned}$$

Dari persamaan (39) didapatkan nilai $B_r = NC \left(\frac{N_e - N_r}{D_r \ddot{a}_r} \right)$ maka persamaan di atas

menjadi

$$AL_x = \frac{NC \left(\frac{N_a - N_r}{\ddot{a}_r D_r} \right) \ddot{a}_r D_r - NC(N_x - N_r)}{D_x}$$

Dengan asumsi usia peserta pada saat masuk bekerja (a) sama dengan usia peserta terdaftar sebagai peserta program pensiun (e) diperoleh,

$$AL_x = \frac{NC(N_e - N_x)}{D_x} \quad \dots (40)$$

4.5 Ilustrasi Kasus

Seorang pegawai negeri sipil berusia 29 tahun berjenis kelamin laki-laki dengan golongan III/a mulai terdaftar sebagai peserta program pensiun pada usia 24 tahun ($e = 24$) berdasarkan peraturan, PNS ini akan memasuki masa pensiun pada usia 60 tahun ($r = 60$) dengan *salary* (gaji) pokok setahun terakhir yang diterima peserta tersebut adalah Rp31.758.763,00 ($s_{29} = Rp31.758.763,35$). *Salary* tersebut diasumsikan mengalami kenaikan setiap tahunnya sebesar 1,5%.

Tabel 1. Hasil perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial

	Asumsi s_{r-1}	Asumsi FAS	Asumsi \bar{s}
S	49.641.494,82	48.195.782,06	38.714.291,1
B_r	35.741.876,27	34.700.963,09	27.874.289,65
$PVFB_{29}$	19.587.109,0467	19.016.670,6942	15.275.546,8410
NC_{29} PUC	544.086,3624	528.240,8526	424.320,7456
AL_{29} PUC	2.720.431,8120	2.641.204,2631	2.121.603,7279
NC_{29} ILP	1.109.576,7514	1.077.262,3791	865.334,0112
AL_{29} ILP	7.256.476,1780	7.045.144,7198	5.659.162,9471

Tabel 2. Hasil perhitungan aset metode ILP dengan asumsi gaji terakhir

t	$NC(t)$	$AL(t)$	$f(t)$	$f^a(t)$	$l(t)$	$S(t)$	$C(t)$
0	1.109.576,7514	0	0	0	0	0	1109576.7514
1	1.109.576,7514	1.210.443,3269	1.209.993,4474	1.209.438,6590	-554,7884	106,1512	1109682.9026

2	1.109.576,7514	2.530.973,2126	2.528.447,2216	2.528.447,2216	0,0000	596,0197	1110172.7711
3	1.109.576,7514	3.971.495,8023	3.969.843,5706	3.966.095,7920	-3747,7786	389,8520	1109966.6034
4	1.109.576,7514	5.542.747,8545	5.534.656,3770	5.536.993,0897	2336,7127	1909,2229	1111485.9743
5	1.109.576,7514	7.256.476,1780	7.246.289,0056	7.244.295,1629	-1993,8427	2403,7121	1111980.4635

Tabel 3. Hasil perhitungan aset pasar metode PUC dengan asumsi gaji terakhir

t	$NC(t)$	$AL(t)$	$f(t)$	$f^a(t)$	$l(t)$	$S(t)$	$C(t)$
0	462064.9882	0	0	0	0	0	462064.9882
1	503232.807	503232.807	503881.8696	503650.8371	-231.0324941	-153.1494446	503079.6575
2	548057.5144	1096115.029	1097588.065	1097588.065	0	-347.5698505	547709.9446
3	596886.8631	1790660.589	1795069.487	1793374.83	-1694.656949	-1040.300536	595846.5626
4	650092.7015	2600370.806	2604998.673	2606098.494	1099.821383	-1091.967332	649000.7341
5	708069.5938	3540347.969	3547835.553	3546859.353	-976.199822	-1766.731381	706302.8624

Berdasarkan kasus di atas apabila nilai aset aktual lebih besar dari aset atas asumsi aktuarial maka pendanaan program pensiun tidak mengalami kerugian, namun ketika aset aktual lebih kecil dari aset atas asumsi aktuarial maka, pendanaan program pensiun t tahun mengalami kerugian, sehingga perlu adanya penambahan iuran dari peserta sebesar $S(t)$. Hal ini bersangkutan dengan asumsi tingkat bunga investasi pada program pensiun, jika tingkat investasi aktual $i'(t)$ lebih besar dari pada tingkat investasi atas asumsi aktuarial i ($i'(t) > i$), maka akan terjadi keuntungan, sebaliknya jika tingkat investasi aktual lebih kecil dari pada tingkat investasi atas asumsi aktuarial ($i'(t) < i$), maka program dana pensiun mengalami kerugian, dan jika tingkat investasi aktual sama dengan tingkat investasi atas asumsi aktuarial ($i'(t) = i$), maka tidak terjadi kerugian maupun keuntungan..

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah perhitungan aktuarial untuk pendanaan program pensiun dengan metode PUC dan ILP diperlukan rumusan dari *present value future benefit* dan *present value of future normal cost* program pensiun manfaat pasti yang mana dapat menggunakan persamaan:

$$PVFB_x = \begin{cases} B_r r^{-x} P_x v^{r-x} \ddot{a}_r & e < x < r \\ B_r \ddot{a}_r & x \geq r \end{cases} \text{ dan } PVFNC_e = \sum_{t=e}^{r-1} NC_t v^{t-e} {}_{t-e}p_e$$

Perhitungan aktuarial memiliki cara perhitungan yang berbeda di setiap metodenya, dan itu bertujuan untuk menghitung iuran normal dan kewajiban aktuarialnya, dengan metode PUC dan ILP, dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

- a. Metode *Projected Unit Credit* dapat menggunakan rumus iuran normal

$$NC_x = \frac{1}{r-e} B_r \frac{D_r}{D_x} \ddot{a}_r \text{ dan kewajiban aktuarial } AL_x = \frac{(x-e)}{(r-e)} B_r v^{r-x} \ddot{a}_{r-x} p_x$$

- b. Metode *Individual Level Premium* dapat menggunakan rumus iuran normal

$$NC = B_r \ddot{a}_r \left(\frac{D_r}{N_a - N_r} \right) \text{ dan kewajiban aktuarial } AL_x = \frac{NC(N_e - N_x)}{D_x}$$

Nilai aset pasar dapat digunakan untuk mengetahui besarnya *loss*, yang mengindikasikan apakah pendanaan program pensiun mengalami kerugian atau tidak. Perhitungan aset pasar pada program pensiun dimulai dari penentuan manfaat pensiun yang akan diterima peserta jika bekerja hingga usia pensiun normal, melakukan perhitungan aktuarial dengan menggunakan rumus yang disebutkan di atas lalu mengasumsikan bahwa nilai $AL(0) = 0$ sehingga didapatkan $f(0) = 0$, $f^a(0) = 0$, $S(0) = 0$, dan nilai dari $C(0) = NC(0)$, dari nilai awal tersebut dapat ditentukan nilai-nilai aset di setiap t . Kerugian dalam suatu program pensiun manfaat pasti dengan metode *PUC* dan *ILP* tergantung pada tingkat investasi asumsi aktuarial dan tingkat investasi aktualnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aitken, WH. 1994. *A Problem Solving Approach to Pension Funding and Valuation*. Edisi ke-2. Actex Publications, Winsted.
- [2] Bowers, NL., dkk.1997. *Actuarial Mathematics Hasca III*. Edisi ke-2. IPC Publishing, Schaumburg.
- [3] Farrimond, William & Duane L. M. 1999. *Actuarial Cost Methods A Review*. Edisi ke-3. American Society of Pension Actuaries. Arlington.
- [4] Futami T. 1993. *Matematika Asuransi Jiwa*. Bagian I, diterjemahkan oleh Gatoto Herliyanto. Oriental Life Insurance Cultural Development Center, Tokyo.
- [5] Komisi Standar Praktik Aktuarial Dana Pensiun. *Standar Praktik Aktuarial Dana Pensiun*. 1998. Persatuan Aktuarial Indonesia.
- [6] Owadally, M. Iqbal & Steven Haberman. 2000. *Asset Valuation and the Dynamics of Pension Funding with Random Investment Returns*. City University. London.
- [7] Rakhman, A. & A. R. Effendie. 2013. *Matematika Aktuarial*. Universitas Terbuka. Tangerang Selatan.
- [8] Robert, E.L. & E. A. Gaumnitz. 1951. *Life Insurance Mathematics*. John Wiley and Sons Inc, New York.
- [9] Wardhani, I Gusti Ayu Komang Kusuma, dkk. 2014. *Perhitungan Dana Pensiun Dengan Metode Projected Unit Credit Dan Individual Level Premium*. Universitas Udayana, Bali.
- [10] Winklevoss HE. 1993. *Pension Mathematics with Numerical Illustration*. Edisi ke-2. University of Pennsylvania Press, Philadelphia (US).