

**SKRIPSI**

**PERHITUNGAN AKTUARIA DANA PENSIUN DENGAN  
METODE *PROJECT UNIT CREDIT* TIPE *CONSTANT DOLLAR*  
DAN *CONSTANT PERCENT***



**SHINTA NURIAH  
E0118306**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT  
TAHUN 2024**

## ABSTRAK

Program dana pensiun merupakan program yang dilakukan perusahaan terhadap pekerjanya usai tidak lagi bekerja atau pensiun. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung dana pensiun dengan metode perhitungan aktuarial *Projected Unit Credit* tipe *Constant Dollar* dan *Constant Percent* kemudian membandingkan tipe manakah yang lebih menguntungkan bagi peserta program dana pensiun. Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu; menghitung akumulasi gaji selama bekerja, menghitung proporsi gaji, menghitung besar iuran normal, menghitung besar kewajiban aktuarial, serta menghitung besar manfaat pensiun yang akan di peroleh peserta masing-masing tipe. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa manfaat pensiun yang diterima dengan menggunakan metode *Constant Dollar* adalah sebesar Rp 383.282.185,62 lebih baik dibanding menggunakan metode *Constant Percent* sebesar Rp 290.274.186,55.

**Kata Kunci:** Program Dana Pensiun, Perhitungan Aktuarial, *Projected Unit Credit* Tipe *Constant Dollar* Dan *Constant Percent*.

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan ekonomi dan kenaikan harga pangan memaksa seseorang untuk mendapatkan pekerjaan dengan penghasilan yang bisa menjamin kemakmuran kehidupan individu dan keluarga. Pendapatan pekerja biasanya disesuaikan kapasitas produktif yang dapat diciptakan pekerja untuk perusahaan atau fasilitas tempat dia bekerja. Semakin besar kontribusi pekerja terhadap perusahaan, semakin tinggi posisinya, maka pendapatannya juga akan meningkat. Pensiunan pekerja tidak akan memiliki pendapatan untuk menutupi kehidupan. Oleh karena itu, pekerja harus merencanakan masa depan dan menggunakan suatu sistem untuk memastikan keuangan tetap stabil setelah pensiun hal ini dikenal dengan istilah Dana Pensiun.

Menurut UU No. 11 Tahun 1992 BAB I pasal 1 pada poin 1 berbunyi Dana Pensiun adalah badan hukum yang mengelola dan menjalankan program yang menjanjikan manfaat pensiun. Dana Pensiun adalah sekumpulan dana yang diperoleh dari iuran tetap ditambah penyisihan penghasilan tiap pekerja, sehingga pekerja mempunyai hak mendapatkan keuntungan setelah pensiun nanti. Program dana pensiun adalah skema kompensasi yang dibuat perusahaan bagi pekerja yang mengabdikan dirinya selama bekerja serta dapat memberi pekerja rasa keamanan finansial. Rencana pensiun juga dapat digunakan untuk tumbuh sumber daya manusia di perusahaan, karena dapat menciptakan kedamaian, menjamin kesejahteraan hari tua pekerja, sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pekerja (UU, 1992).

Pasal 15 [PP 45/2015](#) menetapkan batas usia pensiun pekerja atau karyawan swasta, dengan aturan sebagai berikut:

1. Untuk pertama kali usia pensiun ditetapkan 56 tahun.
2. Mulai 1 Januari 2019, usia pensiun menjadi 57 tahun.
3. Usia pensiun selanjutnya bertambah 1 tahun untuk setiap 3 tahun berikutnya sampai mencapai usia pensiun 65 tahun.

Merujuk pada ketentuan di atas, maka pada tahun 2022 usia pensiun adalah 58 tahun. Begitu pula selanjutnya, pada tahun 2025 menjadi 59 tahun hingga seterusnya maksimal usia pensiun mencapai 65 tahun.

Pernyataan Standar Akuntansi Keuangan (PSAK) No. 18 akuntansi biaya manfaat pensiun menyatakan program pensiun dibagi menjadi dua, yaitu *defined contribution pension plan* (program pensiun iuran pasti) dan *defined benefit pension plan* (program pensiun manfaat pasti). Program pensiun iuran pasti adalah program pensiun yang iurannya ditetapkan dalam peraturan dana pensiun dan seluruh iuran serta hasil pengembangannya dibukukan pada rekening masing-masing peserta sebagai manfaat pensiun. Sedangkan program pensiun manfaat pasti adalah program pensiun yang manfaatnya ditetapkan dalam peraturan dana pensiun atau program pensiun lain yang bukan merupakan program pensiun iuran pasti (PSAK, 2010).

Metode *Project Unit Credit* adalah perhitungan aktuarial dengan membagi total manfaat dan kemudian dialokasikan selama masa kerja. Ada dua tipe pada Metode *Project Unit Credit*, yaitu *Constant Dollar* dan *Constant Percent*. *Constant Dollar* merupakan tipe dengan konsep manfaat pensiun dihitung berdasarkan usia pertama masuk kerja hingga pensiun, sedangkan *Constant Percent* merupakan tipe yang konsep manfaat pensiun dihitung berdasarkan gaji peserta kali pertama masuk kerja hingga pensiun.

Penelitian tentang dana pensiun telah beberapa kali dilakukan diantaranya, pada penelitian yang berjudul perbandingan Metode *Projected Unit Credit* dengan *Individual Level Premium* dalam perhitungan Aktuarial Dana Pensiun menunjukkan bahwa manfaat pensiun yang diterima saat pensiun dengan metode *Projected Unit (Credit Constant Dollar dan Constant Percent)* adalah paling besar dibanding dengan metode *Projected Unit Credit Percent* dan *Individual level premium*. Serta untuk tingkat kenaikan iuran pensiun paling tinggi adalah metode *Individual level premium* disusul metode *Projected Unit Credit (Credit Constant Dollar dan Constant Percent)* (Sagala, 2018). Selanjutnya perhitungan aktuarial manfaat pensiun normal dengan menggunakan Metode *Individual level Premium* dan *Attained Age Normal*, menghasilkan perhitungan iuran normal dengan metode *Individual level*

*Premium* setiap tahunnya meningkat, dibanding dengan menggunakan metode *Attained Age Normal* yang perhitungan iuran normalnya konstan. Perhitungan besar manfaat pensiun normal dengan metode *Attained Age Normal* lebih besar dibanding menggunakan metode *Individual level Premium* ketika masa kerjanya lama. Dan akan berbanding terbalik jika masa kerjanya singkat (Divani, 2022). Kemudian penelitian tentang optimalisasi waktu pengembalian Manfaat Pensiun Menggunakan Metode *Benefit Prorate Tipe Constant Percent* yang menyatakan bahwa semakin tinggi suku bunga yang digunakan, maka semakin lama waktu pengembalian manfaat pensiun tersebut habis serta semakin rendah iuran pengembalian tiap bulan, maka waktu pengembalian manfaat pensiun akan semakin lama (Junika, dkk., 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik meneliti bagaimana perhitungan iuran normal, kewajiban aktuarial serta manfaat yang diterima peserta dengan menggunakan metode *Project Unit Credit Tipe Constant Dollar* dan *Constant Percent*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Penelitian ini akan membahas permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung besar manfaat pensiun normal dengan menggunakan metode *Project Unit Credit Tipe Constant Dollar* dan *Tipe Constant Percent*?
2. Bagaimana perbandingan program dana pensiun antara *Tipe Constant Dollar* dan *Tipe Constant Percent*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besar manfaat pensiun dengan menggunakan metode *Project Unit Credit Tipe Constant Dollar* dan *Tipe Constant Percent*.
2. Membandingkan hasil perbandingan antara *Tipe Constant Dollar* dan *Tipe Constant Percent*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai referensi untuk menambah pengetahuan tentang perhitungan manfaat pensiun menggunakan metode *Projected Unit Credit* tipe *Constant Dollar* dan *Constant Percent* untuk perbaikan sistem aktuarial dana perhitungan aktuarial pada peneliti selanjutnya.
2. Peneliti mendapatkan tambahan wawasan kemampuan dan ilmu mengenai aktuarial dalam menghitung iuran normal, kewajiban aktuarial dan manfaat pensiun.
3. Menambah sumber pustaka perpustakaan Universitas Sulawesi Barat, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam terkhusus di bidang aktuarial.

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada perhitungan dana pensiun diaplikasikan terhadap kasus hipotetik yang dibuat dengan menggunakan asumsi tapi menyerupai kasus yang sudah ada.
2. Jenis pensiun yang di pakai pada penelitian ini adalah pensiun normal
3. Tabel mortalita yang digunakan adalah Tabel Mortalita Indonesia IV tahun 2019.
4. Anuitas yang digunakan adalah anuitas awal.
5. Usia Pensiun ( $r'$ ) adalah 58 tahun berdasarkan Pasal 15 [PP 45/2015](#).
6. Pada penelitian ini tabel skala gaji yang digunakan berdasarkan buku "*PENSION MATHEMATICS with Numerical Illustrations*" oleh *Howard E. Winklevoss*.
7. Proporsi kenaikan gaji adalah 2% dari gaji awal selama setahun
8. Proporsi gaji yang disiapkan untuk MANFAAT pensiun adalah sebesar 4,75% berdasarkan peraturan Dana Pensiun.
9. Tingkat suku bunga sebesar 6% berdasarkan peraturan depo BI

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Program Dana Pensiun

Pensiun merupakan penghasilan yang diterima pekerja atau jaminan hari tua setiap bulannya yang sudah tidak bekerja lagi. Tujuan daripada Pensiun sendiri ialah memberikan apresiasi terhadap pekerja yang telah mengabdikan dirinya kepada perusahaan. Usia pensiun diatur dalam Pasal 15 [PP 45/2015](#). Program Dana Pensiun merupakan program yang dilakukan perusahaan terhadap pekerjanya usai tidak lagi bekerja atau pensiun. Berdasarkan UU Dana Pensiun NO. 11 Tahun 1992 pasal 1 Program Pensiun adalah program yang dimana mengupayakan manfaat pensiun bagi pekerjanya. Berdasarkan UU No. 11 tahun 1992 pasal, terdapat dua jenis dana pensiun, yakni Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK) dan Dana Pensiun Pemberi Pekerja (DPPK). Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK) dikelola pihak bank ataupun perusahaan asuransi jiwa. Tujuan dari pada program Dana Pensiun ini disediakan untuk program pensiun iuran Pasti baik dari perorangan, karyawan maupun pekerja mandiri. Sedangkan Dana Pensiun Pemberi Pekerja (DPPK) dikelola oleh seseorang atau dengan istilah lain badan yang memperkerjakan pekerja dengan tujuan disediakan untuk Program Pensiun Manfaat Pasti dan Pensiun Iuran Pasti.

Menurut Pernyataan Standar Akuntansi Keuangan (PSAK) No. 24 tentang Akuntansi Biaya Manfaat Pensiun, terdapat 2 jenis yakni, *Defined Benefit Plan* (Program Pensiun Manfaat Pasti) dan *Defined Contribution Plam* (Program Pensiun Iuran Pasti). *Defined Benefit Plan* (Program Pensiun Manfaat Pasti) adalah memberikan manfaat pasti terhadap pekerjanya yang ditetapkan dalam peraturan dana pensiun, kemudian untuk penetapan iuran berkala berdasarkan perhitungan aktuaris sehingga dapat mencukupi untuk membayar manfaat pensiun. Sedangkan *Defined Contribution Plam* (Program Pensiun Iuran Pasti) adalah program yang iurannya telah ditetapkan dalam peraturan dana pensiun dan kemudian akumulasi iuran serta resiko investasi ditanggung oleh peserta program (OJK, 2016).

## 2.2 Fungsi Dasar Aktuaria

### 2.2.1 Fungsi Tingkat Suku Bunga

Fungsi tingkat suku bunga adalah suatu pembayaran dimasa yang akan datang, tujuannya yaitu untuk mencari nilai sekarang (*present value*). Jika  $i$  adalah tingkat suku bunga pada tahun  $t$ , dimana  $t = 1, 2, \dots, n$ , nilai sekarang dalam  $n$  tahun ditunjukkan dengan (Winklevoss, 1993):

$$v^n = \frac{1}{(1+i_1)(1+i_2)\dots(1+i_n)}$$

$$v^n = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (2.1)$$

$v^n$  adalah nilai sekarang faktor diskonto dalam waktu  $n$  tahun dan tingkat bunga sebesar  $i$ .

$$v = \frac{1}{(1+i)} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$i$  = Tingkat suku bunga

$v$  = Faktor diskon

$v^n$  = Nilai sekarang dari satuan uang dalam waktu  $n$  tahun dengan tingkat suku bunga tahunan sebesar  $i\%$

### 2.2.2 Fungsi Gaji

Dinyatakan dalam kontrak kerja bahwa gaji adalah bentuk pembayaran yang dilakukan pihak pemberi kerja terhadap hal ini telah diatur dalam Undang-Undang Ketenagakerjaan NO. 13 Tahun 2003. Jika gaji pekerja per bulan yang berusia  $x$  tahun maka dilambangkan  $s_x$  dan jika akumulasi gaji mulai masuk usia kerja  $y$  hingga usia  $x-1$  dilambangkan  $S_x$  dimana  $x > y$  (Winklevoss, 1993).

$$S_x = \sum_{t=y}^{x-1} s_t \quad x > y \quad (2.3)$$

Besar gaji peserta dana pensiun saat usia  $x$  dengan besar gaji awal masuk kerja  $s_y$  dan kenaikan gaji  $c$  dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:



$$s_x = s_y \frac{(SS)_x}{(SS)_y} (1+c)^{x-y} \quad (2.4)$$

Keterangan:

- $x$  = Usia peserta pensiun saat perhitungan  
 $y$  = Usia saat peserta memasuki program dana pensiun  
 $c$  = Tingkat kenaikan gaji  
 $S_x$  = Akumulasi gaji pertahun peserta pensiun mulai usia  $y$  sampai  $x$   
 $s_x$  = Gaji tahunan seorang pekerja berusia  $x$   
 $s_y$  = Gaji tahunan seorang pekerja saat berusia  $y$   
 $SS_x$  = Skala gaji saat pekerja berusia  $x$   
 $SS_y$  = Skala gaji tahun pertama kerja

Berikut tabel skala gaji (Winklevoss, 1993):

**Tabel 2.1 Skala Gaji**

Usia	Skala Gaji	Usia	Skala Gaji	Usia	Skala Gaji
25	1.000	39	1.697	52	2.339
26	1.045	40	1.749	53	2.381
27	1.091	41	1.802	54	2.422
28	1.138	42	1.854	55	2.460
29	1.186	43	1.906	56	2.497
30	1.234	44	1.958	57	2.532
31	1.284	45	2.008	58	2.565
32	1.334	46	2.059	59	2.596
33	1.384	47	2.108	60	2.624
34	1.436	48	2.157	61	2.651
35	1.487	49	2.204	62	2.674
36	1.539	50	2.250	63	2.696
37	1.592	51	2.295	64	2.715
38	1.644				

### 2.2.3 Fungsi Manfaat

Manfaat pensiun adalah pembayaran secara berkala yang kemudian dibayarkan kepada peserta program pensiun sesuai dengan peraturan Dana Pensiun (OJK, 2017). Apabila iuran pensiun dan kewajiban aktuarial diketahui, yakni kewajiban aktuarial dikurangi dengan iuran pensiun maka manfaat pensiun dapat dihitung. Ini berarti untuk menutupi seluruh manfaat ketika sudah pensiun peserta harus membayar besaran iuran. Manfaat pensiun terbagi menjadi empat berdasarkan penyebab pensiunnya yaitu (Rivanda, 2019):

1. Manfaat Pensiun

Manfaat pensiun terbagi menjadi dua bagian yaitu manfaat pensiun normal dan manfaat pensiun dipercepat. Manfaat pensiun normal didapatkan akibat pensiun sesuai usia pensiun yang berlaku. Sedangkan manfaat pensiun dipercepat ialah kata lain dari pensiun dini, yang artinya usia pensiunnya lebih cepat dari pensiun normal.

2. Manfaat Pensiun Mengundurkan Diri

Manfaat Pensiun ini adalah akibat dari berhenti bekerja sebelum masa usia pensiun normal ataupun pensiun dini.

3. Manfaat Pensiun Cacat

Pada pensiun ini tidak terdapat syarat usia ataupun masa kerja dikarenakan mengalami cacat yang mengakibatkan seseorang tidak bisa bekerja. Perhitungan Pensiun dikarenakan mengalami kecacatan sama dengan perhitungan manfaat pensiun normal,

4. Manfaat Pensiun Kematian

Manfaat pensiun ini ditujukan duda/janda dari seseorang yang meninggal pada saat masih aktif bekerja.

Terdapat dua cara dalam pembayaran manfaat pensiun, yaitu pembayaran secara berkala dan pembayaran sekaligus. Pembayaran secara berkala yaitu pembayaran yang dilakukan dengan interval waktu bulanan dan tahunan. Sedangkan pembayaran sekaligus yaitu pembayaran yang dilakukan sekaligus tidak dengan melalui seiring waktu (Winklevoss, 1993).

Manfaat pensiun dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$B_x = \sum_{t=y}^{x-1} b_t \quad (2.5)$$

Kemudian terdapat tiga jenis dalam menentukan manfaat pensiun yaitu (Winklevoss, 1993):

*a. Flat Dollar*

Manfaat pensiun ini tetap untuk setiap tahun selama masa kerja, peserta yang masuk saat usia  $x$  dan masuk kerja saat usia  $y$  yaitu:

$$B_x = (x - y)b_x \quad (2.6)$$

*b. Career Average*

Dengan menggunakan persentase dari gaji untuk memperoleh manfaat pensiun yaitu:

$$\begin{aligned} B_x &= kS_x \\ b_x &= ks_x \end{aligned} \quad (2.7)$$

*c. Final Average*

Jika  $n$  merupakan tahun terakhir yang dimana  $n$  adalah jumlah gaji sebelum peserta pensiun,  $k$  adalah proporsi gaji peserta dan  $r$  adalah usia pensiun normal, maka proporsi gaji dengan skala gaji  $n$  tahun terakhir yaitu:

$$B_r = k(r - y) \frac{1}{n} \sum_{t=r-n}^{r-1} s_t$$

Atau

$$B_r = k(r - y) \frac{1}{n} (S_r - S_{r-n}) \quad (2.8)$$

Keterangan:

$k$  = Proporsi gaji untuk perhitungan pensiun

$r$  = Usia pensiun normal

$B_x$  = Jumlah manfaat pensiun saat pekerja berusia  $x$  tahun

$b_t$  = Besar manfaat pertahun peserta program pensiun saat pekerja berusia  $x$  tahun

$B_r$  = Akumulasi besar manfaat pensiun peserta usia  $y$  hingga  $r$  tahun

$S_r$  = Akumulasi gaji pensiun dari usia masuk  $y$  hingga  $r$  tahun

#### 2.2.4 Fungsi Kelangsungan Hidup

Fungsi kelangsungan hidup merupakan fungsi yang peluang peserta bertahan sampai waktu pensiun diperbolehkan. Sebelumnya telah dijelaskan bahwa secara umum terdapat 4 penyebab pensiun yaitu berhenti sebelum batas usia atau dengan kata lain mengundurkan diri (*termination*), kecacatan (*disability*), kematian (*mortality*) dan sudah mencapai usia pensiun (*retirement*). Peluang seorang peserta program pensiun yang berusia  $x$  akan tetap bekerja selama setahun adalah (Winklevoss,1993):

$$p_x^{(T)} = (1 - q_x^{(m)})(1 - q_x^{(t)})(1 - q_x^{(d)})(1 - q_x^{(r)})$$

Atau,

$$p_x^{(T)} = p_x^{(m)} p_x^{(t)} p_x^{(d)} p_x^{(r)}$$

Maka diperoleh peluang peserta program pensiun berusia  $x$  akan tetap bekerja selama  $n$  tahun adalah:

$${}_n p_x^{(T)} = \prod_{t=0}^{n-1} p_{x+t}^{(T)} \quad (2.9)$$

Banyaknya pekerja yang telah berhenti sealama setahun ialah perkalian antara jumlah semua pekerja saat usia  $x$  dengan peluang pekerja yang pensiun selama setahun.

$$d_x^{(T)} = l_x^{(T)} q_x^{(T)} \quad (2.10)$$

$d_x^{(T)}$  didefinisikan jumlah banyaknya pekerja yang berhenti (pensiun) berdasarkan penyebab yang telah dipaparkan sebelumnya yaitu:

$$\begin{aligned} d_x^{(T)} &= d_x^{(m)} + d_x^{(t)} + d_x^{(d)} + d_x^{(r)} \\ d_x^{(T)} &= l_x^{(T)} (q_x^{(m)} + q_x^{(t)} + q_x^{(d)} + q_x^{(r)}) \end{aligned} \quad (2.11)$$

Selanjutnya perhitungan dana pensiun dapat diasumsikan jumlah pekerja mengalami penyusutan seiring pertambahan usia hingga berhenti bekerja (pensiun).

$$\begin{aligned} l_{x+1}^{(T)} &= l_x^{(T)} - (d_x^{(m)} + d_x^{(t)} + d_x^{(d)} + d_x^{(r)}) \\ l_{x+1}^{(T)} &= l_x^{(T)} - d_x^{(T)} \end{aligned}$$

Maka diperoleh:

$$\begin{aligned}
l_{x+1}^{(T)} &= l_x^{(T)} - l_x^{(T)} q_x^{(T)} \\
l_{x+1}^{(T)} &= l_x^{(T)} (1 - q_x^{(T)}) \\
l_{x+1}^{(T)} &= l_x^{(T)} p_x^{(T)}
\end{aligned} \tag{2.12}$$

Keterangan:

- $p_x^{(T)}$  = Peluang pekerja program dana pensiun aktif berusia  $x$  tetap bekerja selama setahun  
 $p_x^{(t)}$  = Peluang pekerja program dana pensiun aktif yang berusia  $x$  tidak mengundurkan diri selama setahun  
 $p_x^{(d)}$  = Peluang pekerja program dana pensiun aktif yang berusia  $x$  tidak mengalami kecacatan selama setahun  
 $p_x^{(m)}$  = Peluang pekerja program dana pensiun aktif yang berusia  $x$  tidak meninggal selama setahun  
 $p_x^{(r)}$  = Peluang pekerja program dana pensiun aktif yang berusia  $x$  tidak pensiun selama setahun  
 $d_x^{(T)}$  = Jumlah banyaknya pekerja yang berhenti selama tahun  $x$   
 $l_x^{(T)}$  = Jumlah seluruh pekerja di usia  $x$  tahun  
 $q_x^{(T)}$  = Peluang peserta program pensiun aktif yang berusia  $x$  pensiun

### 2.3 Simbol Komutasi

Simbol komutasi atau simbol perantara sebagai berikut (Divani, 2022):

1. Simbol  $D_x = v^x l_x$
2. Simbol  $N_x = \sum_{t=0}^{r-x} D_{x+t}$

Keterangan:

- $l_x$  = Jumlah orang berusia  $x$  tahun  
 $v^x$  = Nilai sekarang dari satuan uang dalam waktu  $x$  tahun  
 $D_x$  = Hasil perkalian  $v^x$  dengan  $l_x$   
 $N_x$  = Akumulasi nilai  $D_{x+t}$  dengan  $t = 0$  sampai  $t = r - x$

## 2.4 Tabel Mortalita

Dalam perhitungan anuitas di suatu perusahaan asuransi jiwa berdasarkan tabel mortalita sangat membantu dan mudah digunakan dalam memperhitungkan kemungkinan mati dan hidupnya seorang pekerja dalam jangka waktu tertentu. Dalam tabel mortalita terdapat simbol  $l_x$  yang artinya ialah jumlah orang berusia  $x$  tahun dan banyaknya orang yang meninggal usia  $x$  sampai  $x-1$  dinyatakan sebagai berikut (Rakhman dan Effendie, 2019):

$$\begin{aligned} d_x &= l_x - l_{x+1} \\ {}_n d_x &= l_x - l_{x+n} \end{aligned} \quad (2.13)$$

$X$  merupakan suatu variable random kontinu yang menyatakan sisa usia hingga terjadi suatu kematian dari kelahiran. Jika  $F_X(x)$  menyatakan fungsi distribusi dari  $X$ , yaitu peluang seseorang akan meninggal sebelum mencapai usia  $x$ , maka:

$$F_X(x) = \Pr(X \leq x), \quad x \geq 0$$

Dan  $s(x)$  menyatakan peluang seseorang akan bertahan hidup sampai usia  $x$ , maka:

$$s(x) = \Pr(X > x) = 1 - F_X(x), \quad x \geq 0$$

Jika  $F_X(0) = 0$ , maka  $s(0) = 1$ . Jika terdapat  $z$  dimana  $x < z$  maka peluang seorang yang baru lahir akan meninggal diantara usia  $x$  sampai  $z$  tahun adalah sebagai berikut:

$$\Pr(x < X \leq z) = F_X(z) - F_X(x)$$

$$s(x) = 1 - F_X(x) \text{ maka } F_X(x) = 1 - s(x) \text{ sehingga}$$

$$\Pr(x < X \leq z) = 1 - s(z) - (1 - s(x))$$

$$\Pr(x < X \leq z) = s(x) - s(z)$$

Adapun peluang seorang yang berusia  $x$  tahun, akan meninggal pada usia  $x$  dan  $z$  tahun dengan  $x < z$  adalah:

$$\Pr(x < X \leq z | X > x) = \frac{\Pr(x < X \leq z)}{\Pr(X > x)}$$

$$\Pr(x < X \leq z | X > x) = \frac{F_X(z) - F_X(x)}{1 - F_X(x)}$$

$$\Pr(x < X \leq z | X > x) = \frac{s(x) - s(z)}{s(x)}$$

Didefinisikan  $(x)$  menyatakan usia seseorang (dalam permasalahan asuransi dinyatakan sebagai usia seseorang saat mengikuti asuransi jiwa). Sisa usia  $(x)$  yaitu  $X - x$  yang dinotasikan dengan  $T(x)$ . Peluang seseorang berusia  $(x)$  tahun akan tetap hidup sampai usia  $(x+n)$ , yaitu:

$$\begin{aligned} {}_n p_x &= \Pr(T(x) > n), \quad n \geq 0, x \geq 0 \\ &= \Pr(T(x) > n | X > x) \\ &= \Pr(X > x+n | X > x) \\ &= \frac{\Pr(X > x+n)}{\Pr(X > x)} \end{aligned}$$

$${}_n p_x = \frac{s(x+n)}{s(x)}$$

Diberikan  $l_0$  adalah banyaknya orang yang lahir di saat yang bersamaan, maka perkiraan banyaknya orang akan tetap hidup sampai usia  $x$  tahun adalah:

$$l_x = l_0 s(x)$$

Dan banyaknya kematian antara usia  $x$  sampai  $x+n$  tahun adalah:

$${}_n d_x = l_x [s(x) - s(x+n)] = l_x - l_{x+n}$$

Maka diperoleh:

$${}_n p_x = \frac{s(x+n)}{s(x)} = \frac{l_{x+n}}{l_x} \quad (2.14)$$

Peluang seseorang berusia  $x$  tahun akan meninggal sebelum  $(x+n)$  adalah:

$${}_n q_x = \Pr(T(x) \leq t), \quad t \geq 0$$

$${}_n q_x = 1 - {}_n p_x$$

$$= 1 - \frac{s(x+n)}{s(x)} = 1 - \frac{l_{x+n}}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+n}}{l_x} \quad (2.15)$$

Keterangan:

$F_X(x)$	= Fungsi distribusi dari peubah acak diskrit $X$
$s(x)$	= Peluang seorang berusia 0 dan hidup sampai $x$ tahun kemudian
${}_n P_x$	= Peluang seorang berusia $x$ tahun bertahan hidup paling sedikit $n$ tahun
${}_n q_x$	= Peluang seorang berusia $x$ tahun akan meninggal sebelum usia $x+1$
$T(x)$	= Peluang seorang bertahan hidup antara usia $z$ dan $x$

## 2.5 Anuitas

Anuitas merupakan serangkaian pembayaran yang dilakukan secara terus menerus atau secara berkala dalam jangka waktu tertentu. Anuitas dibagi menjadi dua berdasarkan waktu pembayaran yaitu anuitas akhir (*annuity immediate*) dan anuitas awal (*annuity due*) (Rakhman dan Effendie, 2019).

### a. Anuitas Akhir (*Annuity Immediate*)

Berdasarkan namanya anuitas akhir ialah anuitas yang pembayarannya dilakukan disetiap akhir periode untuk  $n$  periode. Anuitas akhir sendiri di lambangkan  $a_{\overline{n}|}$ , untuk nilai sekarang dari pembayaran periode pertama ialah  $v$ , sedangkan untuk periode selanjutnya ialah  $v^n$ . Maka diperoleh

$$a_{\overline{n}|} = v + v^2 + \dots + v^{n-1} + v^n$$

Dengan menggunakan deret geometri, maka persamaan ini dapat disederhanakan dengan cara berikut:

$$\begin{aligned} a_{\overline{n}|} &= v + v^2 + \dots + v^{n-1} + v^n \\ &= v (1 + v + v^2 + \dots + v^{n-1}) \\ &= v \left( \frac{1 - v^n}{1 - v} \right) \end{aligned}$$

Karena  $v = \frac{1}{1+i}$ ,



Maka diperoleh:

$$\begin{aligned}
 a_{\overline{n}|} &= \left( \frac{1}{1+i} \right) \left( \frac{1-v^n}{1-\frac{1}{1+i}} \right) \\
 &= \left( \frac{1}{1+i} \right) \left( \frac{1-v^n}{\frac{i}{1+i}} \right) \\
 &= \frac{1-v^n}{i}
 \end{aligned} \tag{2.16}$$

b. Anuitas Awal (*Annuity Due*)

Jatuh tempo merupakan istilah dari anuitas awal. Anuitas awal ialah anuitas yang pembayarannya dilakukan di awal periode selama  $n$  tahun. Anuitas awal dilambangkan  $\ddot{a}_{\overline{n}|}$ . Nilai sekarang dari pembayaran awal periode ialah 1, sedangkan periode kedua yaitu  $v$  hingga periode akhir  $n$  yaitu  $v^{n-1}$ . Maka diperoleh

$$\ddot{a}_{\overline{n}|} = 1 + v + \dots + v^{n-2} + v^{n-1}$$

Dengan menggunakan deret geometri, maka persamaan diatas dapat disederhanakan dengan cara berikut:

$$\begin{aligned}
 \ddot{a}_{\overline{n}|} &= v + v^2 + \dots + v^{n-2} + v^{n-1} \\
 &= \frac{1-v^n}{1-v}
 \end{aligned}$$

Karena  $d = 1-v$  atau  $d = iv$ ,

Maka diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \ddot{a}_{\overline{n}|} &= \frac{1-v^n}{d} \\
 &= \frac{1-v^n}{iv}
 \end{aligned} \tag{2.17}$$

Selanjutnya, berdasarkan lamanya pembayaran berlangsung anuitas dibagi menjadi dua, yaitu anuitas seumur hidup dan anuitas sementara. Anuitas seumur hidup adalah anuitas yang dibayarkan selama masih hidup dinotasikan dengan

$\ddot{a}_x$  dan untuk anuitas sementara adalah anuitas yang dibayarkan dalam periode waktu tertentu dan dinotasikan dengan  $\ddot{a}_{x:n|}$ . Berikut Pembayaran anuitas awal seumur hidup adalah:

$$\begin{aligned}\ddot{a}_x &= 1 + v p_x + v^2 {}_2p_x + \dots + v^r {}_r p_x \\ &= \left( \frac{l_x}{l_x} + v \frac{l_{x+1}}{l_x} + v^2 \frac{l_{x+2}}{l_x} + \dots + v^r \frac{l_{x+r}}{l_x} \right) \frac{v^x}{v^x} \\ &= \frac{v^x l_x + v^{x+1} l_{x+1} + v^{x+2} l_{x+2} + \dots + v^{x+r} l_{x+r}}{v^x l_x}\end{aligned}$$

Jika dimisalkan  $D_x = v^x l_x$ , maka diperoleh:

$$= \frac{D_x + D_{x+1} + D_{x+2} + \dots + D_{x+r}}{D_x}$$

Dan  $N_x$  adalah akumulasi nilai  $D_x$ , maka diperoleh:

$$= \frac{N_x}{D_x} \tag{2.18}$$

Sedangkan anuitas awal sementara adalah:

$$\begin{aligned}\ddot{a}_{x:n|} &= 1 + v p_x + v^2 {}_2p_x + \dots + v^{n-1} {}_{n-1}p_x \\ &= \left( \frac{l_x}{l_x} + v \frac{l_{x+1}}{l_x} + v^2 \frac{l_{x+2}}{l_x} + \dots + v^{n-1} \frac{l_{x+n-1}}{l_x} \right) \frac{v^x}{v^x} \\ &= \frac{v^x l_x + v^{x+1} l_{x+1} + v^{x+2} l_{x+2} + \dots + v^{x+n-1} l_{x+n-1}}{v^x l_x} \\ &= \frac{D_x + D_{x+1} + D_{x+2} + \dots + D_{x+n-1}}{D_x} \\ &= \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x}\end{aligned} \tag{2.19}$$

Keterangan:

- $\ddot{a}_x$  = Anuitas awal seumur hidup yang pembayarannya dilakukan selama hidup
- $a_{n|}$  = Anuitas akhir yang pembayarannya dilakukan di akhir periode untuk  $n$  periode

$\ddot{a}_{\overline{n}|}$  = Anuitas awal yang pembayarannya dilakukan di awal periode selama  $n$  periode

$\ddot{a}_{\overline{x:n}|}$  = Anuitas awal sementara yang pembayarannya dilakukan awal periode selama  $n$  tahun atau hingga peserta meninggal pada  $x$  tahun

$d$  = Tingkat diskonto

Kewajiban aktuarial adalah besar dana pensiun yang seharusnya terkumpul pada waktu  $x$  untuk pembayaran manfaat pensiun yang akan datang. Besarnya kewajiban aktuarial itu bergantung dari *Present Value of Future Benefit* (PVFB) besarnya nilai sekarang dari manfaat pensiun dan untuk *Present Value of Future Normal Cost* (PVFNC) besar nilai sekarang iuran berkala. Kewajiban aktuarial merupakan hasil dari pengurangan *Present Value of Future Benefit* (PVFB) dengan *Present Value of Future Normal Cost* (PVFNC) (Sagala, 2018).

## 2.6 Iuran Pensiun

Iuran pensiun adalah iuran yang pembayarannya dilakukan untuk memenuhi biaya manfaat pensiun. Pada penelitian ini menggunakan Iuran Normal (*Normal Cost*), Iuran normal ialah iuran tahunan yang pembayarannya dilakukan oleh peserta program dana pensiun dari usia  $x$  hingga usia pensiun. Iuran normal merupakan iuran untuk mendanai nilai sekarang manfaat pensiun (hal ini disebut dengan *Present value of Future Benefit*) yang kemudian dialokasikan sesuai dengan metode perhitungan aktuarial yang digunakan. Umumnya persamaan yang digunakan adalah (Winklevoss, 1993):

$${}^r(NC)_x = b_x \ddot{a}_r v^{r-x} {}_{r-x}P_x^{(T)} \quad y \leq x < r \quad (2.20)$$

Keterangan:

${}^r(NC)_x$  = Iuran pensiun peserta berusia  $x$  tahun

${}_{r-x}P_x^{(T)}$  = Peluang seorang peserta berusia  $x$  akan tetap bekerja hingga usia  $r - x$

$v^{r-x}$  = Faktor diskon selama peserta berusia  $x$  hingga usia pensiun  $r$

## 2.7 Kewajiban Aktuarial

Kewajiban aktuarial merupakan besar dana pensiun yang seharusnya terkumpul pada waktu tertentu untuk pembayaran manfaat pensiun di masa yang akan datang. Besar kewajiban aktuarial bergantung dari besar nilai sekarang manfaat pensiun atau *Present Value of Future Benefit* (PVFB) dan *Present Value of Future Normal Cost* (PVFNC) (Sagala, 2018).

$${}^r(AL)_x = {}^r(PVFB)_x - {}^r(PVFNC)_x$$

$${}^r(AL)_x = B_x v^{r-x} {}_{r-x}p_x \ddot{a}_r - \sum_{t=x}^{r-1} {}^r(NC)_{t-t-x} p_x^{(T)} v^{t-x} \quad (2.21)$$

Keterangan:

- $v^{r-x}$  = Faktor diskon selama peserta berusia  $x$  hingga usia pensiun  $r$   
 ${}^r(AL)_x$  = Kewajiban aktuarial peserta berusia  $x$  tahun

### a. *Present Value of Future Benefit* (PVFB)

*Present Value of Future Benefit* merupakan nilai sekarang dari manfaat pensiun yang secara berkala diterima peserta program pensiun saat memasuki usia pensiun. Secara berkala nilai sekarang manfaat pensiun dibayarkan di awal saat peserta berusia  $x$  tahun, mengikuti program pensiun saat usia  $y$  dan pensiun saat usia  $r$ . Dengan demikian dinotasikan dan dirumuskan sebagai berikut (Winklevoss, 1993):

$${}^r(PVFB)_x = B_x v^{r-x} {}_{r-x}p_x \ddot{a}_r \quad (2.22)$$

### b. *Present Value of Future Normal Cost* (PVFNC)

*Present Value of Future Normal Cost* merupakan nilai sekarang iuran berkala yang dibayarkan peserta program dana pensiun. PVFNC merupakan peserta berusia  $x$  tahun, mengikuti program pensiun saat usia  $y$  dan pensiun saat usia  $r$ . Dengan demikian dinotasikan dan dirumuskan sebagai berikut (Winklevoss, 1993):

$${}^r(PVFNC)_x = \sum_{t=x}^{r-1} {}^r(NC)_{t-t-x} p_x^{(T)} v^{t-x} \quad (2.23)$$

Keterangan:

${}^r(PVFB)_x$  = Nilai sekarang dari manfaat pensiun yang akan diterima secara berkala peserta program pensiun saat usia  $r$

${}^r(PVFC)_x$  = Nilai Sekarang iuran normal dengan usia perhitungan  $x$  tahun

## 2.8 Metode Perhitungan Aktuaria

Metode perhitungan aktuaria merupakan metode yang digunakan dalam perhitungan dana pada program pensiun, dan digunakan untuk memastikan dana program pensiun dapat mencukupi pembayaran manfaat pensiun saat peserta memasuki masa pensiun (Afifah, 2020).

Metode *Projected Unit credit* terbagi menjadi dua yakni, tipe *Constant Dollar* dan tipe *Constant Percent*. Adapun perhitungan dana pensiun yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu menghitung akumulasi gaji, menghitung proporsi gaji, menghitung besar iuran normal, menghitung besar kewajiban aktuaria serta menghitung besar manfaat pensiun yang akan diterima peserta.

### 1. *Constant Dollar*

Perhitungan menggunakan tipe ini menetapkan nilai sekarang dari manfaat pensiun yang kemudian ditentukan berdasarkan masa usia pertama masuk kerja hingga masa pensiun. Iuran pensiun yang dibayarkan peserta program dana pensiun ialah besar nilai sekarang manfaat pensiun berkala akan diterima dan dibagi dengan masa kerja. Adapun iuran peserta menggunakan metode *projected unit credit constant dollar* adalah sebagai berikut (Winklevoss, 1993):

$${}^{BDr}(NC)_x = \frac{1}{r-y} {}^r(PVFB)_x \quad (2.24)$$

Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan kewajiban aktuaria menggunakan metode *projected unit credit constant dollar* adalah sebagai berikut (Winklevoss, 1993):

$${}^{BDr}(AL)_x = \frac{x-y}{r-y} {}^r(PVFB)_x \quad (2.25)$$

## 2. *Constant Percent*

Pada perhitungan menggunakan tipe *Constant Percent* menetapkan nilai sekarang dari manfaat pensiun yang ditentukan berdasarkan gaji peserta program dana pensiun pertama masuk hingga usia pensiun. Iuran pensiun yang dibayarkan peserta program dana pensiun dihitung berdasarkan persentase gaji dari nilai manfaat pensiun setiap tahunnya. Adapun rumus iuran peserta setiap tahun sampai usia pensiun menggunakan metode *projected unit credit constant percent* sebagai berikut (Winklevoss, 1993):

$${}^{BPr}(NC)_x = \frac{S_x}{S_r} r (PVFB)_x \quad (2.26)$$

Rumus kewajiban aktuarial adalah nilai akumulasi gaji setiap tahun kemudian dibagi dengan akumulasi gaji selama masa kerja dan dikalikan dengan nilai sekarang manfaat pensiun sebagai berikut (Winklevoss, 1993):

$${}^{BPr}(AL)_x = \frac{S_x}{S_r} r (PVFB)_x \quad (2.27)$$

Keterangan:

${}^{BDr}(NC)_x$  = Iuran pensiun peserta berusia  $x$  tahun dengan metode *projected unit credit tipe constant dollar*

${}^{BPr}(NC)_x$  = Iuran pensiun peserta berusia  $x$  tahun dengan metode *projected unit credit tipe constant percent*

${}^{BDr}(AL)_x$  = Kewajiban aktuarial peserta berusia  $x$  tahun dengan metode *projected unit credit tipe constant dollar*

${}^{BPr}(AL)_x$  = Kewajiban aktuarial peserta berusia  $x$  tahun dengan metode *projected unit credit tipe constant percent*

## 2.9 Perhitungan Manfaat Pensiun

Setelah nilai iuran pensiun dan kewajiban aktuarial diperoleh, maka manfaat pensiun dapat dihitung dengan cara mengurangkan antara kewajiban aktuarial dan iuran pensiun pada perhitungan  $x$  dengan umur pensiun  $r$  dan  $y$  adalah usia pertama mulai kerja, maka manfaat pensiun dapat dirumuskan sebagai berikut (Anita, 2016):

$$B_r = {}^r AL_{r-1} - \sum_{x=y}^r {}^r NC_x \quad (2.28)$$

Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung manfaat pensiun *Constant Dollar* dan *Constant Percent* (Winklevoss, 1993):

a. *Consntant Dollar*

$${}^{BD} B_r = {}^{BDr} (AL)_{r-1} - \sum_{x=y}^r {}^{BDr} (NC)_x \quad (2.29)$$

b. *Constant Percent*:

$${}^{BP} B_r = {}^{BPr} (AL)_{r-1} - \sum_{x=y}^r {}^{BPr} (NC)_x \quad (2.30)$$

Keterangan:

${}^{BD} B_r$  = Manfaat pensiun peserta berusia  $x$  tahun dengan metode *projected unit credit tipe constant dollar*

${}^{BP} B_r$  = Manfaat pensiun peserta berusia  $x$  tahun dengan metode *projected unit credit tipe constant percent*

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan rumusan masalah mengenai bagaimana menghitung besar manfaat pensiun normal dengan menggunakan metode *Projected Unit Credit* tipe *constant dollar* dan *constant percent* untuk memperoleh maka terlebih dahulu menentukan akumulasi gaji, proporsi gaji, anuitas, PVFB, kemudian setelah nilai iuran pensiun dan kewajiban aktuarial diperoleh, maka manfaat pensiun dapat dihitung dengan cara mengurangkan antara kewajiban aktuarial dan iuran pensiun pada perhitungan  $x$  dengan umur pensiun  $r$  dan  $y$  adalah usia pertama mulai kerja.
2. Berdasarkan uraian penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa manfaat pensiun yang diterima dengan menggunakan metode *Constant Dollar* adalah sebesar Rp 153.934.078,61 lebih baik dibanding menggunakan metode *Constant Percent* sebesar Rp 133.331.049,96. Sementara iuran pensiun dengan menggunakan metode *Constant Dollar* sebesar Rp 346.680.368,66 dan *Constant Percent* sebesar Rp 484.581.473,20. Serta untuk kewajiban aktuarial metode *Constant Dollar* paling besar Rp 8.461.647.933,92 dibanding dengan metode *Constant Percent* yang nilainya Rp 7.605.142.993,39.

#### 5.2 Saran

Pada penelitian ini perhitungan aktuarial sangat dapat membantu peserta program dana pensiun serta masyarakat dalam memahami cara menghitung iuran pensiun, manfaat pensiun dan kewajiban sapensiun. Namun perlu pengembangan lagi dalam mengembangkan penelitian ini sebaiknya dilakukan juga beberapa hal seperti:

1. Menghitung Akumulasi Gaji tanpa menggunakan tabel skala gaji.
2. Mempertimbangkan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi dalam melakukan perhitungan dana pensiun, contohnya jabatan, inflasi dan lain-lain.
3. Melakukan perhitungan aktuarial dengan metode lain yang bisa lebih menguntungkan peserta program dana pensiun.



## DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, M. R., 2020, Perhitungan Aktuaria Manfaat Pensiun Normal dengan Menggunakan Metode Entry Age Normal dan Attained Age Normal, (*Doctoral dissertation*), Universitas Sumatera Utara.
- Anita, Y. S., 2016, Perhitungan Manfaat dan Iuran Peserta Program Dana Pensiun dengan Metode Projected Unit Credit dan Individual Level Premium pada PT Taspen (Persero) Cabang Yogyakarta. *In Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY.*
- Bowers, N. L., Gerber, H. U., Hickman, J. C., Jones, D. A., & Nesbit, C. J., 1986, Actuarial Mathematics. By Newton L. Bowers, Jr., Hans U. Gerber, James C. Hickman, Donald A. Jones, Cecil J. Nesbitt, *In The American Mathematical Monthly* (Vol. 93, Issue 6, pp. 489–491).
- Delianti, J., & Rohaeni, O., 2022, Model Perhitungan Pendanaan Program Pensiun Manfaat Pasti Menggunakan Metode Projected Unit Credit, *Jurnal Riset Matematika*, 83-92.
- Divani, B. T., 2022, Perhitungan Aktuaria Manfaat Pensiun Normal dengan Menggunakan Metode Individual Level Premium dan Attained Age Normal, *Skripsi*, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang.
- Hutabalian, S. V., dkk., Penggunaan Metode *Projected Unit Credit* dan *Aggregate Cost* pada Asuransi Pensiun Normal.
- Ichsan, M., 2021, Perhitungan Dana Pensiun Dipercepat dengan Metode *Individual Level Premium* dan Metode *Projected Unit Credit*, *Skripsi*, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Islam, M. E. N., Wilandari, Y., & Suparti, S., 2016, Perhitungan Pembiayaan Dana Pensiun dengan Metode Attained Age Normal dan Projected Unit Credit (Studi Kasus: PT. Taspen (Persero) Kantor Cabang Utama Semarang). *Jurnal Gaussian*, 5(3), 505-514.
- Junika, M. T., dkk, 2020, Optimalisasi Waktu Pengembalian Manfaat Pensiun Menggunakan Metode Benefit Prorate Tipe Constant Percent, *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 9(3).

- Keuangan, O. J., 2016, Pasar Modal Seri Literasi Keuangan Perguruan Tinggi. *Jakarta: Otoritas Jasa Keuangan.*
- Rakhman, A., & Effendie, A. R., 2019, Matematika Aktuaria 114 (Edisi). CV. Dwicitra Grafindo
- Rivanda, M. R., 2019, *Penentuan pembiayaan dana pensiun dengan metode attained age normal, projected unit credit dan entry age normal* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta.
- Sagala, S. M., 2018, Perbandingan Metode *Projected Unit Credit* dengan *Individual Level Premium* Dalam Perhitungan Aktuaria Dana Pensiun, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Tanera, L., 2023, Perlindungan Hukum Terhadap Hak Pekerja Terkait Pensiun Dan Jaminan Hari Tua. *Jurnal Pendidikan Sejarah dan Riset Sosial Humaniora*, 3(3), 193-199.
- Wardhani, I. G. A. K., dkk., 2014, Perhitungan Dana Pensiun dengan Metode *Projected unit Credit* dan *Individual Level Premium*. *E-Jurnal Mat*, 3(2), 64-74.
- Winklevoss, H. E., 1993, *Pension Mathematics with Numerical Illustration* (second edi), University of Pennsylvania.