

Perhitungan Dana Pensiun Normal dan Dipercepat dengan Asumsi Suku Bunga Vasicek Menggunakan Metode *Individual Level Premium* dan *Traditional Unit Credit*

Maria Teresa Dian Dwiastuti Poedjohartono, Soehardjoepri, dan Prilyandari Dina Saputri
Departemen Aktuaria, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: djoepri.its@gmail.com

Abstrak—Tenaga kerja suatu perusahaan tentunya memiliki peran yang sangat penting. Untuk menunjang produktivitas, tenaga kerja dapat dikatakan harus sejahtera, dalam artian mampu untuk memenuhi kebutuhan sendiri dan kebutuhan keluarga yang ditanggungnya. Produktivitas tenaga kerja dapat ditingkatkan dengan cara adanya kebijakan perusahaan mengenai imbalan kerja berupa dana pensiun. Adanya Gerakan Financial Independent Retire Early juga menjadi salah satu pemicu generasi tersebut untuk melakukan pensiun dini. Dana Pensiun memiliki tugas untuk mengelola dan menjalankan program pensiun yang menjanjikan manfaat pensiun bagi tenaga kerjanya. Dalam perhitungan dana aktuarial, diperlukan perhitungan aktuarial untuk menentukan nilai kewajiban aktuarial yang dibayarkan perusahaan dan nilai iuran normal yang harus dibayarkan peserta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Individual Level Premium* yang menghitung distribusi manfaat pensiun secara merata sejak tanggal perhitungan aktuarial menggunakan asumsi kenaikan gaji di masa depan. Metode selanjutnya adalah metode *Traditional Unit Credit* yang melakukan perhitungan dana pensiun tanpa mengasumsikan skala gaji peserta tahun mendatang dan besarnya dipengaruhi oleh masa kerja karyawan. Penelitian ini juga menggunakan tingkat suku bunga vasicek yang menggambarkan perubahan suku bunga dalam persamaan diferensial stokastik perubahan imbal hasil obligasi jangka pendek. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis kelamin, usia peserta saat ini, usia peserta masuk program pensiun, besar gaji pokok peserta, serta tingkat suku bunga bulanan Bank Indonesia. Metode *Traditional Unit Credit* memberikan iuran normal dan kewajiban aktuarial lebih kecil daripada metode *Individual Level Premium*, namun metode *Traditional Unit Credit* tidak mempertimbangkan kenaikan gaji di masa mendatang. Besar manfaat pensiun, nilai iuran normal, dan kewajiban aktuarial sangat dipengaruhi oleh besarnya gaji yang diterima pada saat ini dan lama masa kerja peserta program pensiun.

Kata Kunci—Dana Pensiun, *Individual Level Premium*, Suku Bunga Vasicek, *Traditional Unit Credit*.

I. PENDAHULUAN

TENAGA kerja atau pegawai pada suatu perusahaan memiliki peranan yang sangat penting bagi keberlangsungan perusahaan tersebut. Tenaga kerja pada dasarnya merupakan ‘objek’ yang perlu dikembangkan lebih baik lagi, sekaligus menjadi ‘subjek’ bagi pelaku pembangunan itu sendiri. Tenaga kerja atau pegawai dapat dikatakan sejahtera jika mereka mampu untuk memenuhi kebutuhan diri sendiri dan juga kebutuhan keluarga yang ditanggungnya. Selain kesejahteraan tenaga kerja, kualitas yang dimiliki oleh tenaga kerja juga harus diutamakan, karena semakin baik kualitasnya, maka ada kemungkinan

bahwa perekonomian perusahaan tersebut juga meningkat karena hasil produksi atau pendapatan perusahaan tentunya akan semakin bertambah. Dalam rangka meningkatkan produktivitas tenaga kerja, tentunya harus didukung dengan adanya kebijakan perusahaan yang tentang imbalan kerja dalam bentuk program dana pensiun. Program dana pensiun merupakan salah satu langkah investasi jangka panjang bagi para tenaga kerja yang dapat digunakan untuk menjamin kelangsungan hidup tenaga kerja saat mereka memasuki usia pensiun [1].

Banyak tenaga kerja generasi milenial maupun generasi Z pada saat ini sedang mengalami fenomena *sandwich generation*. Hal ini merupakan kondisi dimana orang-orang berusia *middle aged* pada saat ini memiliki peran ganda yang bertanggung jawab penuh untuk memberikan nafkah kepada anak dan orang tua mereka [2]. Berdasarkan Sensus Penduduk tahun 2020, ada sekitar 71.621.318 penduduk berusia 20- 54 tahun atau 26,5 persen dari jumlah penduduk di Indonesia sedang berada dalam fenomena *sandwich generation*. Fenomena ini disebabkan oleh ketidakmampuan seseorang (orang tua) untuk mengatur kondisi finansial mereka sejak masa mudanya, sehingga mereka tidak memiliki tabungan atau simpanan hari tua yang cukup untuk mereka hidup, dan akhirnya mereka mengandalkan anak mereka untuk membiayai kehidupan mereka di hari tua. Gencarnya Gerakan FIRE (*Financial Independent, Retire Early*) juga menjadi pemicu generasi milenial pada saat ini untuk pensiun lebih cepat daripada waktunya, karena mereka tidak ingin bekerja sepanjang hidupnya. Mereka cenderung ingin mengumpulkan pendapatan mereka dan mempersiapkan kestabilan finansial hari tua yang perlu perencanaan yang matang [3].

Manfaat yang diberikan kepada peserta program dana pensiun dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu pensiun normal, pensiun dipercepat, pensiun cacat, dan pensiun ditunda. Manfaat pensiun normal diberikan ketika peserta memasuki usia normal. Manfaat pensiun dipercepat diberikan ketika peserta mengundurkan diri dari pekerjaan tersebut sebelum memasuki usia pensiun normal. Dalam menghitung dana pensiun, diperlukan perhitungan aktuarial untuk menentukan nilai dari kewajiban aktuarial. Kewajiban aktuarial (*actuarial liability*) merupakan nilai kini dari pembayaran pensiun yang harus dibayarkan kepada tenaga kerja sampai semua hak pensiun telah selesai. Sedangkan iuran normal (*normal cost*) merupakan iuran yang wajib dibayarkan oleh peserta dan dipungut secara langsung oleh pemberi kerja setiap bulan sejak menjadi peserta sampai peserta memasuki usia pensiun.

Tabel 1.
Manfaat pension metode *individual level premium*

Peserta	x	S_{r-1}	B_r	B_{r_i}
A	27	85.574.459	77.017.013	34.147.941
B	27	85.574.459	77.017.013	34.147.941
C	34	117.946.512	100.254.535	43.445.356
D	34	117.946.512	94.357.209	39.824.910
E	41	104.777.980	86.441.833	36.986.640
F	41	104.777.980	86.441.833	36.986.640
G	48	89.356.505	75.953.029	32.914.286
H	48	89.356.505	75.953.029	32.914.286

Tabel 2.
Manfaat pensiun metode *traditional unit credit*

Peserta	x	Gaji Pokok	b_x	b_{x_i}
A	27	19.800.000	17.820.000	12.870.000
B	27	19.800.000	17.820.000	12.870.000
C	34	38.400.000	32.640.000	23.040.000
D	34	38.400.000	30.720.000	21.120.000
E	41	48.000.000	39.600.000	27.600.000
F	41	48.000.000	39.600.000	27.600.000
G	48	57.600.000	48.960.000	34.560.000
H	48	57.600.000	48.960.000	34.560.000

Pada penelitian ini digunakan asumsi suku bunga Vasicek yang merupakan model matematis yang menggambarkan perubahan suku bunga persamaan diferensial stokastik yang menggambarkan perubahan imbal hasil obligasi jangka pendek (*real time*) selama masa obligasi. Metode ini memprediksi dimana suku bunga akan berakhir pada akhir periode waktu tertentu yang mempertimbangkan volatilitas pasar, nilai suku bunga rata-rata jangka panjang, dan faktor risiko pasar tertentu [4].

Berdasarkan uraian di atas, penulis mengkombinasikan beberapa riset yang telah dilakukan sebelumnya dengan membandingkan beberapa metode perhitungan dana pensiun normal dan dipercepat dengan asumsi suku bunga vasicek menggunakan metode *Individual Level Premium* dan *Traditional Unit Credit*. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan besar iuran dan kewajiban aktuarial masing-masing metode menggunakan variabel gaji pokok, usia saat ini, usia ketika mengikuti program pensiun, jenis kelamin, proporsi kenaikan gaji.

II. TINJAUAN PUSTAKA

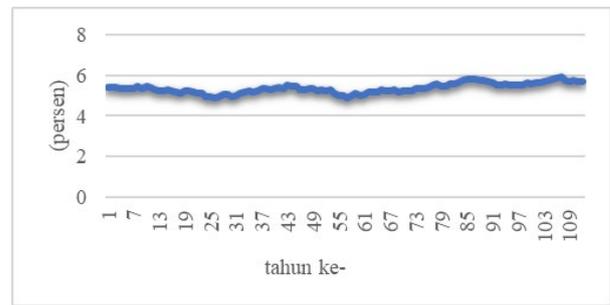
A. Dana Pensiun

Menurut Undang-Undang No.11 tahun 1992, Dana Pensiun merupakan suatu badan hukum yang bertugas untuk mengelola dan menjalankan program yang menjanjikan manfaat pensiun bagi tenaga kerjanya. Program Dana Pensiun merupakan salah satu investasi jangka panjang yang dapat dinikmati baik setelah karyawan meninggalkan perusahaan maupun ketika karyawan telah memasuki usia pensiun. Dana Pensiun dapat didapat dari pemotongan gaji karyawan dan subsidi oleh perusahaan. Program pensiun dapat terbagi menjadi dua jenis yaitu Program Pensiun Manfaat Pasti dan Program Pensiun Iuran Pasti.

B. Proses Ornstein-Uhlenbeck

Proses *Ornstein-Uhlenbeck* merupakan solusi persamaan diferensial stokastik yang dirumuskan sebagai berikut:

$$dX(t) = -aX(t)dt + v dW(t) \tag{1}$$



Gambar 1. Hasil peramalan suku bunga model *vasicek*.

Dimana a dan v adalah bilangan *real*, dan $\{W(t)\} t \geq 0$ merupakan proses *Wiener* satu dimensi dan bernilai positif. Hal ini dikarenakan *drift a* akan kembali menuju rata-rata $X(t)$ yang merupakan proses *Gaussian*. Proses *Ornstein-Uhlenbeck* ini merupakan model persamaan diferensial stokastik yang mengikuti *mean reverting process* atau disebut juga kembali ke nilai rata-rata [5].

C. Kolmogorov-Smirnov

Uji *Kolmogorov-Smirnov* merupakan uji yang digunakan untuk menentukan apakah sampel mengikuti distribusi normal. Uji *Kolmogorov-Smirnov* lebih memiliki keunggulan dibandingkan uji lainnya karena uji *Kolmogorov-Smirnov* lebih fleksibel dan dapat digunakan pada sampel kecil. Hipotesis pada uji *Kolmogorov-Smirnov* sebagai berikut:

$H_0 : S(x) = F_0(x)$ data mengikuti distribusi teoritis $F_0(x)$
 $H_1 : S(x) \neq F_0(x)$ data tidak mengikuti distribusi teoritis $F_0(x)$

Statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* sebagai berikut:

$$D_{hit} = \sup_x \left(\left| \frac{i}{n} - Z_i \right|, \left| Z_i - \frac{(i-1)}{n} \right| \right) \tag{2}$$

Hasil D_{hit} dibandingkan dengan nilai D_{tabel} yang didapat dari tabel *Kolmogorov Smirnov* yang memiliki taraf signifikansi α . Apabila $D_{hit} < D_{tabel}$, maka keputusan yang diambil adalah Gagal Tolak H_0 dengan kesimpulan data mengikuti distribusi teoritis $F_0(x)$ [6].

D. Generalized Method of Moments

Generalized Method of Moments merupakan metode yang diperkenalkan oleh Hansen pada tahun 1982 yang didefinisikan sebagai metode estimasi parameter yang bergantung pada momen yang digunakan. GMM dapat mengatasi kondisi data dengan pelanggaran asumsi pada analisis regresi seperti autokorelasi dan heteroskedastisitas namun harus memenuhi asumsi normalitas. Persamaan nilai estimator β sebagai berikut:

$$\hat{\beta}_{GMM} = (G'Z\widehat{WZ}'G)^{-1}G'Z\widehat{WZ}'R \tag{3}$$

Matriks G merupakan nilai suku buka ke n , matriks H merupakan nilai suku bunga ke $n+1$, Z merupakan vektor instrumen, dan \widehat{W} merupakan matriks pembobot.

Estimasi menggunakan metode GMM menghasilkan parameter p dan q yang harus disubstitusikan ke parameter a , b , dan v yang merupakan parameter pada suku bunga vasicek dengan persamaan sebagai berikut [7].

Data x_i termasuk kategori 1 jika $w^T x_i + b > 0$ dan Data x_i termasuk kategori -1 jika $w^T x_i + b < 0$. Nilai *margin* merupakan jarak terdekat *hyperplane* dengan data yang paling dekat dengan *hyperplane* tiap kelas. Persamaan jarak

Tabel 3.

Iuran normal dan kewajiban aktuarial metode *individual level premium* kasus pensiun normal

Peserta	<i>x</i>	<i>e</i>	Iuran Normal	Kewajiban Aktuarial
A	27	22	8.736.558	51.770.756
B	27	22	9.424.820,	55.823.692
C	34	24	12.915.492	180.616.398
D	34	26	14.997.483	157.455.009
E	41	25	11.903.411	331.444.176
F	41	25	12.829.371	356.146.291
G	48	24	9.784.801	515.871.447
H	48	24	10.549.376	550.945.918

Tabel 4.

Iuran normal dan kewajiban aktuarial metode *individual level premium* kasus pensiun dipercepat

Peserta	<i>x</i>	<i>e</i>	Iuran Normal	Kewajiban Aktuarial
A	27	22	9.182.993	54.416.220
B	27	22	9.633.150	57.057.637
C	34	24	13.524.559	189.133.892
D	34	26	15.240.171	160.002.937
E	41	25	12.446.004	346.552.381
F	41	25	13.049.688	362.262.328
G	48	24	10.246.232	540.198.873
H	48	24	10.745.046	561.164.882

Tabel 5.

Iuran normal dan kewajiban aktuarial metode *individual level premium* kasus pensiun dipercepat dengan skema baru

Peserta	<i>x</i>	<i>e</i>	Iuran Normal	Kewajiban Aktuarial
A	27	22	20.711.253	122.279.938
B	27	22	21.726.534	128.687.371
C	34	24	31.209.283	436.445.506
D	34	26	36.108.557	379.095.164
E	41	25	29.087.675	809.930.925
F	41	25	30.498.551	846.646.793
G	48	24	23.644.213	1.246.563.309
H	48	24	24.795.275	1.294.944.486

antara data *x* pada tiap kelas dengan *hyperplane* ditunjukkan pada persamaan 4.

$$a = \frac{1-p}{\Delta t} \tag{4}$$

$$b = \frac{q}{1-p} \tag{5}$$

$$v = \sqrt{\frac{\text{var}(e)}{\Delta t}} \tag{6}$$

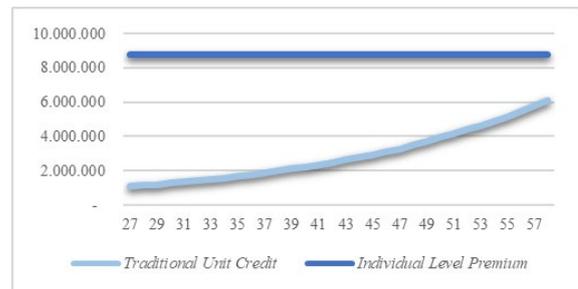
E. Suku Bunga Vasicek

Model Vasicek merupakan model pergerakan suku bunga sebagai nilai risiko pasar atau bergerak secara fluktuatif. Model tingkat suku bunga vasicek tidak membatasi syarat tingkat bunga, maka terdapat kemungkinan bahwa hasil perhitungan dapat memperoleh tingkat suku bunga bernilai negatif. Persamaan dari suku bunga vasicek sebagai berikut:

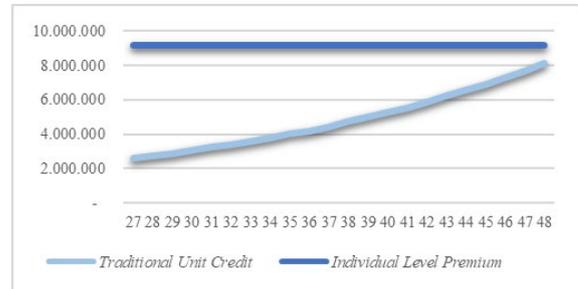
$$dr(t) = a(b - i(t))dt + v dW(t) \tag{7}$$

dengan *a* merupakan kelajuan suku bunga menuju *reversion level*, *b* merupakan *reversion level*, *v* merupakan simpangan baku dari suku bunga, dan *W(t)* merupakan gerak *brown*.

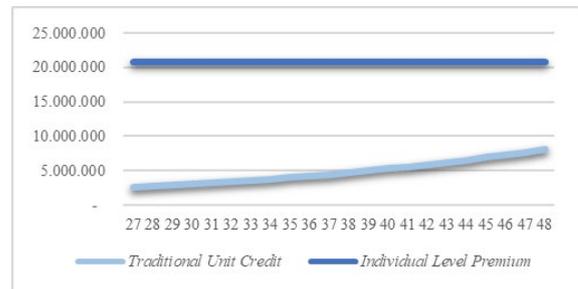
Terdapat teori ekonomi mengenai *mean reversion* yang mengatakan bahwa ketika suku bunga sedang tinggi, maka pergerakan ekonomi melambat sehingga mengakibatkan rendahnya permintaan dana dari peminjam. Maka dari itu, suku bunga akan ditarik kembali ke nilai keseimbangannya.



Gambar 2. Perbandingan iuran normal kedua metode kasus pensiun normal.



Gambar 3. Perbandingan iuran normal kedua metode kasus pensiun dipercepat.



Gambar 4. Perbandingan iuran normal kedua metode kasus pensiun dipercepat dengan skema baru.

Begitu pula sebaliknya. Teori ini tepat untuk menggambarkan pergerakan suku bunga. Tanpa teori tersebut, pergerakan suku bunga bisa jadi meningkat secara permanen seperti harga saham yang seharusnya tingkat suku bunga bergerak tidak permanen.

F. Tabel Mortalitas

Tabel Mortalitas berisi tentang peluang seseorang akan meninggal berdasarkan umur peserta dana pensiun. Faktor yang mempengaruhi mortalitas secara signifikan adalah usia. Kematian akan meningkat seiring bertambahnya usia peserta dana pensiun. Faktor selanjutnya adalah jenis kelamin. Wanita memiliki tingkat kematian yang lebih rendah daripada pria dengan usia yang sama. Faktor selanjutnya adalah profesi. Semakin tinggi risiko kematian, maka semakin tinggi pula tingkat mortalita dari peserta program dana pensiun [8].

Tabel mortalitas terdiri dari beberapa kolom yaitu *x* yang menyatakan umur peserta, *l_x* menyatakan jumlah orang yang tepat berusia *x*, *dx* menyatakan jumlah orang yang meninggal dari usia *x* sampai *x + 1*, *q_x* menyatakan seseorang yang berusia *x* meninggal sebelum usia *x + 1*, *px* menyatakan suatu peluang hidup seseorang yang berusia *x*, dan *e_x* merupakan harapan hidup dari seseorang yang berusia *x*.

G. Fungsi Kelangsungan Hidup

Fungsi kelangsungan hidup merupakan fungsi yang menunjukkan peluang hidup peserta dana pensiun akan tetap

Tabel 6.
Iuran normal dan kewajiban aktuarial metode *traditional unit credit* kasus pensiun normal

Peserta	<i>x</i>	<i>e</i>	Iuran Normal	Kewajiban Aktuarial
A	27	22	1.080.935	5.404.676
B	27	22	1.178.465	5.892.326
C	34	24	3.066.419	30.664.186
D	34	26	3.298.173	26.385.388
E	41	25	5.589.852	89.437.638
F	41	25	6.006.175	96.098.804
G	48	24	9.882.894	237.189.464
H	48	24	10.582.454	253.978.887

Tabel 7.
Iuran normal dan kewajiban aktuarial metode *traditional unit credit* kasus pensiun dipercepat

Peserta	<i>x</i>	<i>e</i>	Iuran Normal	Kewajiban Aktuarial
A	27	22	2.590.650	12.953.250
B	27	22	2.734.003	13.670.013
C	34	24	7.332.955	73.329.550
D	34	26	7.668.619	61.348.955
E	41	25	13.367.430	213.878.879
F	41	25	13.965.024	223.440.386
G	48	24	23.633.701	567.208.817
H	48	24	24.550.964	589.223.126

Tabel 8.
Iuran normal dan kewajiban aktuarial metode *traditional unit credit* kasus pensiun dipercepat dengan skema baru

Peserta	<i>x</i>	<i>e</i>	Iuran Normal	Kewajiban Aktuarial
A	27	22	2.590.650	12.953.250
B	27	22	2.734.003	13.670.013
C	34	24	7.332.955	73.329.550
D	34	26	7.668.619	61.348.955
E	41	25	13.367.430	213.878.879
F	41	25	13.965.024	223.440.386
G	48	24	23.633.701	567.208.817
H	48	24	24.550.964	589.223.126

bekerja sampai waktu pensiun yang dirumuskan sebagai berikut [9]:

$${}_n p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x} \tag{8}$$

dimana v^n merupakan faktor diskonto untuk tahun ke- n dan i merupakan tingkat suku bunga.

H. Fungsi Tingkat Suku Bunga

Fungsi tingkat suku bunga digunakan sebagai faktor diskonto suku bunga saat menjadi peserta program pensiun, dari suatu pembayaran yang akan datang ke waktu sekarang. Persamaan dari fungsi tingkat suku bunga sebagai berikut [9]:

$$v^n = \frac{1}{(1+i)^n} \tag{9}$$

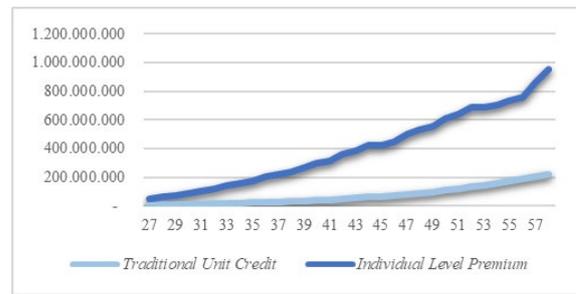
dimana v^n merupakan faktor diskonto untuk tahun ke- n dan i merupakan tingkat suku bunga.

I. Fungsi Gaji

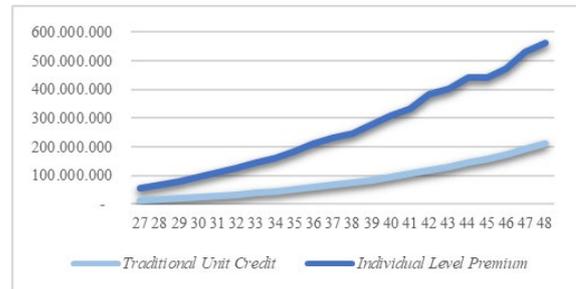
Gaji merupakan pembayaran yang diberikan kepada tenaga kerja oleh pemberi kerja. Persamaan dari fungsi gaji sebagai berikut [10]:

$$S_{r-1} = S_x(1+s)^{r-x-1} \tag{10}$$

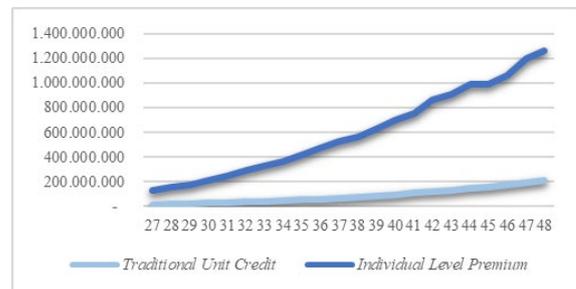
dimana S_{r-1} adalah akumulasi gaji pokok terakhir sebelum pensiun, S_x adalah akumulasi gaji peserta selama 1 tahun, s adalah tingkat kenaikan gaji setiap tahun, r adalah usia pensiun peserta, dan x adalah usia peserta saat ini.



Gambar 5. Perbandingan kewajiban aktuarial metode kasus pensiun normal.



Gambar 6. Perbandingan kewajiban aktuarial metode kasus pensiun dipercepat.



Gambar 7. Perbandingan kewajiban aktuarial metode kasus pensiun dipercepat dengan skema baru.

J. Fungsi Manfaat

Fungsi manfaat digunakan untuk menentukan besarnya manfaat yang harus dibayarkan ketika peserta memasuki masa pensiun dan perhitungan manfaat berdasarkan gaji terakhir dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$B_r = k(r - e)S_{r-1} \tag{11}$$

dimana B_r merupakan total manfaat pensiun yang diterima ketika peserta memasuki usia pensiun, k merupakan proporsi gaji untuk dana pensiun, dan e merupakan usia peserta saat mengikuti program pensiun.

K. Anuitas Jiwa Awal Seumur Hidup

Anuitas seumur hidup adalah serangkaian pembayaran yang dilakukan pada awal setiap tahun yang dibayarkan selama hidup dan berhenti setelah meninggal. Anuitas awal dapat ditentukan dengan persamaan [9]:

$$\ddot{a} = \sum_{n=0}^{\infty} v^n {}_n p_x \tag{12}$$

dimana \ddot{a} merupakan anuitas jiwa awal yang dibayarkan saat usia x tahun hingga meninggal, v^n adalah faktor diskonto, dan ${}_n p_x$ adalah peluang peserta berusia x tetap hidup paling sedikit n tahun.

L. Metode Individual Level Premium

Metode *Individual Level Premium* merupakan nilai kini dari total manfaat pensiun yang didistribusikan secara merata

untuk setiap masa kerja dari tanggal perhitungan aktuarial hingga usia pensiun normal [11]. Metode ini menggunakan asumsi kenaikan gaji dengan besar anuitas telah ditentukan berdasarkan masa kerja sekarang dan masa kerja diwaktu yang akan datang.

Iuran Normal merupakan iuran tetap yang dihitung setiap tahun untuk menutup sebagian dari nilai kini manfaat pensiun yang dialokasikan untuk tahun tersebut menurut metode aktuarial yang digunakan dalam rumus iuran normal. Iuran normal metode *Individual Level Premium* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut [12]:

$${}^{ILP^r}(NC)_e = B_r \ddot{a}_r \frac{D_r^{(T)}}{N_e^{(T)} - N_x^{(T)}} \quad (13)$$

Sedangkan kewajiban aktuarial merupakan kewajiban dana pensiun yang dihitung berdasarkan anggapan dana pensiun terus berlangsung sampai seluruh kewajiban aktuarial terpenuhi. Perhitungan besar kewajiban aktuarial dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [12]:

$${}^{ILP^r}(AL)_x = {}^{ILP^r}(NC)_e \frac{N_e^{(T)} - N_x^{(T)}}{D_x^{(T)}} \quad (14)$$

M. Metode Traditional Unit Credit

Metode *Traditional Unit Credit* dikenal sebagai *unit credit cost method*. Metode ini sering digunakan untuk manfaat pensiun tetap dan asumsi skala gaji untuk gaji peserta tahun-tahun mendatang tidak diasumsikan. Sehingga total besar manfaat pensiun pada usia x dipengaruhi oleh besar manfaat saat usia x tahun dikalikan dengan usia saat ini dikurangi dengan usia peserta ketika masuk program pensiun ($x - e$) [13].

Persamaan iuran normal untuk metode *Traditional Unit Credit* sebagai berikut:

$${}^{TUC^r}(NC)_x = b_x \ddot{a}_r v^{r-x} r-x p_x \quad (15)$$

Sedangkan perhitungan kewajiban aktuarial untuk metode *Traditional Unit Credit* sebagai berikut:

$${}^{TUC^r}(AL)_x = (x - e)(NC)_x \quad (16)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Sumber data yang digunakan untuk penelitian ini ada dua yaitu tingkat suku bunga bulanan Bank Indonesia yang merupakan data primer yang diperoleh dari situs resmi Bank Indonesia dan situs resmi Badan Pusat Statistik serta data sekunder 8 pegawai PT XYZ. Data terdiri dari 8 sampel data pegawai yang memiliki jenis kelamin, tanggal lahir, tanggal masuk program pensiun, dan besar gaji pokok yang berbeda-beda. Dua orang pegawai yang jenis kelaminnya berbeda mewakili setiap tingkatan manajemen pada PT XYZ, sehingga sudah cukup mewakili keseluruhan pegawai di PT XYZ.

Digunakan bantuan *software Microsoft Excel, Matlab*, dan *Rstudio* untuk mencari nilai estimasi parameter, meramalkan tingkat suku bunga, dan melakukan perhitungan dana pension.

B. Langkah Analitis

Langkah-langkah analisis pada penelitian ini diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur dari penelitian terdahulu.
2. Mengumpulkan data tingkat suku bunga bulanan Bank Indonesia periode 2013-2022 dan data delapan orang pegawai.
3. Melakukan uji normalitas pada data suku bunga Bank Indonesia.
4. Melakukan estimasi parameter tingkat suku bunga model vasicek berdasarkan data tingkat suku bunga bulanan Bank Indonesia.
5. Menghitung besar manfaat pensiun untuk masing-masing peserta saat mencapai usia pensiun normal dan dipercepat menggunakan persamaan 10 dan 11.
6. Melakukan perhitungan dana pensiun kasus normal menggunakan kedua metode.
7. Melakukan perhitungan dana pensiun kasus dipercepat menggunakan kedua metode.
8. Melakukan perhitungan dana pensiun kasus dipercepat dengan skema baru (besar manfaat sama dengan besar manfaat kasus pensiun normal.)
9. Membandingkan hasil perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial untuk ketiga kasus pensiun.
10. Menarik kesimpulan skema terbaik yang dapat dipilih oleh pemegang polis maupun perusahaan pemberi kerja.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Kolmogorov-Smirnov

Uji normalitas data digunakan untuk menentukan apakah data suku bunga Bank Indonesia periode 2013-2022 mengikuti distribusi normal. Untuk menguji normalitas data, digunakan bantuan *software Rstudio* dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Didapatkan nilai p-value sebesar 0,01581. Nilai p-value yang didapatkan kurang dari nilai α 0,05 sehingga keputusan yang diambil adalah Tolak H_0 dan diambil kesimpulan bahwa data suku bunga Bank Indonesia periode 2013-2022 tidak memiliki distribusi normal.

Namun terdapat teorema limit pusat (*central limit theorem*) yang menyatakan bahwa kurva distribusi sampling jika memiliki sampel lebih dari 30 atau sampel menuju $n \rightarrow \infty$, dengan rata-rata μ dan standar deviasi berhingga $\sigma < \infty$. Maka distribusi sampling nilai Z mendekati distribusi normal standar $N \sim (0,1)$. Teorema limit pusat menyatakan dengan jelas bahwa rata-rata sampel mendekati distribusi normal ketika ukuran sampel menuju tak hingga [14]. Karena sampel yang digunakan lebih dari 30 data, maka dapat diasumsikan data suku bunga Bank Indonesia periode 2013-2022 mengikuti distribusi normal.

B. Estimasi Parameter Model Vasicek

Estimasi parameter untuk model suku bunga vasicek dicari dengan metode *Generalized Method of Moments*. Menggunakan perhitungan dari persamaan 3, didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} p \\ q \end{bmatrix} ; \hat{\beta} = \begin{bmatrix} 0,9855 \\ 0,0786 \end{bmatrix}$$

Didapatkan nilai p dan q yaitu 0,9855 dan 0,0786 dan kedua nilai tersebut di substitusikan ke dalam persamaan 4, 5, dan 6 didapatkan parameter a , b , dan v sebagai berikut:

$$a = 0,0145 ; b = 5,4271 ; v = 0,2438$$

Parameter a , b , dan v kemudian di substitusikan ke dalam persamaan 7 dan menjadi sebagai berikut:

$$di(t) = 0,0145(5,4271 - i(t))dt + 0,2438dW(t) \quad (17)$$

Selanjutnya dengan bantuan *software Rstudio*, didapatkan hasil peramalan suku bunga model vasicek seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.

Hasil peramalan suku bunga menunjukkan nilai yang berada di antara 5 sampai 6 persen. Rata-rata tingkat suku bunga yang dihasilkan dari peramalan ini sekitar 5,3655 persen, mendekati nilai rata-rata suku bunga Bank Indonesia periode 2013-2022 sebesar 5,4187.

Suku bunga vasicek yang mengikuti proses *Ornstein-Uhlenbeck* juga memiliki sifat *mean reverting* yang berarti bahwa hasil peramalan suku bunga akan kembali ke nilai rata-rata atau ditarik kembali ke nilai keseimbangan.

C. Manfaat Pensiun

Menggunakan persamaan 10 dan 11, didapatkan perhitungan besar manfaat pensiun untuk kasus normal dan dipercepat. Namun terdapat sedikit perbedaan perhitungan besar manfaat untuk metode *Individual Level Premium* dan *Traditional Unit Credit*. Hal ini disebabkan karena metode *Traditional Unit Credit* tidak mengasumsikan adanya kenaikan gaji di tahun-tahun mendatang.

Besar manfaat pensiun yang didapatkan peserta untuk metode *Individual Level Premium* untuk masing-masing peserta dapat dilihat pada Tabel 1.

Peserta A mendapatkan manfaat pensiun sebesar Rp 34.147.941 dan peserta D mendapatkan manfaat pensiun sebesar Rp 39.824.910. Dalam perbandingan ini, dapat terlihat bahwa besar gaji yang didapatkan mempengaruhi besar manfaat yang diterima, walaupun masa kerja peserta A lebih lama dibandingkan peserta D. Hal ini menunjukkan bahwa lama masa kerja juga mempengaruhi besarnya manfaat pensiun yang didapatkan.

Sedangkan besar manfaat pensiun yang didapatkan peserta untuk metode *Traditional Unit Credit* untuk masing-masing peserta dapat dilihat pada Tabel 2.

Dapat dilihat bahwa peserta C mendapatkan Rp 32.640.000, sedangkan peserta G mendapatkan Rp 48.960.000. Dapat diambil kesimpulan juga bahwa semakin besar gaji pokok yang didapatkan, besar manfaat pensiun untuk usia x tahun akan semakin besar pula.

Terdapat perbedaan yang signifikan pada besar manfaat pensiun yang didapatkan oleh masing-masing peserta kasus pensiun normal dan dipercepat.

D. Metode Individual Level Premium

Metode *Individual Level Premium* merupakan nilai kini dari total manfaat pensiun yang didistribusikan secara merata dari tanggal perhitungan aktuarial hingga usia pensiun normal. Menggunakan persamaan 13 dan 14, didapatkan perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial pada kasus pensiun normal untuk seluruh peserta dapat dilihat pada Tabel 3.

Besarnya iuran normal dipengaruhi oleh besar manfaat pensiun dan lama masa kerja tersisa dari peserta program pensiun. Peserta C harus membayar iuran normal setiap tahunnya sebesar Rp 12.915.49492 sedangkan peserta E harus membayar sebesar Rp 11.903.411 setiap tahunnya. Peserta C dan E sama-sama berjenis kelamin laki-laki. Besarnya iuran normal yang harus dibayarkan peserta C dan peserta E hampir sama, padahal mereka memiliki usia masuk program pensiun yang berbeda dan manfaat pensiun yang berbeda. Kemudian dilakukan perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial untuk kasus pensiun dipercepat yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Besar iuran normal dan kewajiban aktuarial yang harus dibayarkan setiap peserta pada kasus pensiun dipercepat besarnya tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan kasus pensiun normal. Hal ini dikarenakan manfaat yang diterima oleh peserta juga semakin kecil sehingga jumlah yang harus dibayarkan peserta maupun perusahaan juga akan semakin kecil.

Peserta G dan H memiliki usia saat ini yang sama dan usia masuk program pensiun yang sama, namun besar iuran normal dan kewajiban aktuarial untuk peserta G dan H berbeda. Hal ini dikarenakan perbedaan jenis kelamin antar keduanya. Angka harapan hidup laki-laki lebih rendah jika dibandingkan dengan perempuan, sehingga iuran normal dan kewajiban aktuarial yang didapatkan oleh laki-laki nilainya akan semakin kecil.

Dilakukan perhitungan juga untuk mencari tahu besarnya iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan besar manfaat yang sama ketika peserta menerima manfaat pensiun kasus normal seperti pada Tabel 5.

Besarnya iuran normal dan kewajiban aktuarial yang harus dibayarkan pada saat peserta memasuki kasus pensiun dengan skema baru dua setengah kali lipat lebih besar jika dibandingkan dengan iuran normal dan kewajiban aktuarial ketika kasus pensiun normal. Hal ini menyatakan bahwa sisa masa kerja yang sedikit mempengaruhi besarnya iuran normal, begitu juga besarnya gaji atau manfaat yang akan diterima juga mempengaruhi besarnya iuran normal yang harus dibayarkan peserta.

Besarnya iuran normal yang harus dibayarkan peserta sama besar setiap tahunnya, namun besarnya kewajiban aktuarial yang harus dibayarkan perusahaan berubah-ubah setiap tahunnya, hal ini dikarenakan nilai kewajiban aktuarial juga dipengaruhi oleh banyaknya orang yang berusia tepat x tahun, yang dapat dilihat pada Tabel Mortalita Indonesia IV. Semakin besar usia peserta, maka nilai kewajiban aktuarial juga akan semakin besar.

Nilai iuran normal dan kewajiban aktuarial pada kasus pensiun normal dan dipercepat tidak terlalu berbeda jauh. Namun pada perhitungan untuk pensiun dipercepat skema baru terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada iuran normal dan kewajiban aktuarial. Apabila manfaat yang didapatkan semakin besar, maka iuran normal dan kewajiban aktuarial yang harus dibayarkan semakin besar pula.

E. Metode Traditional Unit Credit

Metode *Traditional Unit Credit* merupakan metode valuasi aktuarial yang tidak memperhatikan kenaikan gaji pada tahun-tahun mendatang. Menggunakan persamaan 15 dan 16

didapatkan besar iuran normal dan kewajiban aktuarial untuk kasus pensiun normal seperti pada Tabel 6.

Peserta A harus membayar iuran normal pada usia 27 tahun sebesar Rp 1.080.935. Sedangkan peserta B harus membayar sebesar Rp 1.178.465 pada usia 27 tahun. Mereka sama-sama berusia 27 tahun dan usia masuk program pensiunnya juga sama yakni 22 tahun. Perbedaan besaran iuran normal ini disebabkan karena perbedaan jenis kelamin. Angka harapan hidup untuk laki-laki lebih rendah jika dibandingkan dengan perempuan, sehingga besar iuran normal yang harus dibayarkan peserta juga berbeda. Kemudian dilakukan perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial untuk kasus pensiun dipercepat yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Besar iuran normal dan kewajiban aktuarial yang harus dibayarkan setiap peserta pada kasus pensiun dipercepat besarnya tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan kasus pensiun normal. Hal ini dikarenakan manfaat yang diterima oleh peserta juga semakin kecil sehingga jumlah yang harus dibayarkan peserta maupun perusahaan juga akan semakin kecil.

Akan dilakukan perhitungan juga untuk mencari tahu besarnya iuran normal dan kewajiban aktuarial dengan besar manfaat yang sama ketika peserta menerima manfaat pensiun kasus normal seperti pada Tabel 8.

Besar iuran normal dan kewajiban aktuarial untuk kasus pensiun dipercepat dengan skema baru tidak ada perbedaannya dengan kasus pensiun dipercepat. Hal ini dapat dikarenakan perhitungan manfaat metode *Traditional Unit Credit* tidak memperhatikan kenaikan gaji di masa-masa mendatang, dan hanya memperhatikan besar gaji yang diterima saat ini dan lama masa kerja peserta.

Iuran normal dan kewajiban aktuarial yang harus dibayarkan mengalami kenaikan seiring berjalannya waktu usia peserta. Semakin tua usia peserta, maka besar iuran normal dan kewajiban aktuarial akan semakin besar nilainya. Hal ini dikarenakan besar iuran normal dipengaruhi pula oleh besarnya angka harapan hidup peserta. Iuran normal dan kewajiban aktuarial untuk kasus pensiun dipercepat dan dipercepat dengan skema baru besarnya sama. Hal ini dikarenakan kesamaan nilai besar manfaat yang diperoleh saat peserta mencapai usia pensiun normal dan usia pensiun dipercepat.

Berdasarkan perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial yang telah dibahas di atas, metode *Individual Level Premium* memperhitungkan tingkat kenaikan gaji sampai peserta memasuki usia pensiun, sedangkan metode *Traditional Unit Credit* tidak memperhitungkan tingkat kenaikan gaji. Kedua metode sama-sama dipengaruhi oleh lama masa kerja peserta. Semakin lama masa kerja peserta, maka semakin besar pula iuran normal dan kewajiban aktuarial yang harus dibayarkan.

Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 adalah grafik perbandingan iuran normal *Individual Level Premium* dan *Traditional Unit Credit* untuk ketiga kasus pensiun.

Jika ketiga grafik di atas dibandingkan, tidak ada perbedaan bentuk grafik antara pensiun normal dan dipercepat untuk kedua metode. Sedangkan untuk kasus pensiun dipercepat dengan skema baru grafik iuran normal metode *Traditional Unit Credit* lebih landai jika dibandingkan dengan grafik yang lain. Hal ini bisa saja dikarenakan terjadi perbedaan

jumlah iuran normal yang cukup signifikan antara metode *Individual Level Premium* dan *Traditional Unit Credit*.

Secara keseluruhan, besar iuran normal metode *Individual Level Premium* saat skema baru memiliki nilai yang terbesar diantara yang lainnya. Seharusnya besar manfaat yang diterima berbeda, menyesuaikan dengan lama masa kerja peserta. Nilai iuran normal dipengaruhi oleh besar manfaat yang diterima dan juga masa kerja peserta. Semakin lama masa kerja peserta, maka iuran normal yang harus dibayarkan semakin sedikit dan sebaliknya, jika masa kerja peserta hanya sebentar, maka iuran normal yang harus dibayarkan semakin besar.

Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7 adalah grafik perbandingan kewajiban aktuarial *Individual Level Premium* dan *Traditional Unit Credit* untuk ketiga kasus pensiun.

Secara keseluruhan, besar kewajiban aktuarial metode *Individual Level Premium* saat skema baru memiliki nilai yang terbesar diantara yang lainnya. Hal ini dikarenakan pada pensiun dipercepat skema baru, besar manfaat yang diterima oleh peserta besarnya sama dengan kasus pensiun normal. Seharusnya besar yang diterima berbeda, menyesuaikan dengan lama masa kerja peserta.

Perhitungan kasus pensiun dipercepat dengan skema baru (digunakan usia pensiun dipercepat, namun dengan besar manfaat pensiun normal) untuk metode *Individual Level Premium* tidak dapat diterapkan pada perhitungan dana pensiun untuk perusahaan. Hal ini dikarenakan besar iuran normal yang dihasilkan lebih besar jika dibandingkan gaji yang diperoleh peserta.

Dapat dikatakan bahwa nilai iuran normal dipengaruhi oleh besar manfaat yang diterima dan juga masa kerja peserta. Semakin lama masa kerja peserta, maka iuran normal yang harus dibayarkan semakin sedikit dan sebaliknya, jika masa kerja peserta hanya sebentar, maka iuran normal yang harus dibayarkan semakin besar.

Terdapat perbedaan yang signifikan antara besar kewajiban aktuarial yang harus dibayarkan perusahaan menggunakan metode *Individual Level Premium* dan *Traditional Unit Credit*. Besarnya kewajiban aktuarial menggunakan metode *Individual Level Premium* pada ketiga kasus pensiun selalu lebih besar. Hal ini dikarenakan perbedaan perhitungan besar manfaat pensiun pada kedua metode yang sangat mempengaruhi besarnya kewajiban aktuarial yang harus dibayarkan Perusahaan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Suku bunga vasicek mengikuti proses *Ornstein-Uhlenbeck* yang memiliki sifat *mean reverting* yang berarti hasil peramalan suku bunga akan ditarik kembali ke titik keseimbangan atau akan kembali ke nilai rata-rata.

Besar manfaat pensiun untuk kasus normal lebih besar jika dibandingkan dengan kasus dipercepat. Hal ini disebabkan karena lama masa kerja mempengaruhi besar manfaat pensiun yang didapatkan peserta. Semakin lama peserta bekerja, maka besar manfaat yang diterima juga semakin besar. Hal lain yang mempengaruhi besar manfaat pensiun adalah besarnya gaji. Semakin besar gaji yang diperoleh, semakin besar pula manfaat pensiun yang akan diterima. Perhitungan manfaat yang digunakan untuk metode *Individual Level Premium* berbeda dengan *Traditional Unit*

Credit. Perhitungan manfaat untuk metode *Individual Level Premium* menggunakan asumsi tingkat kenaikan gaji yang diperoleh peserta di tahun-tahun berikutnya, sedangkan metode *Traditional Unit Credit* hanya dipengaruhi oleh masa kerja peserta.

Iuran normal dan kewajiban aktuarial kasus pensiun dipercepat lebih besar jika dibandingkan dengan pensiun normal. Hal ini dikarenakan lama masa kerja karyawan dan besar manfaat yang didapatkan sangat mempengaruhi hasil perhitungan iuran normal dan kewajiban aktuarial.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ichsan, "Perhitungan Dana Pensiun Dipercepat dengan Metode Individual Level Premium dan Metode Projected Unit Credit," Departemen Matematika, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2021.
- [2] S. Z. Marts, "Sandwich Generation Caregivers: Ethical Legacies Throughout Generations," Leadership Studies Department, The University of San Francisco, San Francisco, 2013.
- [3] L. N. Kamila, "Perhitungan Aktuarial untuk Manfaat Pensiun Normal dan Dipercepat Menggunakan Metode Projected Unit Credit, Traditional Unit Credit, dan Entry Age Normal," Departemen Aktuarial, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2023.
- [4] F. A. Irawan, "Analisis Obligasi dengan Pemodelan Suku Bunga Vasicek Model Merton," Departemen Matematika, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2020.
- [5] M. Schulmerich, *Real Options Valuation: The Importance of Interest Rate Modelling in Theory and Practice*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. doi: 10.1007/978-3-642-12662-8. ISBN: 978-3-642-12661-1.
- [6] Y. D. Hatanti, "Perbandingan Model Smith, Schlather, Brown-Resnick dan Geometric Gaussian pada Pemodelan Curah Hujan (Studi Kasus: Curah Hujan Ekstrem di Kabupaten Lamongan)," Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.
- [7] B. H. S. Utami, Warsono, D. Kurniasari, M. Usman, and F. A. Elfaki, "Generalized method of moments' characteristics and its application on paneldata," *Sci.Int.(Lahore)*, vol. 26, no. 3, pp. 985–990, 2014.
- [8] M. S. Sula, *Asuransi Syariah: Life And General: Konsep Dan Sistem Operasional*. Jakarta: Gema Insani Press, 2004.
- [9] A. R. Effendie, *Matematika Aktuarial dengan Menggunakan Software R*. Yogyakarta: UGM Press, 2021. ISBN: 978-602-386-006-7.
- [10] W. H. Aitken, *A Problem-Solving Approach to Pension Funding and Valuation*, 2nd ed. Winsted: ACTEX Publications, 1994. ISBN: 1-56698-200-6.
- [11] M. Ahyar, N. Satyahadewi, and H. Perdana, "Metode projected unit credit dan individual level premium dalam perhitungan dana pensiun," *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, vol. 10, no. 1, pp. 151–158, 2021.
- [12] A. W. Anderson, *Pension Mathematics for Actuaries*, 3rd ed. United States: ACTEX Publications, 2006. ISBN: 9781566985598.
- [13] R. Nur Rahmalita, N. Satyahadewi, and S. Wira Rizki, "Perhitungan dana pensiun dengan metode traditional unit credit (tuc) pada tingkat suku bunga konstan dan model vasicek (studi kasus: guru honorer kemenag di Kecamatan Kapuas)," *Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, vol. 9, no. 4, pp. 541–548, 2020.
- [14] F. M. Dekking, C. Kraaikamp, H. P. Lopuhaä, and L. E. Meester, *A Modern Introduction to Probability and Statistics*. London: Springer London, 2005. doi: 10.1007/1-84628-168-7. ISBN: 978-1-85233-896-1.