

METODE *NON-LINEAR LEAST SQUARE* PADA DISTRIBUSI MAKEHAM DALAM PENENTUAN NILAI PREMI ASURANSI JIWA DWIGUNA

Angelia Elvira Dira, Neva Satyahadewi, Hendra Perdana

INTISARI

Asuransi dwiguna adalah perlindungan yang memberikan jumlah uang pertanggungan saat tertanggung meninggal dalam periode tertentu, sekaligus memberikan seluruh uang pertanggungan jika masih hidup pada masa akhir pertanggungan. Pada penelitian ini, peneliti memilih menghitung premi asuransi berdasarkan asumsi Makeham yang menekankan pada faktor selain faktor usia, seperti kecelakaan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan besar nilai premi pada asuransi jiwa dwiguna berdasarkan metode non-linear least square pada distribusi Makeham. Langkah awal dengan menggunakan Tabel Mortalita Indonesia 2019 terlihat bahwa data tidak bersifat linear. Sehingga, proses estimasi parameter Makeham menggunakan metode non-linear least square. Diperoleh parameter A merupakan risiko kematian yang disebabkan oleh faktor selain usia, sedangkan parameter B dan c merupakan risiko kematian disebabkan oleh faktor usia. Kemudian dari parameter yang diperoleh dibentuk tabel mortalita distribusi Makeham yang digunakan untuk menghitung nilai anuitas, nilai asuransi jiwa dwiguna, dan premi asuransi jiwa. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan nilai premi asuransi jiwa dwiguna dapat disimpulkan bahwa semakin kecil risiko yang diterima peserta asuransi, maka semakin murah juga nilai premi yang dibayarkan. Pembayaran premi juga dipengaruhi oleh usia, tingkat suku bunga, dan lama masa pertanggungan. Dimana nilai premi yang harus dibayarkan peserta asuransi cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya usia peserta asuransi dan meningkat ketika usia peserta asuransi semakin cepat, begitu juga dengan tingkat suku bunga dan masa pertanggungan di mana semakin besar tingkat suku bunga dan semakin lama masa pertanggungan yang digunakan maka nilai premi yang dibayarkan semakin murah.

Kata kunci: *Asuransi jiwa, distribusi Makeham, non-linear least square*

PENDAHULUAN

Asuransi merupakan suatu cara untuk memberikan perlindungan kepada tertanggung apabila terjadi resiko di masa mendatang. Pada umumnya asuransi dibagi dalam dua kelompok utama, yaitu asuransi jiwa dan asuransi kerugian. Asuransi kerugian merupakan perlindungan terhadap harta milik serta kepentingan dan tanggung jawab hukumnya [1]. Asuransi jiwa adalah suatu upaya perlindungan yang diberikan oleh pihak penanggung terhadap risiko pada jiwa tertanggung yang akan timbul dari suatu peristiwa yang tidak dapat diprediksi seperti kematian, kecelakaan, atau kehilangan kemampuan dalam memperoleh penghasilan [2]. Asuransi jiwa dibagi menjadi tiga jenis, yaitu asuransi jiwa berjangka, asuransi jiwa seumur hidup, dan asuransi jiwa dwiguna (*endowment*). Asuransi jiwa dwiguna merupakan perpaduan antara asuransi jiwa berjangka dan asuransi jiwa seumur hidup: [3]

Premi dapat dihitung menggunakan asumsi mortalita *Gompertz* dengan faktor resiko probabilitas hidup dan nilai tukar rupiah. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan risiko pada perusahaan asuransi bila terjadi peningkatan suku bunga yang dipengaruhi oleh nilai tukar rupiah [4]. Kelemahan dari penelitian ini berfokus pada kemungkinan kematian atau probabilitas hidup yang ditekankan pada faktor usia, akan tetapi hukum mortalita *Gompertz* belum memperhitungkan kemungkinan lain seperti resiko kecelakaan yang dapat mempengaruhi probabilitas hidup. Penelitian lain menggunakan hukum *de Moivre* untuk menghitung premi tahunan pada asuransi jiwa seumur hidup dapat disimpulkan bahwa besaran jumlah premi tahunan dipengaruhi oleh umur peserta asuransi, tingkat bunga dan besarnya uang pertanggungan. Semakin tua umur peserta ketika memulai asuransi, semakin besar premi yang harus dibayarkan, namun semakin singkat perkiraan usia maksimal maka semakin rendah premi tahunan yang harus dibayarkan [5]. Penelitian ini juga memiliki kelemahan yaitu tidak

mempertimbangkan resiko kecelakaan dalam perhitungan premi. Oleh karena itu, peneliti memilih menghitung premi asuransi berdasarkan asumsi *Makeham* yang tidak hanya memperhitungkan faktor usia saja, tetapi menekankan pada faktor lain seperti kecelakaan dalam menentukan besaran premi.

ASURANSI JIWA

Asuransi jiwa adalah asuransi yang bertujuan menanggung risiko-risiko orang terhadap kerugian finansial yang tak terduga yang disebabkan oleh kematian, kecelakaan atau mengalami cacat tetap [6]. Dalam asuransi jiwa terdapat suatu bentuk perjanjian (kontrak) yang mengikat kedua belah pihak yaitu Perusahaan asuransi (penanggung) dengan nasabah (tertanggung) yang biasa disebut polis: [7]

Asuransi jiwa dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu peluang seseorang umur tertentu meninggal dalam jangka waktu tertentu, tingkat suku bunga yang diperoleh dari dana yang diinvestasikan dan biaya pemasaran polis serta biaya administrasi lainnya di perusahaan untuk mengurus polis tersebut [7]. Asuransi jiwa dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu *Term of Life Insurance* (Asuransi Jiwa Berjangka), *Whole Life Insurance* (Asuransi Jiwa Seumur Hidup) dan *Endowment of Life Insurance* (Asuransi Jiwa *Endowment* / Dwiguna).

Asuransi Jiwa Berjangka n -Tahun

Asuransi berjangka n tahun dengan memberikan satu unit pada akhir tahun kematian [3], diperoleh:

$$\begin{aligned} b_{t+1} &= \begin{cases} 1 & ; t = 0, 1, 2, \dots, n-1 \\ 0 & ; t = n, n+1 \end{cases} \\ v_{t+1} &= \begin{cases} v^{t+1} & ; t = 0, 1, 2, \dots, n-1 \\ 0 & ; t = n, n+1 \end{cases} \\ Z = b_{t+1} \cdot v_{t+1} &= \begin{cases} v^{t+1} & ; t = 0, 1, 2, \dots, n-1 \\ 0 & ; t = n, n+1 \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

Nilai sekarang aktuarial seseorang berusia x untuk asuransi jiwa berjangka n tahun adalah:

$$A_{1:\overline{x}|n} = \sum_{t=0}^{n-1} (v^{t+1}) ({}_t p_x) (q_{x+t}) \quad (2)$$

keterangan:

- $A_{1:\overline{x}|n}$: Nilai sekarang aktuarial dari asuransi jiwa berjangka n tahun untuk seseorang berusia x tahun
- v^{t+1} : Faktor diskonto suku bunga yang ditetapkan untuk periode dari waktu pengembalian pembayaran sampai waktu diterbitkannya polis ketika tertanggung mempunyai sisa usia masa depan t , yaitu ketika tertanggung meninggal pada tahun $t - 1$ dari asuransi
- ${}_t p_x$: Peluang seseorang yang sekarang berusia x tahun akan hidup sampai $x + 1$ tahun
- q_{x+t} : Peluang seseorang yang sekarang berusia $x + 1$ tahun akan meninggal satu tahun kemudian

Asuransi Jiwa Dwiguna Murni n -Tahun

Asuransi jiwa dwiguna murni n tahun memberikan manfaat sebesar satu kepada tertanggung (*insured*) pada akhir tahun ke- n apabila tertanggung masih hidup pada waktu tersebut [3]. Asuransi ini dapat ditulis sebagai:

$$\begin{aligned} b_{t+1} &= \begin{cases} 0 & , t = 0, 1, 2, \dots, n-1 \\ 1 & , t = n, n+1, \dots \end{cases} \\ v_{t+1} &= \begin{cases} 0 & , t = 0, 1, 2, \dots, n-1 \\ v^n & , t = n, n+1, \dots \end{cases} \\ Z = b_{t+1} \cdot v_{t+1} &= \begin{cases} 0 & , t = 0, 1, 2, \dots, n-1 \\ v^n & , t = n, n+1, \dots \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

Nilai sekarang aktuarial (*actuarial present value*) untuk asuransi ini dengan menggunakan *equivalence premium principle* diberikan oleh:

$$A_{\overline{x:n}|} = (v^n) {}_n p_x \quad (4)$$

Asuransi Jiwa Dwiguna (*Endowment Insurance*)

Asuransi jiwa dwiguna adalah suatu jenis asuransi yang merupakan gabungan dari asuransi jiwa murni (*pure endowment*) dan asuransi jiwa berjangka. Hal ini berarti dalam maupun saat berakhirnya masa pertanggungan kepada pemegang polis baik meninggal maupun bertahan hidup akan dibayarkan uang pertanggungan. Polis asuransi jiwa dwiguna menjanjikan pembayaran sejumlah uang bila terjadi kematian dalam jangka waktu atau bila tertanggung hidup diakhir jangka waktu. Polis asuransi jiwa dwiguna memberikan manfaat asuransi dalam dua cara, yaitu: [8]

- Sebagai manfaat kematian bagi waris bila tertanggung meninggal dalam jangka polis, atau
- Sebagai manfaat kehidupan bagi pemegang polis bila pemegang polis pada akhir jangka pertanggungan, saat itu polis dikatakan siap.

Pada asuransi jiwa dwiguna harga pertanggungan dibayarkan pada saat pemegang polis mengalami kematian x dalam jangka waktu tertentu n tahun. Tetapi jika x bertahan hidup selama n tahun, nilai pertanggungan dibayarkan pada akhir tahun ke- n . Perusahaan yang beroperasi dalam wilayah akan mengelola kewajiban yang sedang berlangsung di bawah kebijakan yang telah ditulis untuk beberapa tahun ke depan. Selain itu, asuransi tradisional dwiguna masih relevan dan populer di beberapa pasar asuransi lainnya: [9]

Berdasarkan Persamaan (2) dan Persamaan (4), diperoleh nilai sekarang aktuarial untuk asuransi jiwa dwiguna sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_{\overline{x:n}|} &= A_{\overline{x:n}|} + A_{\overline{x:n}|} \\ &= \left(\sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} {}_t p_x q_{x+t} \right) + v^n {}_n p_x \end{aligned} \quad (5)$$

Tabel Mortalita

Tabel mortalita adalah tabel tingkat kematian yang diperoleh dari hasil pengamatan mengenai tingkat kematian berdasarkan kelompok umur tertentu [2]. Kewajiban dasar perusahaan asuransi (penanggung) adalah membayar santunan kematian. Karena itu, penanggung harus mengetahui perkiraan “harapan hidup” orang yang ditanggungnya. Dengan memanfaatkan teori probabilitas dan statistik, “harapan hidup” itu dapat dihitung. Peluang hidup biasanya diterapkan ke dalam suatu tabel yang disebut tabel mortalitas (*mortality table*) [10]. Berdasarkan Persamaan (2) diperoleh peluang hidup manusia berusia x tahun bertahan hidup sampai t tahun ${}_t p_x$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} {}_t p_x + q_{x+t} &= 1 \\ {}_t p_x &= 1 - q_x \end{aligned} \quad (6)$$

Anuitas Jiwa

Anuitas adalah suatu pembayaran dalam jumlah tertentu, yang dilakukan setiap selang waktu dan lama tertentu secara berkelanjutan [2]. Berdasarkan cara pembayarannya, anuitas hidup dibedakan menjadi dua macam yaitu anuitas diskrit dan anuitas kontinu. Anuitas diskrit berarti pembayaran anuitas dilakukan secara berkala, tiap bulan, 3 bulan, 6 bulan atau tahunan. Serangkaian pembayaran anuitas ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu, dengan cara berjangka dan seumur hidup.

Anuitas hidup berjangka adalah anuitas hidup yang pembayarannya dilakukan pada jangka waktu tertentu. Nilai tunai anuitas hidup awal berjangka yaitu nilai tunai anuitas hidup yang pembayarannya

dilakukan di setiap awal tahun yang dilakukan dengan jangka waktu tertentu. Nilai tunai anuitas hidup awal berjangka dari peserta asuransi berusia x tahun dan jangka waktu n tahun dinyatakan dengan: [9]

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{t=0}^{n-1} v^t \cdot {}_t p_x \quad (7)$$

DISTRIBUSI MAKEHAM

Distribusi *Makeham* merupakan suatu fungsi perluasan dari distribusi *Gompertz*. Perbedaan antara keduanya, yaitu fungsi distribusi *Makeham* menggunakan parameter tambahan dari fungsi distribusi *Gompertz*. *Force of mortality* pada hukum mortalita *Makeham* dinyatakan dengan:

$$\mu(x) = A + Bc^x \quad (8)$$

Parameter A menyatakan risiko yang disebabkan oleh faktor selain usia dan Bc^x menyatakan risiko karena faktor usia [1]. Oleh karena itu, masing-masing hukum melibatkan sejumlah parameter yang tidak ditentukan, karenanya masing-masing dapat berupa bilangan tak terbatas dari fungsi keberlangsungan hidup yang berbeda. Hukum mortalitas ini hanya membentuk fungsi matematika yang diasumsikan dan tidak menghasilkan pengukuran numerik mortalitas sampai terpilihnya nilai yang sesuai untuk parameter tersebut. Hal ini akan ditemukan bahwa nilai dari masing-masing parameter terletak didalam kisaran batas tertentu ketika fungsi keberlangsungan hidupnya mengikuti pola mortalitas pada umumnya. Misalnya untuk hukum mortalitas *Makeham*, batas parameternya berada pada: [1]

$$0,001 < A < 0,003$$

$$10^{-6} < B < 10^{-3}$$

$$1,08 < c < 1,12$$

Fungsi survival hukum mortalita *Makeham* yaitu:

$$s(x) = \exp\left(-Ax - \frac{B}{\ln c} \cdot (c^x - 1)\right) \quad (9)$$

berdasarkan fungsi survival dapat ditentukan fungsi distribusi kumulatif dari distribusi *Makeham* yaitu:

$$f(x) = 1 - s(x) = 1 - \exp\left(-Ax - \frac{B}{\ln c} (c^x - 1)\right) \quad (10)$$

Fungsi kepadatan peluang dari distribusi *Makeham* sebagai berikut:

$$f(x) = F'(x) = \frac{d}{dx} \left(1 - \exp\left(-Ax - \frac{B}{\ln c} (c^x - 1)\right) \right) \quad (11)$$

$$f(x) = (A + Bc^x) \left(-\exp\left(-Ax - \frac{B}{\ln c} (c^x - 1)\right) \right)$$

Peluang seseorang berusia x tahun dapat bertahan hidup hingga t , yaitu:

$${}_t p_x = \frac{s(x+t)}{s(x)} = \frac{\exp\left(-A(x+t) - \frac{B}{\ln c} (c^{x+t} - 1)\right)}{\exp\left(-Ax - \frac{B}{\ln c} (c^x - 1)\right)} \quad (12)$$

dan peluang seseorang tersebut akan meninggal dalam t tahun ke depan adalah:

$${}_t q_x = 1 - {}_t p_x = \frac{\exp\left(-A(x+t) - \frac{B}{\ln c} (c^{x+t} - 1)\right)}{\exp\left(-Ax - \frac{B}{\ln c} (c^x - 1)\right)} \quad (13)$$

Sehingga perhitungan nilai tunai manfaat dengan penerapan Hukum Mortalita *Makeham* menjadi:

$$A_{x:\overline{n}|}^1 = v^n \cdot {}_n p_x = v^n \cdot \frac{\exp\left(-A(x+n) - \frac{B}{\ln c}(c^{x+n} - 1)\right)}{\exp\left(-Ax - \frac{B}{\ln c}(c^x - 1)\right)} \tag{14}$$

$$A_{x:\overline{n}|}^1 = \sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} \cdot \frac{\exp\left(-A(x+t) - \frac{B}{\ln c}(c^{x+t} - 1)\right)}{\exp\left(-Ax - \frac{B}{\ln c}(c^x - 1)\right)} \cdot \left[1 \cdot \frac{\exp\left(-A(x+t+1) - \frac{B}{\ln c}(c^{x+t+1} - 1)\right)}{\exp\left(-A(x+t) - \frac{B}{\ln c}(c^{x+t} - 1)\right)} \right] \tag{15}$$

Untuk menghitung nilai tunai manfaat dengan hukum mortalita *Makeham* akan ditentukan terlebih dahulu nilai parameter *A*, *B*, dan *c* dari *force of mortality* pada hukum mortalita *Makeham* tersebut.

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= \sum_{t=0}^{n-1} v^t \cdot {}_t p_x \\ &= \sum_{t=0}^{n-1} v^t \frac{\exp\left(-A(x+t) - \frac{B}{\ln c}(c^{x+t} - 1)\right)}{\exp\left(-Ax - \frac{B}{\ln c}(c^x - 1)\right)} \end{aligned} \tag{16}$$

$$P(A_{x:\overline{n}|}) = \frac{A_{x:\overline{n}|}^1 + A_{x:\overline{n}|}^{\overline{1}}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \tag{17}$$

Metode Non-linear Least Square (NLS) pada distribusi Makeham

Misalkan x_1, x_2, \dots, x_n menjadi ukuran sampel acak dari distribusi yang memiliki fungsi kepadatan probabilitas hukum *Makeham*, dengan parameter $\theta \in \Omega$ dimana Ω adalah ruang parameter. Fungsi kepadatan probabilitas gabungan dari sampel acak ini sebagai berikut: [11]

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta) = f(x_1; \theta) f(x_2; \theta) \dots f(x_n; \theta) \tag{18}$$

Kemungkinan dan fungsi log kemungkinan untuk hukum *Makeham* masing-masing,

$$L(A, B, c) = \prod_{i=1}^n (A + Bc^{x_i}) \left(\exp\left(-A_{x_i} - \frac{B}{\ln c}(c^{x_i} - 1)\right) \right) \tag{19}$$

dan

$$\ln(L(A, B, c)) = n \cdot \ln A - n \cdot \ln B + \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \ln c - A_{x_i} - \frac{B}{\ln c} \sum_{i=1}^n (c^{x_i} - 1) \tag{20}$$

Metode yang populer adalah *Newton-Raphson*. Metode ini mampu menganalisa parameter dari persamaan non-linear secara iteratif. Misalkan parameter dari $f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta)$ maka langkah-langkah dalam metode *Newton Raphson* sebagai berikut: [12]

1. Tentukan nilai awal: θ^0
2. $\hat{\theta}^0 = \theta^0 - \frac{G(\theta^0)}{H(\theta^0)}$, dimana $H(\theta^0)$ diferensiasi pertama $f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta)$ $\theta = \theta^0$ dan $G(\theta^0) = f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta)$
3. $\hat{\theta}^{t+1} = \theta^t - \frac{G(\theta^t)}{H(\theta^t)}$, misalkan $H(\theta^t) = H^t$ dan $G(\theta^t) = G^t$. Kemudian $\hat{\theta}^{t-1} = \theta^t - (H^t)^{-1}G^t$
4. Lakukan iterasi sampai $|\hat{\theta}^{t+1} - \hat{\theta}^t| < \epsilon$

Metode ini dapat diperluas untuk menyelesaikan sistem persamaan non-linear dengan lebih dari satu parameter. Misalkan $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$ menjadi parameter yang diestimasi maka iterasinya menjadi:

$$\hat{\theta}^{t+1} = \theta^t - (H^t)^{-1} G^t \quad (21)$$

STUDI KASUS

Kehidupan yang dikaitkan dengan terjadinya musibah tidak dapat diramalkan dengan tepat kapan terjadinya. Musibah tersebut dapat berupa penyakit, kecelakaan yang mengakibatkan cacat atau kematian. Menyadari hal tersebut, seorang laki-laki berusia 25 tahun hendak mengikuti program asuransi jiwa. Jenis asuransi jiwa yang dipilih adalah asuransi jiwa dwiguna dengan masa pertanggung jawaban selama 10 tahun. Pembayaran premi dilakukan setiap awal bulan. Besar santunan yang akan diterima ahli waris ketika salah satu tertanggung meninggal dunia adalah Rp 100.000.000,-. Berdasarkan studi kasus diatas, diperoleh informasi sebagai berikut:

1. Usia nasabah, laki-laki $x = 25$
2. Lama masa pertanggung jawaban asuransi, $n = 10$ tahun
3. Nilai santunan Rp 100.000.000,-
4. Tingkat suku bunga, $i = 5\%$

Estimasi Parameter *Makeham*

Dengan menggunakan Tabel Mortalita Indonesia 2019 dicari nilai estimasi parameter *Makeham* terlihat bahwa data tidak bersifat linear. Sehingga proses estimasi parameter *Makeham* dilanjutkan menggunakan metode *Non-linear Least Square* (NLS). Hasil estimasi parameter A , B , dan c dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi parameter A , B , dan c

| Jenis Kelamin | Parameter | | | Jumlah Iterasi | Toleransi Konvergen |
|---------------|-----------|---------|-------|----------------|---------------------|
| | A | B | C | | |
| Laki-laki | 0,00093 | 8,2E-06 | 1,115 | 22 kali | 2,05E-06 |
| Perempuan | 0,00055 | 7,6E-06 | 1,112 | 20 kali | 8,86E-06 |

Berdasarkan Tabel 1. dengan bantuan *software R* untuk data perempuan diperoleh jumlah iterasi sebanyak 22 kali dimana mencapai toleransi konvergen sebesar 2,049e-06. Sedangkan untuk data laki-laki diperoleh jumlah iterasi sebanyak 20 kali dimana mencapai toleransi konvergen sebesar 8,862e-06. Sehingga dapat dilihat hasil estimasi parameter A , B , dan c untuk laki-laki lebih besar daripada perempuan hal ini dikarenakan laki-laki lebih berisiko untuk meninggal dibandingkan perempuan.

Perhitungan Premi

Proses perhitungan premi dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

1. Perhitungan anuitas dengan pembayaran premi tiap awal tahun untuk kasus seorang pria 25 tahun dengan lama masa pertanggung jawaban 10 tahun adalah:

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{25:\overline{10}|} &= \sum_{t=0}^{10-1} (v^t) ({}_t p_{25}) \\ &= 8,063558 \end{aligned}$$

2. Perhitungan premi bersih tahunan asuransi jiwa dwiguna bersama yang akan dibayarkan oleh seorang pria berusia 25 tahun dengan lama masa pertanggung jawaban 10 tahun:

$$\begin{aligned} P_{25:\overline{10}|} &= \frac{\left(\frac{A_{25:\overline{10}|}}{\ddot{a}_{25:\overline{10}|}} \right)}{\sum_{t=0}^9 (v^{t+1}) ({}_t p_{25}) (q_{25+t}) + (v^n) ({}_n p_{25})} \\ &= \frac{0,01091 + 0,57629}{8,063558} = 0,058720634 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{premi tunggal} &= R \times A_{\overline{25+1:10}|i} \\ &= 0,058720634 \times 100 \\ &= \text{Rp}58.720.634 \end{aligned}$$

3. Besar premi yang harus dibayar bertanggung tiap tahun atau tiap bulan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{premi pertahun} &= R \times p_{\overline{25:10}|} \\ &= 100.000.000 \times 0,058720634 \\ &= \text{Rp}5.872.068 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{premi perbulan} &= \frac{5.872.068}{12} \\ &= \text{Rp}489.338 \end{aligned}$$

Perhitungan Premi Asuransi Jiwa Dwiguna

Tabel nilai premi asuransi jiwa dwiguna menunjukkan perbandingan premi yang harus dibayarkan oleh peserta asuransi dalam jangka waktu n tahun. Nilai premi asuransi jiwa dwiguna akan dihitung menggunakan metode *non-linear least square* pada distribusi *Makeham* dalam penentuan nilai premi asuransi jiwa dwiguna berdasarkan jenis kelamin. Dengan bantuan *software excel*, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Premi Asuransi Jiwa Dwiguna Berdasarkan Jenis Kelamin

| Jenis Kelamin | Premi Tunggal | Premi Tahunan |
|---------------|---------------|---------------|
| Laki-laki | Rp 58.712.454 | Rp 7.279.950 |
| Perempuan | Rp 58.631.842 | Rp 7.257.161 |

Berdasarkan Tabel 2. Dapat dilihat bahwa nilai premi tunggal asuransi jiwa dwiguna untuk laki-laki lebih mahal dibandingkan nilai premi tunggal asuransi jiwa dwiguna untuk perempuan, hal ini disebabkan oleh risiko pekerjaan yang dilakukan oleh laki-laki lebih besar daripada perempuan, sehingga peluang kematian laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan.

Perhitungan Premi Ketika Suku Bunga, Usia, dan Masa Pertanggungan bervariasi

Perhitungan premi dipengaruhi oleh berbagai faktor. Pada perhitungan premi asuransi jiwa dwiguna menggunakan metode *non-linear least square* pada distribusi *Makeham* dalam penentuan nilai premi asuransi jiwa dwiguna akan dihitung premi asuransi jiwa dwiguna ketika suku bunga, usia, dan masa pertanggungan bervariasi, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Premi asuransi jiwa dwiguna ketika suku bunga, usia dan masa pertanggungan bervariasi

| n | x | i | | |
|--------|--------|---------------|---------------|---------------|
| | | 4% | 5% | 6% |
| 6 thn | 25 thn | Rp 12.231.277 | Rp 11.755.161 | Rp 11.297.920 |
| | 30 thn | Rp 12.242.130 | Rp 11.766.147 | Rp 11.309.035 |
| | 35 thn | Rp 12.260.841 | Rp 11.785.088 | Rp 11.328.195 |
| 8 thn | 25 thn | Rp 9.147.993 | Rp 8.700.390 | Rp 8.273.951 |
| | 30 thn | Rp 9.160.468 | Rp 8.713.067 | Rp 8.286.820 |
| | 35 thn | Rp 9.181.979 | Rp 8.734.924 | Rp 8.309.008 |
| 10 thn | 25 thn | Rp 7.767.689 | Rp 7.280.045 | Rp 6.822.625 |
| | 30 thn | Rp 7.781.681 | Rp 7.294.399 | Rp 6.837.314 |
| | 35 thn | Rp 7.805.802 | Rp 7.319.145 | Rp 6.862.636 |

Berdasarkan Tabel 3. menunjukkan premi yang harus dibayar peserta asuransi dengan usia tetap dan suku bunga tetap untuk masa pertanggungan lebih singkat yaitu 6 tahun lebih mahal dari pada masa pertanggungan yang lebih lama yaitu 8 tahun dan 10 tahun Premi yang harus dibayar peserta asuransi dengan masa pertanggungan tetap dan suku bunga tetap untuk usia masuk yang lebih cepat yaitu 25 tahun lebih murah dari pada usia masuk yang lebih lama yaitu 30 tahun dan 35 tahun. Selain itu, Premi yang harus dibayar peserta asuransi dengan masa pertanggungan tetap dan usia tetap untuk suku bunga lebih kecil yaitu 4% lebih mahal dari pada suku bunga yang lebih besar yaitu 5% dan 6%.

PENUTUP

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan metode *non-linear least square* pada distribusi *Makeham* dalam penentuan nilai premi asuransi jiwa dwiguna dapat disimpulkan bahwa semakin kecil risiko yang diterima peserta asuransi, maka semakin murah juga nilai premi yang dibayarkan. Pembayaran premi juga dipengaruhi oleh usia, tingkat suku bunga, dan lama masa pertanggungan. Dimana nilai premi yang harus dibayarkan peserta asuransi cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya usia peserta asuransi dan meningkat ketika usia peserta asuransi semakin cepat, begitu juga dengan tingkat suku bunga dan masa pertanggungan di mana semakin besar tingkat suku bunga dan semakin lama masa pertanggungan yang digunakan maka nilai premi yang dibayarkan semakin murah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wikantari, Maria A., Asuransi Jiwa: Teori dan Tantangan Perusahaan Asuransi Jiwa di Indonesia, Universitas Indraprasta PGRI. 2014.
- [2]. Futami, Takashi, *Matematika Asuransi Jiwa Bagian I*, Tokyo: Incorporated Foundation Oriental Life Insurance Cultural Development Center. 1993.
- [3]. Bowers NL, Gerber HU, Hickman JC, Jones DA, dan Nesbitt CJ, *Actuarial Mathematics*, 2nd. Schaumburg : The Society of Actuaries. 1997.
- [4]. Alfiana, K., Penentuan Premi Asuransi Jiwa Gabungan Dwiguna dengan Asumsi Mortalita *Gompertz* dan pengaruh Nilai Tukar Terhadap Tingkat Bunga. Universitas Muhammadiyah Kudus. 2020; 2(2).
- [5]. Aprijon, Anggiani, D. Premi Tahunan Asuransi Jiwa Dwiguna pada *General Insurance Group* dengan Asumsi Seragam untuk Status Gabungan. 2020; 6(2).
- [6]. Salim A, Abba., *Dasar-dasar Asuransi*, Ed ke-2, Rajawali Pers, Jakarta. 1991.
- [7]. Sembiring, R. K., *Buku Materi Pokok Asuransi I*, Karunika, Universitas Terbuka, Jakarta. 1986.
- [8]. Achdijat, Didi, *Teknik Pengelolaan Asuransi Jiwa*, Gunadarma, Jakarta. 1995.
- [9]. Dickson, David C. M, Hardy, Mary R., Waters, Howard R, *Actuarial Mathematics For Life Contigent Risks*, Cambridge University Press, New York. 2009.
- [10]. Sembiring, R. K., *Matematika Finansial*, Jakarta: Karunika. 1990.
- [11]. R. V. Hogg dan A. T. Craig, *Intoduction to Mathematical Statistics*, New Jersey: Prentice-Hall, 2013.
- [12]. A. Ben-Israel. "A Newton-Raphson Method for the Solution of system of Equations". *Mathematical Analysis and Applications*. 1996; 15, 557-593.

ANGELIA ELVIRA DIRA : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak
edangelia12@student.untan.ac.id

NEVA SATYAHADEWI : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak
neva.satya@math.untan.ac.id

HENDRA PERDANA : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak
hendra.perdana@math.untan.ac.id
