

## Menentukan Nilai Cadangan Manfaat Minimum dan Maksimum Asuransi Jiwa Seumur Hidup dan Berjangka dengan Metode Prospektif

YOLWI DYATMA\*, I GUSTI PUTU PURNABA, DAN HADI SUMARNO

Program Studi S-2 Matematika Terapan  
Departemen Matematika, Fakultas MIPA, IPB University  
Jl. Meranti Kampus, Babakan, Kec. Dramaga, Bogor, 16680, Indonesia

\*Penulis Koresponden: dyatmayolwi@gmail.com

### Abstrak

Perusahaan asuransi perlu menyiapkan cadangan manfaat dalam menjalankan perusahaannya. Hal ini diperlukan apabila sewaktu-waktu terjadi klaim, pihak perusahaan asuransi mampu memenuhi klaim tersebut. Cadangan manfaat yang tersedia dari perusahaan asuransi harus relevan dengan besarnya jumlah klaim yang diharapkan di masa depan. Apabila cadangan manfaat yang tersedia lebih kecil jumlahnya dari klaim, perusahaan asuransi akan mengalami kerugian. Sebaliknya, jika cadangan manfaat yang tersedia lebih besar dari jumlah klaim, maka akan sangat sayang sekali jika kelebihan dana tersebut tidak digunakan untuk kebutuhan investasi perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai minimum dan maksimum dari cadangan manfaat perusahaan asuransi dengan menggunakan produk asuransi jiwa seumur hidup dan produk asuransi jiwa berjangka 40 tahun dan akan ditentukan nilai cadangan manfaat minimum dan maksimum dari suatu perusahaan asuransi. Selain itu, fokus penelitian ini ditujukan untuk nasabah perempuan yang merupakan seorang ibu rumah tangga yang ingin menyiapkan dana darurat di masa yang akan datang apabila sewaktu-waktu ditinggal (meninggal) oleh suaminya. Diasumsikan tingkat suku bunga sebesar 6%, didapatkan nilai cadangan manfaat dengan menggunakan produk asuransi jiwa seumur hidup sebesar Rp168.436.406,10 setelah kontrak asuransi berjalan 25 tahun. Untuk asuransi jiwa berjangka 40 tahun, nilai cadangan manfaat sebesar Rp241.081.101,40 setelah kontrak asuransi berjalan 20 tahun. Dari hasil penelitian yang diperoleh, perusahaan asuransi diharapkan dapat menentukan nilai cadangan manfaat minimum dan maksimum untuk kedua jenis asuransi yang akan ditawarkan ke nasabah, sehingga nasabah bisa membeli produk asuransi sesuai dengan kebutuhannya.

*Kata kunci:* Asuransi Jiwa, Cadangan Manfaat, Metode Prospektif

**Abstract**

*Insurance companies need to prepare a benefit reserve in running their company. This is necessary if at any time a claim occurs, the insurance company is able to fulfill the claim. The reserve of benefits available from the insurance company must be relevant to the amount of claims expected in the future. If the available benefit reserve is less than the claim, the insurance company will suffer a loss. On the other hand, if the available benefit reserves are greater than the number of claims, it will be a shame if the excess funds are not used for the company's investment needs. This study aims to determine the minimum dan maximum value of the insurance company's benefit reserves used lifetime insurance products and 40 years term life insurance products will determined the minimum dan maximum benefit reserves from an insurance company. In addition, the focus of this research is aimed at female customers who are housewives who want to prepare emergency funds in the future if their husband died at any time. Assuming an interest rate of 6%, the reserve value for benefits using a life insurance is Rp168.436.406,10 after the insurance contract runs for 25 years. For a 40 years term life insurance, the reserve value for benefits is Rp241.081.101,40 after the insurance contract runs for 20 years. From the research result obtained, insurance companies are expected to be able to determine the minimum and maximum benefit reserve values for both types of insurance to be offered to customers, so that customers can buy insurance products according to their needs.*

*Keywords:* Benefit Reserve, Life Insurance, Prospective Method

## 1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, sesuatu hal yang tidak diinginkan dapat terjadi sewaktu-waktu, seperti bencana alam, kecelakaan lalu lintas, terserang penyakit, dan lain-lain [1]. Risiko merupakan suatu keadaan yang mengakibatkan kerusakan atau kerugian [2]. Selain itu, [3] juga menyebutkan bahwa risiko adalah hal yang tidak bisa dihindari dalam kehidupan sehari-hari. Dalam kondisi tersebut, tentu saja setiap orang memerlukan bantuan dari orang lain, dalam hal ini adalah bantuan materi misalnya dari perusahaan asuransi [4]. Menurut [5] perusahaan asuransi menyediakan produk untuk menanggung risiko keuangan ketika suatu keluarga kehilangan pencari nafkahnya. Produk tersebut berupa kontrak yang memberikan manfaat kepada ahli waris pihak bertanggung setelah pemegang kontrak membayar premi kepada perusahaan asuransi pada setiap periode waktu yang telah disepakati sejak kontrak ditandatangani, kontrak inilah yang biasa disebut dengan polis asuransi [6].

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2014 tentang Usaha Perasuransian, asuransi adalah perjanjian antara dua pihak yaitu perusahaan asuransi dan pemegang polis, yang menjadi dasar bagi penerimaan premi oleh perusahaan asuransi sebagai imbalan untuk memberikan penggantian kepada tertanggung atau pemegang polis karena kerugian, kerusakan, biaya yang timbul, kehilangan keuntungan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin diderita tertanggung atau pemegang polis karena terjadinya suatu peristiwa pasti, atau memberikan pembayaran yang didasarkan pada meninggalnya tertanggung atau pembayaran yang didasarkan pada hidupnya tertanggung dengan *benefit* yang besarnya telah ditetapkan dan/atau didasarkan hasil pengelolaan dana [7].

Perusahaan asuransi merupakan salah satu perusahaan yang melindungi nasabahnya dari suatu kejadian yang tidak diinginkan di masa yang akan datang. Perusahaan asuransi memiliki

beberapa jenis asuransi, salah satunya asuransi jiwa [8]. Menurut [6] dan [9] produk asuransi jiwa terdiri dari asuransi jiwa seumur hidup, asuransi jiwa berjangka, dan asuransi jiwa dwiguna.

Asuransi jiwa merupakan suatu kontrak perjanjian antara pemegang polis dengan perusahaan asuransi atau *insurer*, di mana pihak asuransi berjanji untuk membayarkan sejumlah nominal uang jika terjadi risiko kematian terhadap pihak pemegang asuransi atau polis [8, 10]. Adapun resiko yang ditanggung dalam asuransi jiwa adalah kematian, kecelakaan, sakit, dan umur tua [11]. Usaha kerjasama ini dilakukan melalui perusahaan asuransi jiwa.

*Benefit (b)* adalah jumlah total manfaat yang wajib dibayarkan oleh perusahaan asuransi atau pihak penanggung untuk setiap periodenya. Besarnya *benefit (b)* ditentukan di awal secara pasti dan diketahui nilainya karena akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan berbagai penghitungan aktuarial [12].

Untuk membayarkan sejumlah *benefit* kepada pemegang polis yang telah meninggal ataupun berakhir kontraknya, perusahaan asuransi jiwa perlu menyiapkan sejumlah dana yang dinamakan dengan cadangan manfaat. Cadangan manfaat adalah kewajiban perusahaan asuransi untuk membayar sejumlah dana yang harus disiapkan oleh perusahaan asuransi di kemudian hari [13]. Menurut [14], pada kenyataannya perusahaan asuransi dalam mengelola suatu produk asuransi tidak selalu mengalami keuntungan. Bahkan tidak sedikit perusahaan asuransi yang mengalami kerugian yang disebabkan karena perusahaan tidak tepat dalam mengatur cadangan manfaat. Akibatnya, perusahaan asuransi tidak mampu membayar uang pertanggungan kepada pihak tertanggung ketika jumlah klaim yang diajukan pihak tertanggung melebihi jumlah klaim yang diprediksi. Masalah tersebut dapat diantisipasi dengan menentukan cadangan manfaat dengan tepat.

Cadangan manfaat diperoleh dari premi kotor (bruto) dan premi bersih (*netto*) [15]. Premi perusahaan asuransi harus ditetapkan pada tingkat yang mencukupi, tidak terlalu rendah sehingga membahayakan perusahaan asuransi, tidak berlebihan sehingga tidak sebanding dengan manfaat yang diterima pemegang polis dan tidak diskriminatif [16]. Besaran nilai cadangan manfaat perusahaan asuransi bergantung pada banyaknya klaim yang harus dibayarkan perusahaan asuransi kepada pemegang polis. Hal ini memaksa perusahaan asuransi untuk mengetahui seberapa besar dana (*benefit*) yang perlu disiapkannya pada setiap periode (tahun). Selain itu, menurut [17] faktor lain yang menentukan nilai premi dan cadangan manfaat asuransi adalah tingkat suku bunga (*interest*) yang sering berubah akibat adanya *inflasi*. Menurut [18], *inflasi* merupakan suatu nilai di mana tingkat harga barang dan jasa secara umum mengalami kenaikan. Sedangkan [19] mengatakan bahwa *interest* merupakan sejumlah uang yang dibayarkan sebagai imbalan untuk penggunaan uang. Hal ini pun mempengaruhi dalam menentukan besarnya premi asuransi dan besarnya nilai cadangan manfaat perusahaan asuransi.

Pada penelitian-penelitian sebelumnya, [20] melakukan penelitian untuk menentukan premi manfaat dan cadangan manfaat dengan memperhitungkan biaya pengeluaran. Selanjutnya, [21] melakukan penelitian untuk menentukan premi dan cadangan manfaat pada beberapa jenis asuransi jiwa dengan memperhitungkan biaya.

Berdasarkan latar belakang yang penulis sampaikan pada pendahuluan di atas dan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan nilai minimum dan maksimum cadangan manfaat dari suatu produk asuransi jiwa dengan mempertimbangkan perubahan tingkat suku bunga. Jenis asuransi yang akan digunakan adalah asuransi jiwa seumur hidup dan asuransi berjangka  $n$  tahun dengan tingkat suku bunga ( $i$ ) yang menyebar normal setiap tahunnya dengan data yang diperoleh dari Tabel Mortalita Indonesia jilid I tahun 2011 yang dikeluarkan oleh Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia (AAJI) [22]. Dari dua jenis asuransi tersebut, nasabah bisa mempertimbangkan produk asuransi mana yang akan mereka beli sesuai dengan kebutuhannya.

## 2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang dikeluarkan oleh Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia berupa data Tabel Mortalita Indonesia jilid I tahun 2011, dengan periode umur 0 tahun (baru lahir) hingga umur 111 tahun, untuk laki-laki dan perempuan [22]. Dalam tulisan ini, penulis membatasi penelitian dilakukan untuk jenis kelamin perempuan saja. Adapun konsep yang dipakai untuk mengerjakan penelitian ini sebagai berikut.

**2.1. Premi Manfaat Asuransi Jiwa Seumur Hidup dan Berjangka  $n$  Tahun.** Menurut [8], asuransi jiwa seumur hidup dengan uang pertanggungan sebesar 1 yang dibayar pada akhir tahun kematian kepada  $(x)$ , akan dibayar dengan akumulasi premi manfaat diskret yang dibayar secara berkala tiap awal tahun dengan premi asuransi seumur hidup. Premi ini dinotasikan  $P(A_x)$ . Menggunakan prinsip equivalent  $P(A_x)$  diperoleh dengan membuat nilai harapan fungsi kerugian sama dengan nol, yaitu

$$\begin{aligned}
 E[L] = 0 &\Leftrightarrow E\left[v^{K(x)+1} - P(A_x) \ddot{a}_{\overline{K(x)+1}|}\right] = 0 \\
 &\Leftrightarrow E\left[v^{K(x)+1}\right] - P(A_x) E\left[\ddot{a}_{\overline{K(x)+1}|}\right] = 0 \\
 &\Leftrightarrow E\left[v^{K(x)+1}\right] = P(A_x) E\left[\ddot{a}_{\overline{K(x)+1}|}\right] \\
 &\Leftrightarrow A_x = P(A_x) \ddot{a}_x \\
 &\Leftrightarrow P(A_x) = \frac{A_x}{\ddot{a}_x}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Anuitas seumur hidup diskret di muka merupakan sederetan pembayaran sebesar 1 yang dibayar pada awal tahun oleh  $(x)$  sampai  $(x)$  meninggal dunia. Ekspektasi dari variabel random  $Y$ , di mana  $Y = \ddot{a}_{\overline{K(x)+1}|}$ ,  $K(x) \geq 0$  dinotasikan dengan  $\ddot{a}_x$ . Secara umum  $\ddot{a}_x$  dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \ddot{a}_x &= E[Y] \\
 &= E\left[\ddot{a}_{\overline{K(x)+1}|}\right] \\
 &= \sum_{k=0}^{\infty} \ddot{a}_{\overline{k+1}|} Pr[K(x) = k] \\
 &= - \sum_{k=0}^{\infty} \ddot{a}_{\overline{k+1}|} \Delta_k P_x \\
 &= -\ddot{a}_{\overline{k+1}|} P_x|_0^{\infty} + \sum_{k=0}^{\infty} k + 1 P_x v^{k+1} \\
 &= -(0-1) + P_x v + 2P_x v^2 + 3P_x v^3 + \dots \\
 &= {}_0P_x v^0 + P_x v + 2P_x v^2 + 3P_x v^3 + \dots \\
 &= \sum_{k=0}^{\infty} k P_x v^k
 \end{aligned} \tag{2}$$

$\ddot{a}_x$  dapat dihubungkan dengan asuransi jiwa seumur hidup yaitu

$$\begin{aligned}
\ddot{a}_x &= E[Y] \\
&= E[\ddot{a}_{K(x)+1}] \\
&= E\left[\frac{1 - v^{K(x)+1}}{d}\right] \\
&= \frac{1 - E[v^{K(x)+1}]}{d} \\
&= \frac{1 - A_x}{d}.
\end{aligned} \tag{3}$$

Berdasarkan persamaan  $\ddot{a}_x = \frac{1-A_x}{d}$ , maka persamaan  $P(A_x) = \frac{A_x}{\ddot{a}_x}$  dapat dinyatakan dalam bentuk asuransi jiwa seumur hidup sebagai

$$P(A_x) = \frac{dA_x}{1 - A_x}. \tag{4}$$

Asuransi berjangka  $n$  tahun dengan uang pertanggungan sebesar 1 yang dibayar pada akhir tahun kematian kepada  $(x)$ , akan dibayar dengan akumulasi premi manfaat diskret yang dibayar  $n$  kali dengan masa pembayaran  $n - 1$  tahun. Premi ini dinotasikan  $P(A_{x:\overline{n}|}^1)$ . Berdasarkan prinsip equivalent didapat  $P(A_{x:\overline{n}|}^1)$  sebagai berikut

$$P(A_{x:\overline{n}|}^1) \ddot{a}_{x:\overline{n}|} = A_{x:\overline{n}|}^1 \Leftrightarrow P(A_{x:\overline{n}|}^1) = \frac{A_{x:\overline{n}|}^1}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}}. \tag{5}$$

**2.2. Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Seumur Hidup dan Berjangka 40 Tahun.** Menurut [8], cadangan manfaat diskret pada waktu  $k$  merupakan ekspektasi kerugian diskret pada waktu tersebut bagi perusahaan asuransi di mana pada waktu itu pemegang polis masih bertahan hidup, dinotasikan dengan  ${}_kV_{\cdot k}V$  merupakan cadangan manfaat diskret dengan uang pertanggungan sebesar 1 yang dibayar pada akhir tahun kematian dan premi manfaat diskret secara umum dari berbagai kontrak asuransi.

Pada asuransi seumur hidup dengan besar cicilan premi tahunan  $P(A_x)$ , perusahaan asuransi perlu menyiapkan cadangan manfaat diskret pada waktu ke- $k$  yang dinyatakan sebagai  ${}_kV(A_x)$ , sehingga

$$\begin{aligned}
{}_kV(A_x) &= E[{}_kL \mid K(x) = k, k + 1, \dots] \\
&= E\left[v^{(K(x)-k)+1} - P(A_x) \ddot{a}_{\overline{(K(x)-k)+1}|} \mid K(x) = k, k + 1, \dots\right] \\
&= E\left[v^{(K(x)-k)+1} \mid K(x) = k, k + 1, \dots\right] - P(A_x) E\left[\ddot{a}_{\overline{(K(x)-k)+1}|} \mid K(x) = k, k + 1, \dots\right] \\
&= E\left[v^{(K(x)-k)+1}\right] - P(A_x) E\left[\ddot{a}_{\overline{(K(x)-k)+1}|}\right] \\
&= A_{x+k} - P(A_x) \ddot{a}_{x+k}
\end{aligned} \tag{6}$$

Pada asuransi seumur hidup dengan besar cicilan premi tahunan  ${}_hP(A_x)$ , perusahaan asuransi perlu menyiapkan cadangan manfaat diskret pada waktu ke- $k$  yang dinyatakan sebagai  ${}_k^hV(A_x)$

$${}_k^hV(A_x) = A_{x+k} - {}_hP(A_x) \ddot{a}_{x+k:\overline{h-k}|} \tag{7}$$

Pada asuransi berjangka  $n$  tahun dengan besar cicilan premi tahunan  $P(A_{x:\overline{n}|}^1)$ , perusahaan asuransi perlu menyiapkan cadangan manfaat diskret pada waktu ke- $k$  yang dinyatakan sebagai  ${}_kV(A_{x:\overline{n}|}^1)$

$${}_kV(A_{x:\overline{n}|}^1) = A_{x+k:\overline{n-k}|}^1 - P(A_{x:\overline{n}|}^1) \ddot{a}_{x+k:\overline{n-k}|} \tag{8}$$

**2.3. Prinsip Equivalent.** Prinsip equivalent dengan biaya pengeluaran merupakan ekspektasi dari kerugian (*loss*) yang memperhitungkan biaya pengeluaran yang bernilai nol pada waktu pemegang polis masuk asuransi [8].

Bagi perusahaan asuransi, kerugian (*loss*) dengan memperhitungkan biaya pengeluaran akan terjadi jika uang pertanggungan dan biaya pengeluaran harus dibayar oleh perusahaan asuransi lebih besar dari akumulasi premi manfaat yang memperhitungkan biaya pengeluaran yang dibayar oleh pemegang polis. Kerugian (*loss*) ini dinotasikan dengan  ${}_kL_e$  dan dinyatakan sebagai  ${}_kL_e = b_{(k(x)-k)+1}v^{(k(x)-k)+1} + (\text{nilai saat ini pada waktu } k \text{ dari biaya pengeluaran}) - GY$ , di mana  $G$  adalah premi manfaat yang memperhitungkan biaya pengeluaran dan  $Y$  adalah nilai saat ini dari anuitas diskret sebesar 1 [8].

Jadi, prinsip equivalent yang memperhitungkan biaya pengeluaran dapat dinyatakan sebagai  $E[{}_0L_e] = 0$ , yaitu  $E[b_{k(x)+1}v^{k(x)+1} + (\text{nilai saat ini pada waktu nol dari biaya pengeluaran}) - GY] = 0$  [8].

**2.4. Biaya Pengeluaran.** Biaya pengeluaran dari perusahaan asuransi ada yang konstan dan ada yang merupakan persentase dari premi. Berikut disajikan dalam bentuk Tabel 1, contoh persentase biaya pengeluaran pada perusahaan asuransi [9].

TABEL 1. Biaya pengeluaran

Jenis biaya	Tahun pertama		Tahun selanjutnya	
	Persentase dari premi	Konstan	Persentase dari premi	Konstan
Komisi sales	10%	-	2%	-
Biaya umum	4%	3	-	1
Pajak, lisensi, dan fee	2%	-	2%	-
Pemeliharaan polis	2%	1	2%	1
Issue dan classification	2%	4	-	-
Total	20%	8	6%	2

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

**3.1. Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Seumur Hidup Perempuan Bagi Nasabah Perempuan.**

Suatu perusahaan asuransi menjanjikan uang pertanggungan sebesar Rp1.000.000.000,00 untuk produk asuransi jiwa seumur hidup yang akan dibayar pada akhir tahun kematian kepada pemegang polis yang masuk asuransi pada usia 30 tahun. Di mana perusahaan asuransi menetapkan tingkat bunga efektif tahunan sebesar 6%, dengan tingkat suku bunga menyebar normal setiap tahunnya dengan biaya pengeluaran yang disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan prinsip equivalent yang memperhitungkan biaya pengeluaran, akan ditentukan terlebih dahulu nilai dari fungsi kerugian  ${}_kL_e$  dengan nilai-nilai variabel yang sudah diketahui sebelumnya, yaitu

$$\begin{aligned}
 & [{}_0L_e K x = 0, 1, 2, ] = 0 \\
 & \Leftrightarrow \left[ 10^9 v + (0, 2G + 8) - G\ddot{a}_{\overline{1}|} \right] 0, 00054 \\
 & \quad + \left[ 10^9 v^2 + (0, 2G + 8) + (0, 06G + 2) a_{\overline{1}|} - G\ddot{a}_{\overline{2}|} \right] 0, 000569692 \\
 & \quad + \left[ 10^9 v^3 + (0, 2G + 8) + (0, 06G + 2) a_{\overline{2}|} - G\ddot{a}_{\overline{3}|} \right] 0, 000599334 + \dots \\
 & \quad + \left[ 10^9 v^{81} + (0, 2G + 8) + (0, 06G + 2) a_{\overline{79}|} - G\ddot{a}_{\overline{80}|} \right] (1, 88451 \times 10^{-5}) = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\Leftrightarrow 10^9 [(v \times 0,00054) + (v^2 \times 0,000569692) + (v^3 \times 0,000599334) + \dots + (v^{81} \times (1,88451 \times 10^{-5}))] \\
&\quad + [(0,2G + 8) (0,00054 + 0,000569692 + 0,000599334 + \dots + 1,88451 \times 10^{-5})] \\
&\quad + \left[ (0,06G + 2) \left( a_{\overline{1}|} \times 0,000569692 + a_{\overline{2}|} \times 0,000599334 + \dots + a_{\overline{79}|} \times (1,88451 \times 10^{-5}) \right) \right] \\
&\quad - \left[ G \left( \ddot{a}_{\overline{1}|} \times 0,00054 + \ddot{a}_{\overline{2}|} \times 0,000569692 + \ddot{a}_{\overline{3}|} \times 0,000599334 + \dots + \ddot{a}_{\overline{80}|} \times (1,88451 \times 10^{-5}) \right) \right] = 0 \\
&\Leftrightarrow 71.290.786,57 + (0,2G + 8) (1) + (0,06G + 2) (16,16946826) - G (17,1941837) = 0 \\
&\Leftrightarrow 71.290.826,90893652 - 16,0240156044G = 0 \\
&\Leftrightarrow G = 4.448.998,84
\end{aligned}$$

Premi manfaat bersih ( $\pi$ ) dengan uang pertanggungan sebesar Rp1.000.000.000,00 diperoleh melalui persamaan (4),  $P(A_{30}) = \frac{dA_{30}}{1-A_{30}}$ , dengan nilai  $\pi = 1.000.000.000P(A_{30})$ . Oleh karena itu, premi biayanya ( $e$ ) adalah  $e = G - \pi$ . Karena suku bunga menyebar normal setiap tahunnya, maka nilai premi manfaat bersih setiap tahunnya juga selalu berubah-ubah tergantung dengan nilai suku bunganya.

Setelah mendapatkan setiap nilai dari variabel-variabel yang dibutuhkan, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai cadangan manfaatnya, yaitu diberikan dalam Tabel 2.

TABEL 2. Nilai kerugian bersih dan kerugian biaya asuransi jiwa seumur hidup perempuan

${}_kL_e$	Kerugian bersih		Kerugian biaya		Probabilitas
	$b_*v^*$	$\pi\ddot{a}_*$	Biaya pengeluaran	$e\ddot{a}_*$	$Pr(K(x) = k)$
${}_0L_e$					
$K(x) = 0$	941.002.830	4.528.814	889.807	-79.815	0,00054
$K(x) = 1$	893.046.123	8.210.126	1.141.000	1.126.723	0,000569692
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$K(x) \geq 80$	8.784.761	76.088.899	4.536.173	-20.449.137	$1,884 \times 10^{-5}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
${}_{80}L_e$					
$K(x) \geq 80$	941.002.830	6.084.127	266.941	-1.635.128	$1,884 \times 10^{-5}$

Berdasarkan Tabel 2 di atas, cadangan manfaatnya dapat dicari dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
{}_0V_e &= E[{}_0L_e | K(x) = 0, 1, \dots] \\
&= [(941.002.830, 3 - 4.528.814, 248) 0,00054 + (893.046.123, 2 - 8.210.126, 75) 0,000569692 \\
&\quad + \dots + (8.784.761, 983 - 76.088.899, 1) 1,88451 \times 10^{-5}] \\
&\quad + [(889.807, 7689 - (-79.815, 40386)) 0,00054 \\
&\quad + (1.141.000, 881 - 1.126.723, 617) 0,000569692 + \dots \\
&\quad + (4.536.173, 814 - (-20.449.137, 02)) 1,88451 \times 10^{-5}] \\
&= 52,82502997 + (-52,83609043) \\
&= -0,01
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \vdots \\
 {}_{80}V_e &= E [{}_1L_e | K(x) \geq 80] \\
 &= [(941.002.830, 3 - 6.084.127, 816) 1, 88451 \times 10^{-5}] \\
 &\quad + [(266.941, 9307 - (-1.635.128, 972)) 1, 88451 \times 10^{-5}] \\
 &= 17.618, 66917 + 35, 84478295 \\
 &= 17.654, 51
 \end{aligned}$$

Oleh karena itu, nilai cadangan manfaat asuransi jiwa seumur hidup untuk jenis kelamin perempuan dengan tingkat suku bunga 6% disajikan pada Tabel 3.

TABEL 3. Cadangan manfaat asuransi jiwa seumur hidup perempuan dengan  $i = 6\%$

Cadangan manfaat dengan memperhitungkan biaya pengeluaran pada waktu $k$ ( ${}_kV_e$ )							
${}_0V_e$	-0,01	${}_{21}V_e$	139.863.966,20	${}_{41}V_e$	325.081.604,80	${}_{61}V_e$	144.588.797,30
${}_1V_e$	3.527.650,81	${}_{22}V_e$	149.305.190,30	${}_{42}V_e$	330.398.084,70	${}_{62}V_e$	124.923.894,80
${}_2V_e$	7.922.745,66	${}_{23}V_e$	158.868.299,90	${}_{43}V_e$	334.730.319,00	${}_{63}V_e$	106.428.960,50
${}_3V_e$	12.560.535,60	${}_{24}V_e$	168.436.406,10	${}_{44}V_e$	337.938.949,50	${}_{64}V_e$	88.658.374,01
${}_4V_e$	17.553.405,42	${}_{25}V_e$	177.996.365,70	${}_{45}V_e$	339.907.554,20	${}_{65}V_e$	71.688.180,95
${}_5V_e$	22.811.233,24	${}_{26}V_e$	187.569.713,40	${}_{46}V_e$	340.502.624,00	${}_{66}V_e$	55.735.534,44
${}_6V_e$	28.261.021,47	${}_{27}V_e$	197.175.849,90	${}_{47}V_e$	339.685.793,90	${}_{67}V_e$	41.717.205,64
${}_7V_e$	33.930.489,83	${}_{28}V_e$	206.892.582,30	${}_{48}V_e$	337.336.129,90	${}_{68}V_e$	29.970.398,00
${}_8V_e$	39.797.525,66	${}_{29}V_e$	216.762.659,20	${}_{49}V_e$	333.368.277,70	${}_{69}V_e$	21.448.001,06
${}_9V_e$	45.931.584,64	${}_{30}V_e$	226.738.636,60	${}_{50}V_e$	327.762.402,60	${}_{70}V_e$	15.017.402,73
${}_{10}V_e$	52.337.783,48	${}_{31}V_e$	236.866.231,50	${}_{51}V_e$	320.442.618,80	${}_{71}V_e$	10.132.871,41
${}_{11}V_e$	59.027.595,45	${}_{32}V_e$	247.096.499,70	${}_{52}V_e$	310.687.755,50	${}_{72}V_e$	6.560.145,08
${}_{12}V_e$	65.950.506,94	${}_{33}V_e$	257.374.196,80	${}_{53}V_e$	298.490.539,90	${}_{73}V_e$	4.049.489,88
${}_{13}V_e$	73.076.135,35	${}_{34}V_e$	267.398.166,00	${}_{54}V_e$	284.251.965,50	${}_{74}V_e$	2.365.347,02
${}_{14}V_e$	80.477.441,56	${}_{35}V_e$	277.215.284,90	${}_{55}V_e$	268.108.948,30	${}_{75}V_e$	1.295.312,57
${}_{15}V_e$	88.161.622,76	${}_{36}V_e$	286.697.006,10	${}_{56}V_e$	250.192.300,40	${}_{76}V_e$	658.256,83
${}_{16}V_e$	96.155.082,15	${}_{37}V_e$	295.695.181,80	${}_{57}V_e$	231.345.135,90	${}_{77}V_e$	308.047,81
${}_{17}V_e$	104.415.596,30	${}_{38}V_e$	304.146.949,10	${}_{58}V_e$	210.703.544,10	${}_{78}V_e$	131.616,89
${}_{18}V_e$	112.912.585,80	${}_{39}V_e$	311.908.878,00	${}_{59}V_e$	188.882.834,30	${}_{79}V_e$	50.928,59
${}_{19}V_e$	121.634.574,40	${}_{40}V_e$	318.871.703,80	${}_{60}V_e$	166.482.187,70	${}_{80}V_e$	17.654,51
${}_{20}V_e$	130.628.515,80						

Untuk menunjukkan nilai cadangan manfaat asuransi jiwa seumur hidup pada tingkat suku bunga lainnya akan ditunjukkan pada Gambar 1.

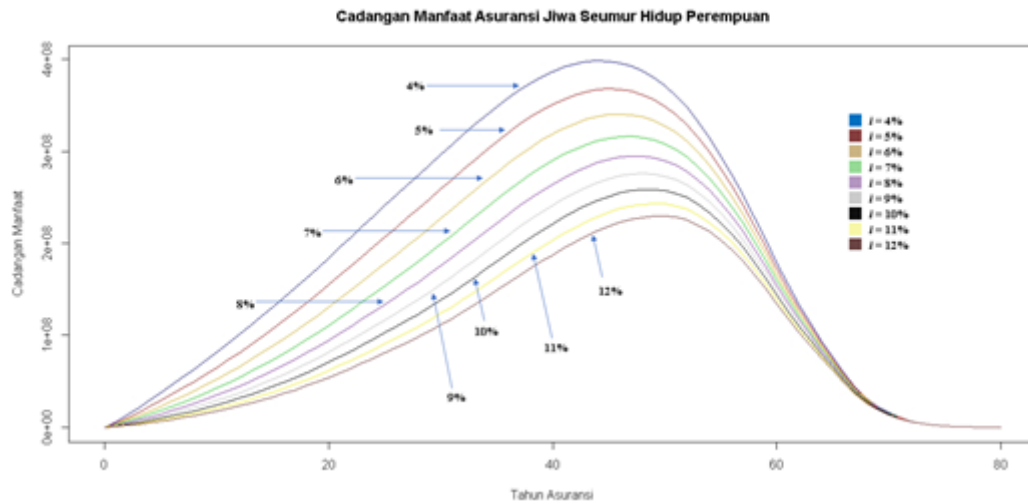
### 3.2. Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka 40 Tahun Perempuan Bagi Nasabah Perempuan.

Asuransi jiwa berjangka 40 tahun dengan uang pertanggungan sebesar Rp1.000.000.000,00 akan dibayar pada akhir tahun kematian kepada pemegang polis yang masuk asuransi pada usia 25 tahun. Perusahaan asuransi akan menetapkan tingkat bunga efektif tahunan sebesar 6%, di mana tingkat suku bunga menyebar normal setiap tahunnya dengan biaya pengeluaran yang disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan prinsip equivalent yang memperhitungkan biaya pengeluaran, akan ditentukan terlebih dahulu nilai dari fungsi kerugian  ${}_kL_e$  dengan nilai-nilai variabel yang sudah diketahui sebelumnya. Menggunakan cara perhitungan yang sama pada asuransi jiwa seumur hidup di atas, sehingga didapatkan nilai  $G$  sebagai berikut

$$G = 5.381.817,61$$





GAMBAR 1. Grafik cadangan manfaat asuransi jiwa seumur hidup perempuan

Premi manfaat bersih ( $\pi$ ) dengan uang pertanggungan sebesar Rp1.000.000.000,00 diperoleh melalui persamaan (5),  $\left(A^1_{25:\overline{40}|}\right) = \frac{A^1_{25:\overline{40}|}}{\ddot{a}_{25:\overline{40}|}}$ , dengan nilai  $\pi = 1.000.000.000P\left(A^1_{25:\overline{40}|}\right)$ . Oleh karena itu, premi biayanya ( $e$ ) adalah  $e = G - \pi$ . Karena suku bunga menyebar normal setiap tahunnya, maka nilai premi manfaat bersih setiap tahunnya juga selalu berubah-ubah tergantung dengan nilai suku bunganya.

Setelah mendapatkan setiap nilai dari variabel-variabel yang dibutuhkan, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai cadangan manfaatnya, yaitu diberikan dalam Tabel 4.

TABEL 4. Nilai kerugian bersih dan kerugian biaya asuransi jiwa berjangka 40 tahun perempuan

${}_kL_e$	Kerugian bersih		Kerugian biaya		Probabilitas
	$b_*v^*$	$\pi\ddot{a}_*$	Biaya pengeluaran	$e\ddot{a}_*$	$Pr(K(x) = k)$
${}_0L_e$					
$K(x) = 0$	941.002.830	1.471.093	1.076.371	3.910.724	0,00042
$K(x) = 1$	893.046.123	2.666.892	1.380.231	8.627.609	0,000439815
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$K(x) \geq 39$	92.952.713	22.617.205	6.097.937	93.405.789	0,88168697
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
${}_{80}L_e$					
$K(x) \geq 39$	941.002.830	1.049.116	322.911	4.332.700	0,88168697

Oleh karena itu, nilai cadangan manfaat asuransi jiwa seumur hidup untuk jenis kelamin perempuan dengan tingkat suku bunga 6% disajikan pada Tabel 5.

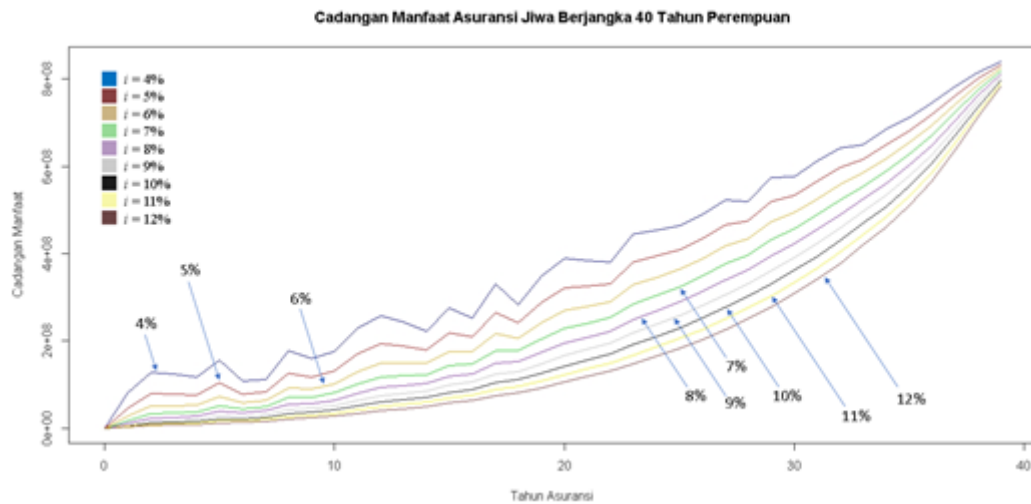
Untuk menunjukkan nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka 40 tahun pada tingkat suku bunga lainnya ditunjukkan pada Gambar 2.

#### 4. SIMPULAN

Dewasa ini, selain menjadi ibu rumah tangga, banyak perempuan yang memiliki pekerjaan dan karir yang bagus serta memiliki penghasilan sendiri. Hal ini tidak terlepas dari rasa

TABEL 5. Cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka 40 tahun perempuan dengan  $i = 6\%$ 

Cadangan manfaat dengan memperhitungkan biaya pengeluaran pada waktu $k$ ( ${}_kV_e$ )							
$0V_e$	0,03	$10V_e$	101.858.771,80	$20V_e$	269.921.031,90	$30V_e$	494.071.296,40
$1V_e$	28.223.484,87	$11V_e$	130.069.936,70	$21V_e$	278.572.770,00	$31V_e$	525.287.828,60
$2V_e$	51.075.714,45	$12V_e$	149.439.539,20	$22V_e$	289.536.969,00	$32V_e$	558.781.998,20
$3V_e$	51.873.422,50	$13V_e$	148.712.354,30	$23V_e$	328.222.558,50	$33V_e$	584.637.682,00
$4V_e$	52.120.208,34	$14V_e$	148.421.000,30	$24V_e$	345.740.086,40	$34V_e$	618.278.319,60
$5V_e$	72.096.312,01	$15V_e$	176.013.445,10	$25V_e$	363.808.018,20	$35V_e$	653.958.462,40
$6V_e$	57.976.847,52	$16V_e$	175.547.314,20	$26V_e$	387.718.818,30	$36V_e$	694.024.389,60
$7V_e$	64.087.169,71	$17V_e$	216.182.520,50	$27V_e$	417.925.101,80	$37V_e$	742.522.312,90
$8V_e$	92.475.960,63	$18V_e$	206.704.167,70	$28V_e$	433.713.513,90	$38V_e$	787.238.426,00
$9V_e$	90.593.670,26	$19V_e$	241.081.101,40	$29V_e$	472.710.385,10	$39V_e$	825.209.562,10



GAMBAR 2. Grafik cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka 40 tahun perempuan

ingin membantu keuangan keluarga atau pun mewujudkan impiannya untuk memiliki penghasilan sendiri. Dengan begitu banyak pula dari mereka yang ingin membeli produk asuransi untuk menanggulangi risiko di masa yang akan datang yang tidak dapat diprediksi dengan salah satu cara membeli sebuah produk asuransi. Dalam hal ini, perusahaan asuransi memberikan manfaat berupa cadangan manfaat yang dibayarkan pada waktu tertentu untuk membayar klaim pemegang polis. Berdasarkan hasil penelitian, untuk asuransi jiwa seumur hidup dengan suku bunga 6%, didapatkan nilai cadangan manfaat sebesar Rp168.436.406,10 pada tahun ke-25 kontrak asuransi berjalan. Hal ini menunjukkan bahwa untuk minimal seorang pemegang polis, perusahaan asuransi perlu menyiapkan nilai minimum cadangan manfaat sebesar Rp168.436.406,10. Penentuan ini juga berlaku untuk nasabah yang membeli produk asuransi berjangka 40 tahun. Dari nilai cadangan manfaat tersebut diharapkan perusahaan asuransi dapat memprediksikan nilai minimum dan nilai maksimum cadangan manfaat yang disesuaikan dengan jumlah pemegang polis.

Metode perhitungan cadangan manfaat yang digunakan adalah metode diskret, di mana pemegang polis akan menerima sejumlah *benefit* dari cadangan manfaat yang dibayarkan pada akhir tahun kematiannya. Dalam kenyataannya, kematian seseorang dapat terjadi kapan saja. Oleh karena itu, alangkah baiknya apabila pada penilitan selanjutnya dapat menggunakan

perhitungan cadangan manfaat dengan metode kontinu, yaitu perusahaan asuransi jiwa berke-wajiban membayarkan sejumlah *benefit* yang telah disepakati dengan pemegang polis pada saat kematiannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andiraja, N. and Fadil, A., Jan 2015, Nilai Akumulasi Anuitas Berjangka dengan Distribusi Makeham Pada Status Hidup Gabungan, *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 1(1).
- [2] Churchill, C. F., Liber, D., McCord, M. J., and Roth, J., 2003, *Making Insurance Work for Microfinance Institutions*, Switzerland: International Labour Organization.
- [3] Hutapea, A. E. J., Widana, I. N., and Harini, L. P. I., 2018, Penentuan Cadangan Premi dengan Perhitungan Prospektif Untuk Asuransi Pendidikan, *E-Jurnal Matematika*, 7(2), pp. 122-128, doi: 10.24843/MTK.2018.v07.i02.
- [4] Effendie, A. R., 2015, *Matematika Aktuaria dengan Software R*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [5] Huang, V. and Kristiani, F., 2013, Penerapan Hukum Mortalita Makeham dan Tingkat Suku Bunga Stokastik Untuk Perhitungan Nilai Tunai Manfaat, *Jurnal Mat. Stat*, 13(1), pp. 8-23.
- [6] Sembiring, R. K., 1986, *Buku Materi Pokok Asuransi 1*, Jakarta: Universitas Terbuka.
- [7] Pemerintah Republik Indonesia, 2014, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2014 tentang Perusahaan Asuransi*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- [8] Bowers, N. L., Gerber, H. U., Hickman, J. C., Jones, D. A., and Nesbitt, C. J., 1997, *Actuarial Mathematics*, Schaumburg (US): The Society of Actuaries.
- [9] Achdijat, D., 1995, *Teknik Pengelolaan Asuransi Jiwa*, Jakarta: Gunadarma.
- [10] Salim, A., 1991, *Dasar-dasar Asuransi*, Jakarta: Rajawali Pers.
- [11] Darmawi, H., 2000, *Manajemen Asuransi*, Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- [12] Silviatusti, F., 2013, *Penentuan Periode Optimal Amortization Gains and Losses dengan Meminimumkan Ragam Kontribusi Jangka Panjang*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [13] Iriana, N., Purnamasari, I., and Nasution, Y. N., 2020, Penentuan Cadangan Premi Asuransi Jiwa Seumur Hidup Menggunakan Metode Zilmer, *Jurnal Matematika, Statistika, & Komputasi*, 16(2), pp. 219-225.
- [14] Destriana, Satyahadewi, N., and Mara, M. N., 2014, Penentuan Nilai Cadangan Prospektif Pada Asuransi Jiwa Seumur Hidup Menggunakan Metode New Jersey, *Buletin Ilmiah Mat.Stat dan Terapannya (Bimaster)*, 3(1), pp. 7-12, doi: 10.26418/bbimst.v3i01.4462.
- [15] Siamat, D., 2004, *Manajemen Lembaga Keuangan*, Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [16] Ganie, A. J., 2013, *Hukum Asuransi Indonesia*, Jakarta: Sinar Grafika.
- [17] Sukraini, T. T. and Elfarsa, K. V., 2018, Penerapan Aktuaria Dalam Menentukan Premi Tunggal Bersih Asuransi Jiwa Kredit Pada Lembaga Keuangan Mikro, *Matrik: Jurnal Manajemen, Strategi Bisnis dan Kewirausahaan*, 12(1), doi: 10.24843/MATRIK:JMBK.2018.v12.i01.p07.
- [18] Bodie, Z., Kane, A., and Marcus, A. J., 2001, *Investment 5th Edition*, Newyork (US): McGraw-Hill/Irwin.
- [19] Kellison, S. G., 2009, *The Theory of Interest 3th Edition*, Newyork (US): McGraw-Hill/Irwin.
- [20] Lestari, P., 2009, *Penentuan Premi Manfaat dan Cadangan Manfaat dengan Memperhitungkan Biaya Pengeluaran*, Depok: Universitas Indonesia.
- [21] Thaibah, S. R., 2015, *Penentuan Premi dan Cadangan Manfaat Pada Beberapa Jenis Asuransi Jiwa dengan Memperhitungkan Biaya*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [22] Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia, Persatuan Aktuaris Indonesia, and Swiss Re, 2012, *Tabel Mortalita Indonesia 2011*, Jakarta: Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia.

