

$$G(x | \mu, \sigma) = 1 - g^{c^x},$$

dengan

$$g = e^{-e^{-a/b}} \quad \text{dan} \quad c = e^{1/b}. \quad (2)$$

Distribusi Makeham merupakan pengembangan dari distribusi Gompertz dinyatakan sebagai hukum mortalita dengan percepatan mortalita untuk percepatan mortalita untuk seseorang $(x + s)$ tahun dinyatakan dengan

$$\mu(x + s) = A + Bc^{x+s}, \quad B > 0, A \geq -B, x \geq 0, c > 1. \quad (3)$$

dengan konstanta A menyatakan risiko yang disebabkan oleh faktor lain selain usia, B mewakili tingkat kematian secara umum dan c merupakan pertumbuhan spesifik tingkat kematian. Besarnya konstanta Gompertz dapat peroleh berdasarkan Definisi 1.

Hubungan antara peluang hidup dan percepatan mortalita adalah

$${}_t p_x = e^{-\int_0^t \mu(x+s) ds}, \quad (4)$$

substitusikan persamaan (3) ke persamaan (4) sehingga diperoleh

$${}_t p_x = e^{-At - \frac{B}{\ln c} c^x (c^t - 1)},$$

misalkan $\ln s = -A$ dan $\ln g = \frac{-B}{\ln c}$, maka peluang seseorang berusia x tahun akan hidup

hingga t tahun kemudian berdasarkan distribusi Makeham dinyatakan

$${}_t p_x = s^t g^{c^x (c^t - 1)}. \quad (5)$$

Dalam Bowers et al. [1, h.264] menyatakan peluang hidup gabungan untuk peserta asuransi yang berusia x dan y tahun akan bertahan hidup hingga t tahun berikutnya sebagai berikut:

$${}_t p_{xy} = {}_t p_x \cdot {}_t p_y. \quad (6)$$

Substitusikan persamaan (5) ke persamaan (6) diperoleh peluang seseorang yang berusia x dan y tahun bertahan hidup hingga t tahun kemudian berdasarkan distribusi Makeham adalah

$${}_t p_{xy} = s^{2t} g^{(c^x + c^y)(c^t - 1)} \quad (7)$$

Nilai tunai anuitas hidup awal berjangka n tahun untuk peserta asuransi yang berusia x tahun dinyatakan sebagai berikut:

$$\ddot{a}_{x:n} = \sum_{t=0}^{n-1} v^t {}_t p_x, \quad (8)$$

dengan v merupakan faktor diskon yang dinyatakan dengan [2, h.2]

$$v = \frac{1}{1+i}. \quad (9)$$

Substitusikan persamaan (5) ke persamaan (8) diperoleh nilai tunai anuitas hidup awal berjangka n tahun untuk peserta asuransi yang berusia x tahun berdasarkan distribusi Makeham adalah

$$\ddot{a}_{x:n} = \sum_{t=0}^{n-1} v^t s^t g^{c^x (c^t - 1)}. \quad (10)$$

Nilai tunai anuitas hidup awal berjangka n tahun untuk peserta asuransi yang berusia x dan y tahun dinyatakan sebagai berikut:

$$\ddot{a}_{xy:\overline{n}|} = \sum_{t=0}^{n-1} v^t {}_t p_{xy} . \quad (11)$$

Substitusikan persamaan (7) ke persamaan (11) diperoleh nilai tunai anuitas hidup awal berjangka n tahun untuk peserta asuransi yang berusia x dan y tahun berdasarkan distribusi Makeham adalah

$$\ddot{a}_{xy:\overline{n}|} = \sum_{t=0}^{n-1} v^t s^{2t} g^{(c^x+c^y)(c^t-1)} . \quad (12)$$

Nilai tunai anuitas hidup awal berjangka gabungan dengan jangka pembayaran premi m tahun untuk $m < n$ dapat dinyatakan dengan

$$\ddot{a}_{xy:\overline{m}|} = \sum_{t=0}^{m-1} v^t {}_t p_{xy} . \quad (13)$$

Substitusikan persamaan (7) ke persamaan (13) di peroleh nilai tunai anuitas hidup awal berjangka untuk peserta asuransi yang berusia x dan y tahun dengan jangka pembayaran premi m tahun berdasarkan distribusi Makeham adalah

$$\ddot{a}_{xy:\overline{m}|} = \sum_{t=0}^{m-1} v^t s^{2t} g^{(c^x+c^y)(c^t-1)} . \quad (14)$$

Premi asuransi jiwa menurut cara pembayarannya dibedakan menjadi dua, yaitu premi tunggal dan premi tahunan. Futami [2, h.83] menyatakan premi tunggal merupakan premi asuransi yang pembayarannya dilakukan pada awal kontrak asuransi disetujui dan selanjutnya tidak ada pembayaran lagi. Premi tunggal asuransi jiwa berjangka untuk peserta asuransi yang berusia x tahun, dengan jangka waktu pertanggungans selama n tahun adalah

$$A_{x:\overline{n}|}^1 = \sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} {}_t q_x . \quad (15)$$

Dari persamaan (15) diperoleh hubungan nilai tunai anuitas hidup berjangka dengan premi tunggal asuransi jiwa berjangka status perorangan sebagai berikut:

$$A_{x:\overline{n}|}^1 = 1 - d \ddot{a}_{x:\overline{n}|} - v^n {}_n p_x ,$$

dengan $d = 1 - v$, menyatakan tingkat diskon. Sehingga premi tunggal asuransi jiwa berjangka status perorangan berdasarkan distribusi Makeham dapat dinyatakan dengan

$$A_{x:\overline{n}|}^1 = 1 - d \sum_{t=0}^{n-1} v^t s^{2t} g^{c^x(c^t-1)} - v^n s^n g^{c^x(c^n-1)} . \quad (16)$$

Premi tunggal asuransi jiwa berjangka untuk peserta asuransi yang berusia x dan y tahun dengan jangka waktu perlindungan selama n tahun dalam Futami [3, h.74] dinyatakan dengan

$$A_{xy:\overline{n}|}^1 = \sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} {}_t q_{xy} . \quad (17)$$

Dari persamaan (17) diperoleh hubungan nilai anuitas hidup berjangka dengan premi tunggal asuransi jiwa berjangka status gabungan berdasarkan distribusi Makeham sebagai berikut:

$$A_{xy:\overline{n}}^1 = 1 - d \sum_{t=0}^{n-1} v^t s^{2t} g^{(c^x+c^y)(c^t-1)} - v^n s^{2n} g^{(c^x+c^y)(c^n-1)}. \quad (18)$$

Asuransi jiwa dengan dua tertanggung atau lebih, dimana tertanggung dapat meninggal lebih dahulu atau meninggal terakhir dapat dinyatakan dalam urutan asuransi ini disebut dengan *contingent insurance*. Premi tunggal asuransi jiwa *contingent* berdasarkan distribusi Makeham untuk x meninggal sebelum y meninggal dalam n tahun adalah

$$A_{x:y:\overline{n}}^1 = \sum_{n=0}^{n-1} v^{t+1} {}_t|q_{xy}^1, \quad (19)$$

dengan ${}_t|q_{xy}^1 = A\left(1 - \frac{c^x}{c^w}\right) e_{xy:\overline{n}}^{\circ} + \frac{c^x}{2c^w} {}_t|q_{xy}$. Sehingga persamaan (19) dapat dinyatakan

dengan

$$A_{x:y:\overline{n}}^1 = A\left(1 - \frac{c^x}{c^w}\right) \sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} e_{xy:\overline{n}}^{\circ} + \frac{c^x}{2c^w} \sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} {}_t|q_{xy}. \quad (20)$$

Premi tunggal asuransi jiwa *contingent* untuk x meninggal dahulu sebelum y adalah

$$A_{x:y:\overline{n}}^1 = A\left(1 - \frac{c^x}{c^w}\right) \sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} \left(\sum_{t=0}^{n-1} s^{2(t+1)} g^{(c^x+c^y)(c^{t+1}-1)} + \frac{1}{2} \right) + \frac{c^x}{2c^w} \left(1 - d \sum_{t=0}^{n-1} v^t s^{2t} g^{(c^x+c^y)(c^t-1)} - v^n s^{2n} g^{(c^x+c^y)(c^n-1)} \right). \quad (21)$$

Premi tahunan adalah premi yang dibayarkan setiap awal tahun yang besarnya bisa berubah-ubah atau sama setiap tahunnya. Premi tahunan asuransi jiwa *contingent* berdasarkan distribusi Makeham dengan masa pembayaran preminya adalah m tahun dengan $m < n$ dinyatakan dengan sebagai berikut

$${}_mP_{x:y:\overline{n}}^1 = \frac{A_{x:y:\overline{n}}^1}{\ddot{a}_{xy:\overline{n}}}. \quad (22)$$

Substitusikan persamaan (13) dan (21) ke persamaan (22) diperoleh premi tahunan asuransi jiwa *contingent* berdasarkan distribusi Makeham sebagai berikut:

$${}_mP_{x:y:\overline{n}}^1 = \frac{A\left(1 - \frac{c^x}{c^w}\right) \sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} \left(\sum_{t=0}^{n-1} s^{2(t+1)} g^{(c^x+c^y)(c^{t+1}-1)} + \frac{1}{2} \right)}{\sum_{t=0}^{m-1} v^t s^{2t} g^{(c^x+c^y)(c^t-1)}} + \frac{\frac{c^x}{2c^w} \left(1 - d \sum_{t=0}^{n-1} v^t s^{2t} g^{(c^x+c^y)(c^t-1)} - v^n s^{2n} g^{(c^x+c^y)(c^n-1)} \right)}{\sum_{t=0}^{m-1} v^t s^{2t} g^{(c^x+c^y)(c^t-1)}}. \quad (23)$$

3. CADANGAN ASURANSI JIWA *CONTINGENT* BERDASARKAN DISTRIBUSI MAKEHAM DENGAN METODE *PREMIUM SUFFICIENCY*

Cadangan berdasarkan waktu perhitungan premi terbagi menjadi dua yaitu cadangan prospektif dan cadangan retrospektif. Cadangan prospektif merupakan cadangan yang perhitungannya berdasarkan nilai sekarang dari semua pengeluaran di waktu yang akan datang dikurangi dengan nilai sekarang dari total pendapatan di waktu yang akan datang untuk tiap pemegang polis. Cadangan prospektif asuransi jiwa *contingent* berdasarkan distribusi Makeham adalah cadangan yang dihitung dari peserta asuransi yang berusia x dan y tahun dengan k merupakan waktu perhitungan cadangan, m merupakan masa pembayaran premi, dan n merupakan jangka waktu pertanggungan dinyatakan dengan:

$${}_k^mV_{xy:\overline{n}|} = \begin{cases} A_{x+k,y+k:\overline{n-k}|}^1 - {}_mP_{xy:\overline{n}|}^1 \ddot{a}_{x+k,y+k:\overline{n-k}|}, & k < m < n \\ A_{x+k,y+k:\overline{n-k}|}^1, & m \leq k < n \end{cases} \quad (24)$$

Cadangan *premium sufficiency* merupakan cadangan premi yang perhitungannya menggunakan cadangan premi prospektif. Cadangan *premium sufficiency* adalah cadangan asuransi jiwa yang memperhatikan manajemen perusahaan yang diasumsikan sebagai premi kotor dinotasikan dengan ${}_m^*P_{xy:\overline{n}|}^1$. Premi kotor asuransi jiwa *contingent* dalam Futami [3, h.2] dinyatakan dengan

$${}_m^*P_{xy:\overline{n}|}^1 = \frac{1}{1-\beta} \left\{ {}_mP_{xy:\overline{n}|}^1 + \frac{\alpha}{\ddot{a}_{xy:\overline{m}|}} + \gamma + \gamma' \frac{\ddot{a}_{xy:\overline{n}|} - \ddot{a}_{xy:\overline{m}|}}{\ddot{a}_{xy:\overline{m}|}} \right\}, \quad (25)$$

dengan

α adalah biaya penutupan baru,

β adalah biaya pengumpulan premi sepanjang jangka waktu pertanggungan premi,

γ adalah biaya pemeliharaan dalam masa pembayaran premi,

γ' adalah biaya pemeliharaan setelah masa pembayaran.

Cadangan *premium sufficiency* asuransi jiwa *contingent* yang dihitung pada tahun ke- k , dinyatakan dengan

$${}_k^mV_{xy:\overline{n}|}^{(ps)} = A_{x+k,y+k:\overline{n-k}|}^1 - (1-\beta) {}_m^*P_{xy:\overline{n}|}^1 \ddot{a}_{x+k,y+k:\overline{n-k}|} + \gamma \ddot{a}_{x+k,y+k:\overline{n-k}|} + \gamma' \left(\ddot{a}_{x+k,y+k:\overline{n-k}|} - \ddot{a}_{x+k,y+k:\overline{m-k}|} \right). \quad (26)$$

Substitusikan persamaan (25) ke persamaan (26) sehingga cadangan asuransi jiwa *contingent* dengan metode *premium sufficiency* pada tahun $k < m$ adalah

$${}_k^mV_{xy:\overline{n}|}^{(ps)} = A_{x+k,y+k:\overline{n-k}|}^1 - \left({}_mP_{xy:\overline{n}|}^1 + \frac{\alpha}{\ddot{a}_{xy:\overline{m}|}} \right) \ddot{a}_{x+k,y+k:\overline{n-k}|} + \gamma' \left(\ddot{a}_{x+k,y+k:\overline{n-k}|} - \frac{\ddot{a}_{xy:\overline{n}|}}{\ddot{a}_{xy:\overline{m}|}} \ddot{a}_{x+k,y+k:\overline{m-k}|} \right). \quad (27)$$

Cadangan asuransi jiwa *contingent* dengan metode *premium sufficiency* berdasarkan distribusi Makeham untuk x meninggal setelah y meninggal dunia dalam n tahun adalah

$$\begin{aligned}
{}^m V_{xy:\overline{n}}^{1(ps)} &= A \left(1 - \frac{c^{x+k}}{c^{w+k}} \right) \sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} \left(\sum_{t=0}^{n-k-1} s^{2(t+1)} g^{(c^{x+k}+c^{y+k})(c^{t+1}-1)} + \frac{1}{2} \right) \\
&+ \frac{c^{x+k}}{2c^{w+k}} \left(1 - d \sum_{t=0}^{n-k-1} v^t s^{2t} g^{(c^{x+k}+c^{y+k})(c^t-1)} - v^{n-k} s^{2(n-k)} g^{(c^{x+k}+c^{y+k})(c^{n-k}-1)} \right) \\
&- \left({}^m P_{xy:\overline{n}}^1 + \frac{\alpha}{\sum_{t=0}^{m-1} v^t s^{2t} g^{(c^x+c^y)(c^t-1)}} \right) \sum_{t=0}^{m-k-1} v^t s^{2t} g^{(c^{x+k}+c^{y+k})(c^t-1)} \\
&+ \gamma' \left(\sum_{t=0}^{n-k-1} v^t s^{2t} g^{(c^{x+k}+c^{y+k})(c^t-1)} - \frac{\ddot{a}_{xy:\overline{n}}}{\ddot{a}_{xy:\overline{m}}} \sum_{t=0}^{m-k-1} v^t s^{2t} g^{(c^{x+k}+c^{y+k})(c^t-1)} \right). \tag{28}
\end{aligned}$$

Contoh Pak Hafiz dan istri mengikuti program asuransi jiwa *contingent* selama 30 tahun, usia Pak Hafiz adalah 45 tahun, dan istrinya berusia 43 tahun dengan uang pertanggungan yang akan diterima oleh ahli waris sebesar Rp30.000.000,00 pada akhir tahun polis. Tingkat bunga yang berlaku adalah 2,5% dan konstanta dari distribusi Makeham adalah 0.0005 dapat ditentukan

- Cadangan prospektif asuransi jiwa *contingent* untuk pasangan suami istri berdasarkan distribusi Makeham.
- Cadangan *premium sufficiency* asuransi jiwa *contingent* untuk pasangan suami istri berdasarkan distribusi Makeham.

Diketahui $x = 45$, $y = 43$, $n = 30$, $m = 25$, $i = 2,5\% = 0.025$, $\alpha = 2,5\% = 0,025$, $\gamma' = 3\% = 0,03$, dan $R = Rp.30.000.000,00$. Dengan menggunakan persamaan(9) diperoleh $v = 0,97561$, dan $d = 0,02439$. Berdasarkan Tabel Mortalita Indonesia tahun 1999 pada pria diperoleh konstanta Gompertz $g = 0,939068452$ dan $c = 1,044763345$. Dengan cara yang sama dalam menentukan konstanta Gompertz pada wanita diperoleh $g = 0,939006435$, $c = 1,043410379$ dan konstanra Makeham $s = 0.999500125$.

Premi tunggal asuransi jiwa berjangka untuk status gabungan berdasarkan persamaan (18) diperoleh

$$\begin{aligned}
A_{45,43:\overline{30}}^1 &= 30.000.000 \left(1 - d \ddot{a}_{45,43:\overline{30}} - v^{30} {}_{30}P_{45,43} \right) \\
A_{45,43:\overline{30}}^1 &= 30.000.000 \left(1 - (0,024390244 \times 11,82667126) - (0,476742685 \right. \\
&\quad \left. \times 0,092474892) \right) \\
A_{45,43:\overline{30}}^1 &= 20.023.736,25.
\end{aligned}$$

Premi tunggal asuransi jiwa *contingent* untuk x meninggal dahulu sebelum y meninggal dengan menggunakan persamaan (21) adalah

$$A_{45,43:\overline{30}}^1 = \text{Rp}30.000.000 \left(A \left(1 - \frac{c^{45}}{c^{45} + c^{43}} \right) \sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} \left(\sum_{t=0}^{n-1} {}_{t+1}p_{xy} + \frac{1}{2} \right) + \frac{c^{45}}{c^{45} + c^{43}} A_{45,43:\overline{30}}^1 \right)$$

$$= \text{Rp}30.000.000(0,0005(21,9540741 \times 14,37330672) + (0,521881213$$

$$\times 0,3509932482)$$

$$A_{45,43:\overline{30}}^1 = \text{Rp}12.594.223,55.$$

Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (23), diperoleh premi bersih tahunan asuransi jiwa *contingent* untuk x meninggal dahulu sebelum y meninggal

$${}^{25}P_{45,43:\overline{30}}^1 = \frac{A_{45,43:\overline{30}}^1}{\ddot{a}_{45,43:\overline{25}}}$$

$$= \frac{\text{Rp}12.594.223,55}{11,4670052}$$

$${}^{25}P_{45,43:\overline{30}}^1 = \text{Rp}1.094.119,89$$

a. Cadangan prospektif asuransi jiwa *contingent* untuk pasangan suami istri berdasarkan distribusi Makeham.

Berdasarkan persamaan (3.32) pada saat $k < m < n$ cadangan prospektif asuransi jiwa *contingent* berdasarkan distribusi Makeham pada awal tahun kontrak dimulai dengan $k = 0$, diperoleh

$${}^0_{25}V_{45,43:\overline{30}}^1 = A_{45,43:\overline{30}}^1 - {}^{25}P_{45,43:\overline{30}}^1 \ddot{a}_{45,43:\overline{30}}$$

$$= 12.594.223,55 - 1.094.119,89(11,82667126)$$

$${}^0_{25}V_{45,43:\overline{30}}^1 = -429.241,80.$$

Untuk tahun-tahun berikutnya, dengan menggunakan Microsoft Excel diperoleh cadanganprospektif asuransi jiwa *contingent* berdasarkan distribusi Makeham untuk x meninggal dahulu sebelum y sepertipada Tabel 1.

Tabel 1: Cadangan asuransi jiwa *contingent* untuk x meninggal dahulu sebelum y berdasarkan distribusi Makeham.

Tahun	${}^m_k V_{xy:\overline{n}}^1$ (Rp)	Tahun	${}^m_k V_{xy:\overline{n}}^1$ (Rp)
0	-429.241,80	15	3.444.809,81
1	-116.506,00	16	3.605.829,59
2	190.772,36	17	3.745.916,12
3	492.231,81	18	3.862.141,87
4	787.474,23	19	3.950.997,02
5	1.076.057,90	20	4.008.252,86
6	1.357.489,40	21	4.028.789,41

7	1.631.231,82	22	4.006.376,18
8	1.896.603,14	23	3.933.392,66
9	2.152.942,26	24	3.819.777,60
10	2.399.412,16	25	3.596.024,73
11	2.635.069,53	26	3.305.665,15
12	2.858.822,04	27	2.911.400,89
13	3.069.280,54	28	2.390.618,12
14	3.265.280,54	29	1.714.721,19

b. Cadangan *premium sufficiency* asuransi jiwa *contingent* untuk pasangan suami istri berdasarkan distribusi Makeham

Berdasarkan persamaan (28) maka cadangan asuransi jiwa *contingent* berdasarkan distribusi Makeham dengan metode *premium sufficiency* pada saat awal kontrak diperoleh

$$\begin{aligned}
{}_{0|}^{25}V_{45,43:\overline{30}}^{(ps)} &= A_{45,43:\overline{30}}^1 - \left({}_{25}P_{45,43:\overline{30}}^1 + \frac{\alpha}{\ddot{a}_{45,43:\overline{25}}} \right) \ddot{a}_{45,43:\overline{25}} + \gamma' \left(\ddot{a}_{45,43:\overline{30}} - \frac{\ddot{a}_{45,43:\overline{30}}}{\ddot{a}_{45,43:\overline{25}}} \ddot{a}_{45,43:\overline{25}} \right) \\
&= (12.546.278,49) - (12.211.215,13) + 0 \\
{}_{0|}^{25}V_{45,43:\overline{30}}^{(ps)} &= 0,03
\end{aligned}$$

Untuk tahun-tahun berikutnya, dengan menggunakan Microsoft Excel diperoleh cadangan asuransi jiwa *contingent* berdasarkan distribusi Makeham dengan metode *premium sufficiency* untuk x meninggal dahulu sebelum y seperti pada Tabel 2.

Tabel 2: Cadangan asuransi jiwa *contingent* untuk x meninggal dahulu sebelum y berdasarkan distribusi Makeham dengan metode *premium sufficiency*.

Tahun	${}_k^mV_{xy:\overline{n}}^{(ps)}$ (Rp)	Tahun	${}_k^mV_{xy:\overline{n}}^{(ps)}$ (Rp)
0	-0.03	15	4.804.085,65
1	340.580,69	16	5.103.127,72
2	678.308,94	17	5.400.428,42
3	1.013.137,80	18	5.696.367,79
4	1.345.029,31	19	5.991.416,62
5	1.673.955,47	20	6.286.157,16
6	1.999.899,15	21	6.581.309,55
7	2.322.855,49	22	6.877.764,99
8	2.642.833,40	23	7.176.628,31
9	2.756.995,20	24	7.498.571,65
10	3.273.971,00	25	7.787.408,11
11	3.585.237,55	26	6.858.960,69



12	3.893.746,10	27	5.747.992.08
13	4.199.583.52	28	4.413.058,61
14	4.502.996,31	29	2.801.739,47

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang penulis peroleh bahwa cadangan premi asuransi jiwa *contingent* berdasarkan distribusi Makeham dengan metode *premium sufficiency* menghasilkan nilai cadangan yang lebih besar pada persamaan (27) dibandingkan dengan nilai cadangan prospektif asuransi jiwa *contingent* berdasarkan distribusi Makeham, karena dipengaruhi oleh dua faktor biaya yaitu biaya penutupan baru yang dinotasikan α dan biaya pemeliharaan setelah masa pembayaran premi yang dinotasikan γ' . Sedangkan cadangan prospektif asuransi hanya dipengaruhi oleh premi tunggal, premi bersih tahunan, tingkat bunga dan percepatan mortalita, tidak memperhitungkan biaya manajemen pada persamaan (24).

Pada asuransi jiwa *contingent* ini, masa pertanggungan n tahun dan pembayaran premi bersih tahunan selama m tahun pada persamaan (22). Nilai cadangan asuransi jiwa *contingent* dari tahun ketahun semakin besar, namun pada saat akhir masa kontrak nilai cadangan semakin kecil. Oleh karena itu jika peserta sampai akhir tahun kontrak masih hidup, maka peserta tidak mendapat santunan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowers, N.L., H.U., Geerber, J.C. Hickman, D.A. Jones & C.J. Nesbitt, 1986. *Actuarial Mathematics*. Society of Actuaries, Schaumhurg.
- [2] Futami, T. 1993. *Matematika Asuransi Jiwa, Bagian I*. Terj. dari Seimei Hoken Sugaku, Jokan ("92 Revision), oleh Herliyanto, Gatot. Penerbit Incorporated Foundation Oriental Life Insurance Cultural Development Center, Japan.
- [3] Futami, T. 1993. *Matematika Asuransi Jiwa, Bagian II*, Terj. dari Seimei Hoken Sugaku, Gekan ("92 Revision), oleh G. Herliyanto, Incorporated Foundation, Tokyo, Jepang.
- [4] Dickson, D.C.M., M.R. Hardy, & H.R. Waters. 2009. *Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks*. Cambridge University Pres, New York.
- [5] Jordan, C. W. 1991. *Society of Actuaries' Textbook on Life Contingent Second Edition*. The Society of Actuaries. Chicago, Illinois.
- [6] Willemse, W. J, & H. Koppelaar. 2000. Knowledge Elicitation of Gompertz' Law of Mortality. *Scandinavian Actuarial Journal*, 2: 168-179.