



Pemodelan Premi Asuransi Jiwa Dwiguna Unit Link dengan Metode Annual Ratchet dan Hukum Gompertz

Aldila Nur Indah Berliana Ratam^{1*}, Marisa¹, Agus Irawan¹, Nasrullah¹

¹ *Sains Aktuaria, FS, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan*

*aldila.ratam@at.itera.ac.id

Abstract

The risk of death is one of the risks that can have a significant impact on an individual's financial condition. Therefore, protection through life insurance is required. Unit-linked endowment life insurance combines protection and investment benefits, with the premium amount affecting both. This study is a quantitative research with an actuarial modeling approach that aims to model the premium of unit-linked endowment life insurance based on stock investment using the annual ratchet method and Gompertz's law. Stock returns and volatility are used as the basis for determining investment benefits under the annual ratchet method, using stock data for PT Bank Central Asia Tbk. The annual ratchet method is applied to protect the investment value from market declines by implementing cap and floor limits. Survival and mortality probabilities are modeled using Gompertz's law. The results of the study show that, based on mortality modeling using Gompertz's law and the annual ratchet mechanism, the net single premium for unit-linked endowment life insurance that must be paid at the beginning of the contract was Rp 129,098,509. These results show that applying the annual ratchet method can protect against fluctuations in investment value while accounting for mortality risk in premium determination, making the resulting model an alternative for developing more stable unit-linked life insurance products.

Keywords: annual ratchet; life insurance; gompertz's law; premiums; unit-linked

Abstrak

Risiko kematian merupakan salah satu risiko yang memiliki dampak signifikan terhadap kondisi finansial seseorang, sehingga diperlukan perlindungan melalui asuransi jiwa. Asuransi jiwa dwiguna unit link menggabungkan manfaat proteksi dan investasi, di mana besarnya premi memengaruhi besarnya manfaat proteksi dan investasi. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan pemodelan aktuaria yang bertujuan untuk memodelkan premi asuransi jiwa dwiguna unit link berbasis investasi saham dengan metode annual ratchet dan hukum Gompertz. Perhitungan return dan volatilitas saham yang digunakan sebagai dasar penentuan manfaat investasi dengan metode annual ratchet menggunakan data saham PT Bank Central Asia Tbk. Metode annual ratchet diterapkan untuk melindungi nilai investasi dari penurunan pasar melalui penerapan batas *cap* dan *floor*. Peluang hidup dan peluang meninggal dimodelkan dengan menggunakan hukum Gompertz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan pemodelan mortalitas menggunakan hukum Gompertz dan mekanisme annual ratchet, diperoleh bahwa premi tunggal bersih asuransi jiwa dwiguna unit link yang harus dibayarkan pada awal kontrak sebesar Rp 129.098.509. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan metode annual ratchet dapat memberikan perlindungan terhadap fluktuasi nilai investasi sekaligus mempertimbangkan risiko mortalitas dalam penentuan premi, sehingga model yang dihasilkan dapat menjadi alternatif dalam pengembangan produk asuransi jiwa unit link yang lebih stabil.

Kata Kunci: annual ratchet; asuransi jiwa; hukum gompertz; premi; unit link

1. PENDAHULUAN

Risiko merupakan kondisi yang melekat dalam kehidupan manusia dan berkaitan dengan adanya ketidakpastian. Ketidakpastian adalah kondisi yang menggambarkan ketidakmampuan untuk memprediksi peristiwa yang akan datang (Rachman et al., 2024) dan berpotensi menimbulkan kerugian, baik kerugian finansial maupun non-finansial. Salah satu risiko yang memiliki dampak signifikan terhadap kondisi finansial adalah risiko kematian, yaitu ketidakpastian terhadap waktu meninggalnya seseorang sehingga dapat menyebabkan hilangnya sumber pendapatan serta meningkatnya beban finansial bagi keluarga yang ditinggalkan. Oleh karena itu, diperlukan perlindungan finansial untuk mengelola risiko, salah satunya dengan asuransi.

Asuransi merupakan usaha yang dilakukan oleh banyak pihak sebagai upaya memproteksi jiwa dan barang berharga lainnya dari suatu ketidakpastian dan risiko yang memunculkan adanya kerugian pada masa mendatang (Inayah & Setyari, 2024). Perlindungan yang diberikan mencakup pembayaran manfaat kepada pemegang polis atau ahli warisnya apabila terjadi kematian, maupun pembayaran manfaat pada akhir masa pertanggungan jika pemegang polis masih hidup. Perhitungan manfaat proteksi dan akumulasi nilai investasi didasari oleh besarnya premi yang dibayarkan. Penetapan premi yang tepat sangat penting untuk memastikan keseimbangan antara risiko kematian dan potensi pertumbuhan investasi polis.

Asuransi jiwa memiliki berbagai produk yang menyesuaikan kebutuhan perlindungan dan tujuan keuangan pemegang polis, yaitu asuransi jiwa berjangka, dwiguna, dan dwiguna murni. Asuransi jiwa dwiguna merupakan jenis asuransi yang memberikan manfaat proteksi sekaligus manfaat hidup pada akhir masa pertanggungan (Yeni et al., 2024). Produk ini memberikan perlindungan finansial bagi pemegang polis dan ahli waris, serta berfungsi sebagai sarana perencanaan keuangan jangka panjang. Asuransi jiwa dwiguna merupakan gabungan antara asuransi jiwa berjangka dan dwiguna murni.

Seiring berkembangnya kebutuhan masyarakat terhadap produk asuransi, asuransi jiwa dwiguna dikembangkan menjadi asuransi jiwa dwiguna unitlink. Asuransi jiwa dwiguna unit link merupakan asuransi jiwa dwiguna yang mengkombinasikan manfaat asuransi dan investasi (Amalia & Subhan, 2021). Selain untuk keperluan proteksi, premi yang dibayarkan pemegang polis sebagian dialokasikan untuk pengembangan dana atau investasi (Siswanto et al., 2022). Akibat adanya unsur investasi dalam asuransi jiwa dwiguna unit link menjadikan penentuan premi sebagai komponen penting dalam perancangan produk. Premi merupakan sejumlah dana yang dibayarkan oleh pemegang polis kepada perusahaan asuransi sebagai imbalan atas perlindungan dan manfaat yang akan diperoleh jika pemegang polis mengalami kerugian finansial (Okonkwo & Eche A, 2017).

Perhitungan premi sangat dipengaruhi oleh jenis asuransi jiwa yang digunakan. Pada asuransi jiwa dwiguna unit link, premi dialokasikan ke dalam instrumen investasi yang nilainya dipengaruhi oleh kondisi pasar keuangan sehingga berpotensi menyebabkan fluktuasi dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat mengamankan nilai dana setelah mengalami peningkatan, yaitu menggunakan metode annual ratchet. Metode annual ratchet merupakan metode pengindeksan berdasarkan tingkat partisipasi yang dievaluasi dari tahun ke tahun (Amalia & Subhan, 2021).

Penentuan premi dan nilai manfaat polis tidak hanya dipengaruhi oleh risiko finansial, tetapi dipengaruhi juga oleh risiko kematian tertanggung. Risiko kematian berkaitan dengan peluang meninggal seseorang pada usia tertentu, sehingga diperlukan suatu model mortalita yang mampu menggambarkan risiko kematian berdasarkan usia. Hukum Gompertz merupakan salah satu model yang dapat digunakan untuk menganalisis kelangsungan hidup karena mampu merepresentasikan pola mortalitas secara sederhana namun efektif. Jumlah parameter yang terbatas pada hukum Gompertz juga memudahkan proses analisis dan estimasi parameter dalam perhitungan aktuarial (Bowers, 1986).

Penerapan hukum Gompertz dalam perhitungan premi asuransi jiwa dwiguna dengan metode ratchet diharapkan mampu memberikan estimasi premi yang realistis terhadap perubahan risiko dan kondisi pasar. Melalui pendekatan ini, Perusahaan asuransi dapat mengoptimalkan keseimbangan antara proteksi finansial dan akumulasi nilai investasi sehingga manfaat bagi pemegang polis lebih terjamin. Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memodelan premi asuransi jiwa dwiguna unit link dengan metode annual ratchet dan hukum gompertz, sehingga dapat memberikan dasar yang kuat bagi pengembangan produk asuransi yang efektif.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Model Harga Saham

Mekanisme permintaan dan penawaran yang terjadi di pasar keuangan pada dasarnya mempengaruhi pergerakan harga saham. Penggunaan data *return* lebih disarankan dibandingkan harga saham karena *return* memiliki sifat statistic yang lebih stabil dan informatif dalam menggambarkan dinamika investasi. Return memberikan representasi yang lebih komprehensif terhadap perubahan harga dalam suatu periode, sehingga memudahkan pemodelan dan analisis risiko (Tsay, 2010). *Return* saham pada periode t dapat didefinisikan sebagai *log return*, yaitu

$$R_t = \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \quad (1)$$

dengan S_t merupakan harga saham pada waktu t . Nilai return rata-rata selama n periode selanjutnya dapat dihitung menggunakan

$$\bar{R}_t = \frac{\sum_{t=1}^n R_t}{n} \quad (2)$$

Pengukuran seberapa besar fluktuasi *return* dari waktu ke waktu diperlukan untuk memahami dinamika pergerakan harga yang tidak hanya bergantung pada nilai return rata-rata. Return yang berubah-ubah menunjukkan adanya ketidakpastian dalam pergerakan harga saham, sehingga analisis return dilengkapi dengan pengukuran volatilitas, yaitu ukuran tingkat ketidakpastian atau risiko terhadap perubahan harga suatu aset keuangan dan menggambarkan seberapa besar harga saham dapat berfluktuasi dalam periode waktu tertentu. Volatilitas dapat juga dapat diartikan sebagai simpangan baku (*standard deviation*) dari tingkat pengembalian (*rate of return*) suatu aset, yang menunjukkan penyebaran nilai return terhadap nilai rata-ratanya. Semakin tinggi nilai volatilitas maka semakin besar ketidakpastian atau risiko yang terkait dengan saham tersebut. Sebaliknya, volatilitas yang rendah menunjukkan pergerakan harga yang lebih stabil dan risiko yang relatif kecil (Hull, 2022). Volatilitas (σ) dapat dihitung menggunakan standar deviasi log return harga saham (s) dan jangka waktu dalam setahun (τ) melalui persamaan berikut (Hidayat et al., 2024).

$$\sigma = \frac{s}{\sqrt{\tau}} \quad (3)$$

Simpangan baku (s) dihitung berdasarkan penyimpangan nilai *log return* harian saham terhadap rata-rata *log return*nya selama periode pengamatan, yang dinyatakan sebagai

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2} \quad (4)$$

dengan R_t merupakan *log return* saham pada hari ke- t , \bar{R} adalah rata-rata *log return* selama n hari observasi, dan n menyatakan jumlah hari data yang diamati.

Selanjutnya, jangka waktu dalam setahun (τ) dinyatakan sebagai

$$\tau = \frac{1}{T} \quad (5)$$

dengan T merupakan jumlah hari aktif perdagangan dalam satu tahun. Jumlah hari perdagangan saham dalam setahun umumnya diasumsikan sebanyak 252 hari (Marisa et al., 2026).

2.2 Manfaat Annual Ratchet

Metode *annual ratchet* merupakan metode pengindeksan yang mengacu pada *participation rate* yang dievaluasi setiap tahun (Saputra et al., 2018). Akumulasi nilai

investasi tidak hanya bergantung pada kinerja indeks yang mendasarinya, tetapi mempertimbangkan batasan tingkat pengembalian dalam bentuk tingkat bunga minimum (*floor*) yang menjamin nilai pertumbuhan minimum, serta tingkat bunga maksimum (*cap*) yang membatasi pertumbuhan maksimum yang dapat diperoleh peserta. Metode annual ratchet menghasilkan struktur risiko dan imbal hasil yang lebih stabil, karena mekanismenya mampu melindungi nilai investasi dari penurunan pasar sekaligus membatasi tingkat pengembalian yang terlalu tinggi.

Metode annual ratchet terdiri atas dua bentuk, yaitu *simple ratchet* dan *compound ratchet*. Pada *simple ratchet*, pertumbuhan investasi dihitung berdasarkan tingkat pengembalian indeks tahunan yang telah disesuaikan dengan *participation rate* serta batas *floor* dan *cap*, kemudian diakumulasikan secara sederhana tanpa menerapkan mekanisme bunga berbunga setiap tahun. Sebaliknya, pada *compound ratchet*, tingkat pengembalian yang telah dibatasi tersebut diterapkan pada nilai akhir tahun sebelumnya sehingga menghasilkan akumulasi secara kompaun, di mana efek bunga berbunga menjadi lebih dominan dalam jangka panjang (Saputra et al., 2018).

Compound ratchet menghasilkan suatu nilai akumulasi yang disebut CR (*compound ratchet factor*). Nilai CR dihitung sebagai hasil perkalian faktor pertumbuhan tahunan yang telah disesuaikan dengan batas atas (*cap*) dan batas bawah (*floor*). Secara matematis, CR dinyatakan sebagai

$$CR = \prod_{t=1}^n (1 + \min(\max(\alpha(R_t - 1), f), C)) \quad (6)$$

Struktur manfaat dengan *compound ratchet* pada waktu t dinyatakan sebagai berikut (Magistrawati & Abdal, 2025).

$$B(t) = \max(\beta(1 + G)^t, CR) \quad (7)$$

Parameter β berfungsi sebagai faktor jaminan minimum atas premi awal yang dijamin akan diterima kembali oleh pemegang polis dan akan dikembangkan melalui tingkat pertumbuhan G .

Nilai harapan dari manfaat investasi pada waktu t dituliskan sebagai berikut

$$E[B(t)] = \begin{cases} E[\beta(1 + G)^t]; & CR < \beta(1 + G)^t \\ E[CR]; & CR \geq \beta(1 + G)^t \end{cases} \quad (8)$$

Sehingga nilai sekarang manfaat asuransi pada waktu t dapat ditentukan sebagai berikut

$$E[B(t)] = \begin{cases} e^{-rt}(\beta(1+G)^t); CR < \beta(1+G)^t \\ e^{-rt} \left((1+f)\phi(d_2) + (1-a)(\phi(d_2) - \phi(d_4)) \right. \\ \left. + \alpha(\phi(d_1) - \phi(d_3)) + (1+c)\phi(d_4) \right); CR \geq \beta(1+g) \end{cases} \quad (9)$$

dengan

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{1}{1+\frac{f}{a}}\right) + r + \frac{\sigma^2}{2}}{\sigma},$$

$$d_2 = d_1 - \sigma,$$

$$d_3 = \frac{\ln\left(\frac{1}{1+\frac{c}{a}}\right) + r + \frac{\sigma^2}{2}}{\sigma},$$

$$d_4 = d_3 - \sigma,$$

dan ϕ adalah fungsi distribusi kumulatif normal baku.

2.3 Hukum Gompertz

Hukum Gompertz pertama kali diperkenalkan oleh Benjamin Gompertz (1825) sebagai model yang menggambarkan pola kelangsungan hidup manusia, di mana tingkat kematian meningkat secara eksponensial terhadap usia. Distribusi Gompertz umumnya dinyatakan melalui fungsi hazard sebagai berikut (Jannah et al., 2023).

$$\mu(x) = Bc^x, x \geq 0, B > 0, c > 1 \quad (10)$$

dengan x menyatakan usia, B dan c merupakan konstanta dari distribusi Gompertz.

Distribusi Gompertz $G(x|\mu, \sigma)$ dengan rata-rata μ dan standar deviasi σ dapat dinyatakan sebagai (Syafira et al., 2017).

$$G(x|\mu, \sigma) = W\left(\frac{x-a}{b}\right) \quad (11)$$

dengan $W(x) = 1 - e^{-e^x}$ serta a dan b merupakan konstanta. Nilai konstanta tersebut memenuhi hubungan $\sigma = \frac{\pi}{6}b$, dan $\mu = a - b\gamma$.

Distribusi Gompertz $G(x|\mu, \sigma)$ juga dapat ditulis dalam bentuk lain sebagai

$$G(x|\mu, \sigma) = 1 - g^{c^x} \quad (12)$$

dengan $g = e^{-\frac{a}{b}}$ dan $c = e^{\frac{1}{b}}$.

Berdasarkan persamaan (1), peluang seseorang berusia x tahun bertahan hidup selama t tahun berikutnya dapat dinyatakan dengan :

$${}_t p_x = g^{c^x(c^t-1)} \quad (13)$$

Peluang seseorang berusia x akan meninggal dalam t tahun (Bowers, 1986):

$${}_t q_x = 1 - {}_t p_x \quad (14)$$

Peluang seseorang berusia x akan meninggal dalam t tahun dengan menggunakan hukum Gompertz adalah sebagai berikut :

$${}_t q_x = 1 - g^{c^x(c^t-1)} \quad (15)$$

Peluang seseorang berusia $x + k$ akan meninggal dalam 1 tahun dengan menggunakan hukum Gompertz adalah sebagai berikut

$$q_{x+k} = 1 - g^{c^{(x+k)(c-1)}} \quad (16)$$

2.4 Premi Tunggal Asuransi Jiwa Dwiguna Unit Link dengan Annual Ratchet Berdasarkan Hukum Gompertz

Perhitungan nilai sekarang aktuarial untuk produk asuransi jiwa dwiguna dengan periode pertanggungn n tahun dapat dituliskan dalam bentuk berikut

$$A_{x:\overline{n}|} = \left[\sum_{k=0}^{n-1} E[B(k+1)e^{r(k+1)}] {}_k p_x q_{x+k} \right] + E[B(n)e^{-rn}] {}_n p_x \quad (17)$$

Nilai sekarang aktuarial dari asuransi jiwa dwiguna dengan metode annual ratchet yang dihitung berdasarkan hukum Gompertz dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$A_{x:\overline{n}|} = \left[\sum_{k=0}^{n-1} E[B(k+1)e^{r(k+1)}] \left(g^{c^x(c^{k-1})} \right) \left(1 - g^{c^{(x+k)(c-1)}} \right) \right] + E[B(n)e^{-rn}] \left(g^{c^x(c^{n-1})} \right) \quad (18)$$

Premi tunggal bersih asuransi jiwa dwiguna dengan mekanisme annual ratchet yang dihitung berdasarkan hukum Gompertz dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P(A_{x:\overline{n}|}) = \left[\sum_{k=0}^{n-1} E[B(k+1)]e^{r(k+1)} \left(g^{c^{x(c^{k-1})}} \right) \left(1 - g^{c^{(x+k)(c-1)}} \right) \right] + E[B(n)]e^{-rn} \left(g^{c^{x(c^{n-1})}} \right) \quad (19)$$

Premi tunggal bersih untuk satu unit dapat dinyatakan sebagai

$$P_G = P(A_{x:\overline{n}|}) \times S_0 \times u \quad (20)$$

dengan P_G merupakan nilai premi tunggal bersih untuk produk asuransi jiwa dwiguna unit link dengan metode annual ratchet yang dihitung berdasarkan hukum Gompertz, $P(A_{x:\overline{n}|})$ merupakan premi tunggal bersih asuransi jiwa dwiguna unit link menggunakan metode annual ratchet berdasarkan hukum Gompertz, S_0 merupakan harga saham awal, dan u merupakan jumlah lembar saham.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Asumsi dan Data

Data mortalita dan data saham merupakan dasar dalam pemodelan premi asuransi jiwa dwiguna unit link dengan metode annual ratchet dan hukum Gompertz. Data mortalita yang digunakan adalah Tabel Mortalita Indonesia (TMI) Tahun 2019, sedangkan data saham yang digunakan berupa harga penutupan saham PT Bank Central Asia Tbk. Harga penutupan PT Bank Central Asia Tbk. periode 30 September 2024 - 28 Oktober 2025 disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Harga Penutupan PT. Bank Central Asia Tbk.

t	Tanggal	Harga Penutupan (Rp)
0	30 September 2024	10.325
1	1 Oktober 2024	10.550
2	2 Oktober 2024	10.500
\vdots	\vdots	\vdots
254	27 Oktober 2025	8.350
255	28 Oktober 2025	8.300

Pada Tabel. 1, kolom pertama menunjukkan urutan waktu pengamatan yang dinotasikan dengan t , sedangkan kolom kedua menampilkan tanggal, dan kolom ketiga menunjukkan harga penutupan saham (dalam rupiah) pada setiap tanggal tersebut. Dari kolom kedua terlihat bahwa harga penutupan pada tanggal 30 September 2024 tercatat sebesar Rp 10.325, kemudian mengalami kenaikan pada tanggal 1 Oktober 2025 menjadi Rp 10.550, dan turun kembali pada tanggal 2 Oktober 2024 menjadi Rp 10.500. Kemudian harga penutupan mengalami fluktuasi sepanjang periode observasi, dan pada akhir periode, yaitu 28 Oktober 2025 tercatat sebesar Rp 8.300.

Selain menggunakan data mortalita dan data saham, pemodelan premi asuransi jiwa dwiguna unit link dengan motode annual ratchet dan hukum Gompertz menggunakan beberapa asumsi untuk profil pemegang polis dan investasi sebagai berikut

Tabel 2. Profil Pemegang Polis dan Investasi

Persentase pengembalian premi (β)	80%
Tingkat suku bunga garansi (G)	2%
Tingkat suku bunga <i>cap</i> (C)	10%
Tingkat suku bunga <i>floor</i> (f)	1%
Tingkat suku bunga bebas risiko (r)	4,75%
Tingkat partisipasi (α)	80%
Usia (x)	35
Masa pertanggungan (n)	30
Harga saham awal (S_0)	Rp 10.325
Jumlah lembar saham (u)	10.000 lembar

3.2 Model Harga Saham

Pergerakan harga saham dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang bersifat fundamental maupun teknikal. Salah satu pendekatan umum dalam penilaian harga saham adalah mempertimbangkan tingkat suku bunga acuan. Perubahan suku bunga berpengaruh terhadap biaya modal serta tingkat pengembalian yang diharapkan oleh investor. Kenaikan suku bunga akan meningkatkan tingkat pengembalian bebas risiko, sehingga dapat menurunkan minat investor terhadap instrumen saham. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan suku bunga acuan resmi yang ditetapkan oleh Bank Indonesia, yaitu sebesar 4,75%.

Perhitungan nilai *return saham* dilakukan untuk mengetahui tingkat pengembalian investasi saham selama periode observasi. Nilai *return* dihitung berdasarkan perubahan harga penutupan saham dari waktu ke waktu. Hasil perhitungannya disajikan pada Tabel 3. berikut.

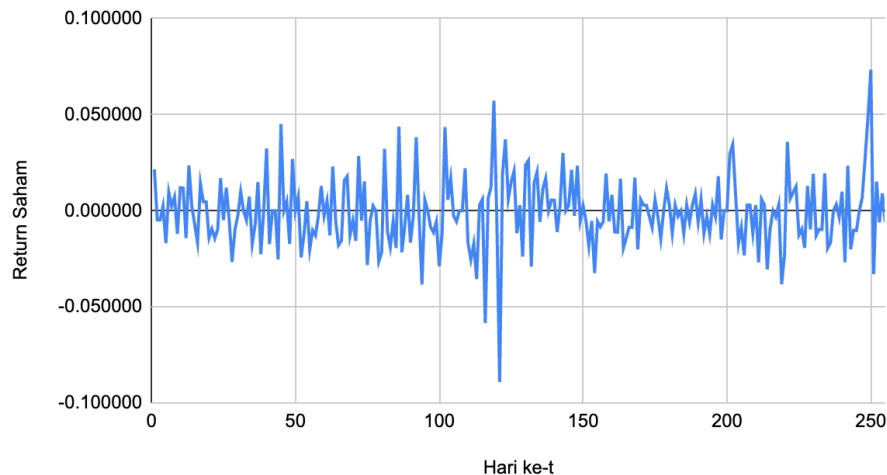
Tabel 3. Harga Penutupan PT. Bank Central Asia Tbk.

t	Tanggal	Harga Penutupan (Rp)	Return R_t
0	30 September 2024	10.325	
1	1 Oktober 2024	10.550	0,021558
2	2 Oktober 2024	10.500	-0,004751
⋮	⋮	⋮	⋮
254	27 Oktober 2025	8.350	0,009023
255	28 Oktober 2025	8.300	-0,006006

Berdasarkan Tabel 3, ditampilkan data harga penutupan saham PT Bank Central Asia Tbk. selama periode observasi beserta nilai return saham yang dihitung pada setiap periode. Nilai return diperoleh dari perubahan harga penutupan saham antara dua periode berturut-turut. Sebagai contoh, pada tanggal 1 Oktober 2024 harga penutupan saham meningkat dari Rp10.325 menjadi Rp10.550 sehingga menghasilkan return sebesar 0,021558 atau sekitar 2,16%. Sebaliknya, pada tanggal 2 Oktober 2024 harga

penutupan saham mengalami penurunan menjadi Rp10.500 sehingga return yang diperoleh bernilai negatif sebesar -0,004751. Hal ini menunjukkan bahwa return saham dapat bernilai positif maupun negatif tergantung pada perubahan harga saham pada periode tersebut.

Setelah diperoleh nilai *return* saham dari hasil perhitungan sebelumnya, dilakukan visualisasi dalam bentuk grafik untuk memperlihatkan pola pergerakan *return* selama periode observasi.



Gambar 1. *Return* Saham PT Bank Central Asia Tbk.

Berdasarkan Gambar 1, fluktuasi *return* saham terlihat cukup signifikan sepanjang periode pengamatan. Nilai *return* yang naik dan turun secara bergantian menggambarkan dinamika pasar yang dipengaruhi oleh perubahan harga saham harian.

Data harga saham pada Tabel 1. digunakan untuk menghitung nilai estimasi *return* harga saham harian dengan menggunakan persamaan (1) dan menghitung nilai return rata-rata selama n periode dengan persamaan (2) dan diperoleh hasil sebesar 0,0843. Setelah diperoleh nilai estimasi *return* harga saham harian, dapat ditentukan volatilitas saham dengan menggunakan persamaan (3) dan diperoleh volatilitas saham sebesar 0,2893. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat penyimpangan *return* harian saham terhadap nilai rata-ratanya adalah sekitar 28,93% selama periode observasi. Pergerakan harga saham mengalami fluktuasi yang cukup nyata dari waktu ke waktu yang mencerminkan adanya variasi dalam tingkat pengembalian yang diperoleh investor. Nilai volatilitas ini menggambarkan besarnya risiko yang harus dihadapi investor akibat perubahan harga saham. Semakin besar nilai volatilitas maka semakin tinggi potensi risiko dan peluang keuntungan yang dapat terjadi. Oleh karena itu, angka 0,2893 dapat menjadi indikator penting dalam analisis risiko dan pengambilan keputusan investasi selanjutnya.

3.3 Manfaat Annual Ratchet

Penentuan nilai sekarang manfaat asuransi dimulai dengan membandingkan nilai CR dan $\beta(1+G)^T$, yang berfungsi untuk menentukan persamaan yang akan digunakan. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan (6), diperoleh CR sebesar 20,6017 yang selalu lebih besar daripada $\beta(1+G)^T$. Oleh karena itu, nilai sekarang manfaat asuransi dihitung menggunakan persamaan (9) untuk kondisi $CR \geq \beta(1+G)^T$. Kondisi tersebut memastikan bahwa manfaat yang dihitung mencerminkan scenario ketika akumulasi kinerja investasi berada di atas nilai jaminan minimum.

Perhitungan nilai sekarang manfaat asuransi memerlukan nilai parameter d_1 , d_2 , d_3 , dan d_4 yang merupakan komponen dari model stokastik berbasis distribusi log-normal. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai d_1 sebesar 0,2659, d_2 sebesar -0,0234, d_3 sebesar -0,0284, dan d_4 sebesar -0,3177. Nilai tersebut akan digunakan dalam distribusi normal baku dan dimasukkan ke dalam persamaan nilai sekarang manfaat asuransi sesuai kondisi yang telah ditentukan.

3.4 Hukum Gompertz

Perhitungan peluang hidup dengan hukum Gompertz memerlukan parameter g dan c . Parameter tersebut diperoleh melalui parameter a dan b yang diturunkan dari nilai rata-rata (μ) dan standar deviasi (σ). Berdasarkan perhitungan dari Tabel Mortalita Indonesia 2019, diperoleh μ sebesar 82,55 dan σ sebesar 15,28. Selanjutnya menghitung konstanta a dan b pada persamaan (11) dan diperoleh a sebesar 93,86 dan b sebesar 19,60. Nilai tersebut akan digunakan untuk menentukan parameter g dan c pada persamaan (12) dan diperoleh g sebesar 0,99 dan c sebesar 1,05. Nilai g dan c selanjutnya digunakan untuk menentukan peluang seseorang berusia x tahun akan bertahan hidup selama k tahun kedepan dan juga dapat menentukan peluang seseorang berusia $x+k$ akan meninggal dalam 1 tahun menggunakan persamaan (15) dan (16) seperti pada Tabel berikut.

Tabel 4. Peluang Hidup dan Meninggal Berdasarkan Hukum Gompertz

k	$g^{c^{x(c^k-1)}}$	$1 - g^{c^{(x+k)(c-1)}}$
0	1,0000	0,0026
1	0,9974	0,0029
2	0,9947	0,0032
⋮	⋮	⋮
28	0,8443	0,0442
29	0,8451	0,0489

3.5 Premi Tunggal Asuransi Jiwa Dwiguna Unit Link dengan Annual Ratchet Berdasarkan Hukum Gompertz

Perhitungan nilai sekarang aktuarial asuransi jiwa dwiguna unit link dengan annual ratchet berdasarkan hukum Gompertz pada persamaan (19) terdiri atas dua komponen, yaitu nilai sekarang manfaat meninggal dunia selama masa pertanggungan dan nilai sekarang manfaat hidup pada akhir masa pertanggungan. Komponen pertama merepresentasikan nilai sekarang manfaat meninggal dunia pada tahun ke $k + 1$ yang dinyatakan dengan

$$\sum_{k=0}^{n-1} E[B(k+1)]e^{r(k+1)} \left(g^{c^{x(c^{k-1})}} \right) \left(1 - g^{c^{(x+k)(c-1)}} \right)$$

Hasil perhitungan disajikan dalam tabel berikut

Tabel 5. Nilai Sekarang Manfaat Meninggal Dunia Selama Masa Pertanggungan

k	$e^{r(k+1)}$	$E[B(k+1)]$	$g^{c^{x(c^{k-1})}}$	$1 - g^{c^{(x+k)(c-1)}}$
0	0,9536	1,0433	1,0000	0,0026
1	0,9094	1,0885	0,9974	0,0029
2	0,8672	1,1357	0,9947	0,0032
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28	0,2522	3,4203	0,8443	0,0442
29	0,2405	3,5685	0,8451	0,0489

Tabel.5 menunjukkan bahwa nilai faktor diskonto menurun seiring bertambahnya waktu, sedangkan nilai harapan manfaat cenderung meningkat. Pada saat yang sama, peluang meninggal dunia akan meningkat seiring bertambahnya usia. Komponen kedua pada persamaan (19) merepresentasikan nilai sekarang manfaat hidup pada akhir masa pertanggungan yang dinyatakan dengan $E[B(n)]e^{-rn} \left(g^{c^{x(c^{n-1})}} \right)$ dan diperoleh nilai sebesar 0,8583. Selanjutnya, nilai dari kedua komponen tersebut dijumlahkan dan diperoleh nilai premi tunggal bersih asuransi jiwa dwiguna dengan metode annual ratchet yang dihitung berdasarkan hukum Gompertz sebesar 1,2503.

Nilai yang telah di peroleh dari persamaan (19) digunakan untuk menghitung premi tunggal asuransi jiwa dwiguna unit link dengan annual ratchet berdasarkan hukum gompertz. Substitusikan $P \left(A_{x:\overline{n}|} \right)$ sebesar 1,2503, S_0 sebesar Rp 10.325 dan jumlah unit u sebesar 10.000 lembar ke persamaan (20). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa premi tunggal bersih asuransi jiwa dwiguna unit link dengan annual ratchet berdasarkan hukum gompertz yang harus dibayarkan di awal kontrak adalah sebesar Rp 129.098.509.

4. SIMPULAN

Asuransi jiwa dwiguna unit link dengan annual ratchet dapat dimodelkan menggunakan hukum Gompertz dalam menentukan peluang hidup dan peluang meninggal. Pemodelan premi ditentukan berdasarkan risiko mortalita dan risiko investasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai sekarang manfaat asuransi digunakan untuk menentukan besarnya premi. Premi yang dihasilkan merupakan kewajiban pembayaran diawal kontrak yang harus dipenuhi untuk memperoleh manfaat asuransi sesuai dengan karakteristik risiko pada produk unit link.

5. REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar penelitian selanjutnya mempertimbangkan penggunaan hukum mortalitas lain untuk membandingkan perhitungan premi asuransi jiwa dwiguna unit link. Selain itu, dapat menggunakan tingkay bunga yang bersifat stokastik agar mencerminkan kondisi pasar yang lebih realistis.

6. REFERENSI

- Amalia, S. R., & Subhan, M. (2021). Penentuan Premi Tunggal Asuransi Jiwa Dwiguna Unit Link dengan Garansi Minimum Menggunakan Metode Annual Ratchet dan Model Black Scholes. *Journal Of Mathematics UNP*, 6(3), 59–65.
- Bowers, N. L. (1986). *Actuarial mathematics*. Society of Actuaries.
- Hidayat, A. S. E., Amanifalah, D., & Primajati, G. (2024). Paddy Price Prediction using Fuzzy Time Series Model Lee Method for Determination of Crop Insurance Premiums. *Sigma&Mu: Journal of Mathematics, Statistics and Data Science*, 2(2), 21–39. <https://doi.org/10.56566/sigmamu.v2i2.280>
- Hull, John. (2022). *Options, Futures, and Other Derivatives*. Pearson.
- Inayah, M., & Setyari, N. P. W. (2024). Pengaruh Premi Asuransi, Persepsi Risiko, Pendapatan dan Jumlah Tanggungan Terhadap Minat Memilih Asuransi Kesehatan. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 13(11), 751–763.
- Jannah, N., Mulyani, T. A., Kusumaningsih, M. D., Fitriyan, N. A., Amitarwati, D. P., & Prabowo, A. (2023). Kontruksi Tabel Mortalitas dengan Hukum Gompertz Menggunakan Acuan TMI 2019. *PESHUM: Jurnal Pendidikan, Sosial Dan Humaniora*, 2(5), 904–912.
- Magistrawati, H., Abdal, A. (2025). Application of Annual Ratchet Method and Black-Scholes in The Calculation of Single Net Premium of Unit-Linked Endowment Life Insurance. *Indonesian Actuarial Journal*, 1(1), 20–32.
- Marisa, M., Ratam, A. N. I. B., Irawan, A., Nasrullah, N., & Azzanina, N. (2026). Actuarial Estimation of Unit-Linked Insurance Benefits Using the Point-to-Point Method with De Moivre's Law. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 22(2), 436–446. <https://doi.org/10.20956/j.v22i2.48361>
- Okonkwo, I., Eche, A. (2019). Insurance Penetration Rate and Economic Growth in Nigeria : 1981-2017. *International Journal of Social Sciences and Management Review*, 2(1), 22-45.
- Rachman, A., Sahib, A., & Nugroho, A. F. (2024). *Manajemen Risiko dan Asuransi* (M. A. Andi Asari, Ed.). PT Mafy Media Literasi Indonesia.

- Saputra, Y., Satyahadewi, N., & Perdana, H. (2018). Penentuan Proporsi Keuntungan untuk Kontrak Asuransi Jiwa Dwiguna Unit Link dengan Menggunakan Metode Annual Ratchet. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 07(3), 185–192.
- Siswanto, A. H., Olivia, F., & Hayati, N. (2022). Asuransi Jiwa Unit Link Ditinjau dari Hukum Asuransi dan Hukum Investasi. *Lex Journalica*, 19(3), 400–409.
- Syaftira, W., Lestari, R., & Yanita. (2017). Penentuan Premi Asuransi Jiwa Dwiguna dengan Hukum De Moivre dan Hukum Gompertz. *Jurnal Matematika UNAND*, 6(3), 112–117.
- Tsay, R. S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. Wiley.
- Yeni, A. F., Yurniati, & Denovis, F. O. (2024). Perbandingan Perhitungan Cadangan Premi Menggunakan Metode Prospektif dan Illinois Pada Asuransi Jiwa Dwiguna Berjangka. *Statistika, Ekonomi Dan Manajemen Risiko*, 3(1), 6–14.