Original Article

e-ISSN: 2774-2016 - https://journal.itera.ac.id/index.php/indojam/
p-ISSN: 2774-2067

Received 7th April 2026
Accepted 20th October 2026
Published 31th October 2026

Open Access

DOI
https://doi.org/10.35472/indojam.v6i2.2747

Perhitungan Cadangan Premi Asuransi Jiwa Berjangka Menggunakan Metode Premium Sufficiency dan Metode Full Preliminary Term dengan Tingkat Suku Bunga Hull White

Cindy Faradilla[a], Tiara Yulita*[b] , Amalia Listiani[c]

[a,b,c] *Department of Actuarial Science, Faculty of Science, Institut Teknologi Sumatera, Lapung, Indonesia*

* *Corresponding E-mail: tiara.yulita@at.itera.ac.id*

Abstract: In daily life, humans engage in various activities that can pose risks, such as death, accidents, and financial risks. Therefore, humans need to prepare themselves to face unexpected risks to avoid significant losses. Insurance is an effort that can be done to obtain protection from risks. Insurance companies, as the insurer, are required to set aside premium reserves to ensure the availability of funds to pay the insured's benefits in the event of a future claim. In this study, the Premium Sufficiency method and the Full Preliminary Term method were used to calculate premium reserves. Reserve calculations take place over a fairly long period, so it is necessary to consider interest rate fluctuations that occur due to economic activity. To model these fluctuations, the Hull-White interest rate model can be used. The objective of this study is to determine a comparative analysis of the premium reserve values obtained from the two methods, calculated using the Hull–White interest rate model, where the MAPE value is 18.16%. Based on the results, the premium reserves calculated using the Full Preliminary Term method are 13.71%–14.46% lower than those obtained using the Premium Sufficiency method, with the largest range of premium reserves being IDR 0.00 to IDR 52,231,114.84. This occurs because, under the Full Preliminary Term method, the reserve in the first year is assumed to be zero as it is fully used to cover expenses. This condition is more advantageous for the company, as it requires a smaller fund allocation while maintaining the same mortality risk.

Keywords: *Term Life Insurance, Premium Reserve, Premium Sufficiency Method, Full Preliminary Term Method, Hull White Interest Rate.*

Abstrak: Manusia dalam kehidupan sehari-hari akan melakukan berbagai macam kegiatan yang dapat menimbulkan risiko seperti kematian, kecelakaan, dan risiko finansial. Oleh karena itu, manusia perlu menyiapkan diri dalam menghadapi risiko yang tidak terduga agar tidak terjadi kerugian yang signifikan. Asuransi merupakan upaya yang dapat dilakukan untuk mendapatkan perlindungan dari risiko. Perusahaan asuransi sebagai pihak penanggung diwajibkan menyiapkan cadangan premi untuk memastikan ketersediaan dana guna membayar manfaat tertanggung jika terjadi klaim di masa depan. Pada penelitian kali ini digunakan metode *Premium Sufficiency* dan metode *Full Preliminary Term* untuk menghitung cadangan premi. Perhitungan cadangan berlangsung dalam waktu yang cukup panjang, sehingga perlu mempertimbangkan fluktuasi suku bunga yang terjadi akibat kegiatan ekonomi. Untuk memodelkan fluktuasi tersebut dapat menggunakan model suku bunga *Hull White.* Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui analisis perbandingan hasil nilai cadangan premi dari kedua metode tersebut yang dihitung dengan model suku bunga *Hull White* dimana nilai MAPE sebesar 18,16%. Berdasarkan hasil yang didapatkan nilai cadangan premi menggunakan metode *Full Preliminary Term* lebih kecil 13,71% - 14,46% dibandingkan metode *Premium Sufficiency* dengan rentang terbesar cadangan premi nya sebesar Rp 0,00- Rp 52.231.114,84. Hal tersebut diakibatkan pada metode *Full Preliminary Term* terdapat asumsi cadangan tahun pertama bernilai nol karena habis digunakan untuk menutupi biaya dimana lebih menguntungkan bagi perusahaan karena mempersiapkan dana yang lebih sedikit dengan risiko kematian yang sama.

Kata Kunci: *Asuransi Jiwa Berjangka, Cadangan Premi, Metode Premium Sufficiency, Metode Full Preliminary Term, Suku Bunga Hull White.*

Copyright © 2026 – Indonesian Journal of Applied Mathematics.
Content from this work may be used under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International Licence. Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI. Published under licence by Indonesian Journal of Applied Mathematics.

Original Article

Pendahuluan

Asuransi ialah salah satu program yang diperuntukkan mencegah risiko-risiko yang dapat terjadi secara tidak terduga. Asuransi sendiri berupa perjanjian antara penanggung (perusahaan asuransi) dan tertanggung (pemegang polis) dan penanggung akan menanggung risiko tertanggung dengan tertanggung wajib membayar sejumlah premi yang telah ditentukan kepada penanggung [1]. Asuransi jiwa merupakan asuransi yang memberikan uang pertanggungan kepada anggota keluarga tertanggung jika tertanggung meninggal dunia [2]. Asuransi jiwa berjangka merupakan asuransi yang akan memberikan manfaat jika tertanggung meninggal dalam jangka waktu pertanggungan.

Tertanggung yang mengikuti asuransi jiwa perlu membayar sejumlah premi kepada perusahaan asuransi. Premi yang dibayarkan merupakan bentuk dari proteksi atas kemungkinan terjadinya risiko [3]. Premi terbagi menjadi dua, yaitu premi bersih dan premi kotor. Perusahaan asuransi sebagai pihak penanggung diwajibkan memberikan perlindungan jika tertanggung sudah membayarkan premi. Oleh karena itu, perusahaan asuransi harus mempunyai cadangan atas polis yang diterbitkan [4]. Cadangan tersebut yaitu cadangan premi yang perlu disiapkan oleh perusahaan untuk memastikan ketersediaan dana dalam membayar manfaat tertanggung jika terjadi klaim di masa depan.

Perhitungan cadangan premi asuransi secara umum ada dua, yaitu cadangan retrospektif dan cadangan prospektif. Cadangan prospektif merupakan cadangan yang berorientasi pada pengeluaran di waktu mendatang. Cadangan premi perusahaan asuransi memerlukan biaya-biaya operasional dalam perhitungannya. Adanya biaya-biaya tersebut maka metode prospektif mengalami perluasan menjadi beberapa metode yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Metode *Full Preliminary Term* merupakan salah satu metode perluasan dari metode prospektif yang mempertimbangkan adanya biaya dan kebutuhan perusahaan asuransi sehingga terdapat asumsi bahwa nilai cadangan premi pada tahun pertama bernilai nol atau habis digunakan untuk keperluan administrasi [5]. Selain itu, metode perluasan lain yang mempertimbangkan adanya biaya operasional yaitu metode *Premium Sufficiency*. Metode *Premium Sufficiency* merupakan metode yang mempertimbangkan perhitungan biaya secara terperinci.

Pembayaran premi yang terjadi dalam jangka waktu panjang dapat mengakibatkan tingkat suku bunga yang digunakan mengalami perubahan akibat inflasi dan pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan tingkat suku bunga yang memiliki sifat fluktuatif dalam menentukan nilai premi. Suku bunga dengan model *Hull White* merupakan salah satu model yang dapat bmenangkap *mean-reverting* dan cocok untuk data suku bunga Indonesia disbanding model Vasicek yang lebih sederhana. Perubahan tingkat suku bunga *Hull White* selalu bergerak menuju titik keseimbangan atau disebut sebagai *mean reverting*. Suku bunga model *Hull White* merupakan model suku bunga dengan prinsip *no arbitrage* yang bukan memperoleh keuntungan dari perbedaan harga yang terjadi antara dua pasar keuangan dan dapat diaplikasikan dengan struktur suku bunga sekarang atau dapat diartikan bahwa tidak boleh ada peluang menghasilkan keuntungan tanpa risiko dan tanpa investasi awal [6]. Parameter suku bunga *Hull White* dapat diperoleh dengan estimasi *Jackknife* untuk menjawab penyimpangan-penyimpangan yang terdapat pada model regresi dengan *resampling* dengan menghapus data pada setiap iterasi [7].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas perhitungan cadangan premi

menggunakan metode prospektif maupun metode perluasannya seperti *Full Preliminary Term* dan *Premium Sufficiency*. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih menggunakan asumsi suku bunga konstan sehingga belum mampu menggambarkan kondisi ekonomi yang dinamis. Di sisi lain, penelitian terkait penggunaan model suku bunga stokastik seperti *Hull White* dalam penentuan cadangan premi masih terbatas, khususnya pada perbandingan metode cadangan premi yang mempertimbangkan biaya operasional secara eksplisit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan melakukan analisis perbandingan cadangan premi menggunakan metode *Full Preliminary Term* dan *Premium Sufficiency* yang dihitung berdasarkan model suku bunga *Hull White*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode penentuan cadangan premi yang lebih realistis dan adaptif terhadap fluktuasi suku bunga, serta memberikan pertimbangan bagi perusahaan asuransi dalam memilih metode yang optimal.

Metode

Ilustrasi Kasus

Ilustrasi data kasus yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu:

1. Pemegang polis pada penelitian kali ini berusia 30, 40, dan 50 tahun sebagai variasi skenario untuk melihat lebih tua usia bagaimana cadangan preminya.
2. Data suku bunga BI *rate* pada tahun 2005-2025, semakin lama data suku bunga akan mempengaruhi hasil hasil karena *Hull White* bersifat *mean-reverting.*
3. Suku bunga yang digunakan adalah suku bunga stokastik model *Hull White* dengan suku bunga awal (r_0) sebesar 5,75% (nilai suku bunga bulan Februari 2025).
4. Masa pertanggungan asuransi selama 20 tahun dengan masa pembayaran 15 tahun.
5. Uang pertanggungan yang diperoleh sebesar Rp1.000.000.000,00.
6. Biaya penutupan polis baru sebesar 2,5% dari uang pertanggungan.
7. Biaya pengumpulan premi sebesar 0,3% dari uang pertanggungan.
8. Biaya pemeliharaan dalam masa pembayaran premi sebesar 0,25% dari uang pertanggungan.
9. Biaya pemeliharaan setelah masa pembayaran premi sebesar 0,13% dari uang pertanggungan.

Tabel Mortalita

Tabel mortalita adalah tabel yang menyajikan peluang kematian seseorang yang disajikan dalam bentuk tabel. Beberapa komponen dalam tabel mortalita adalah sebagai berikut [8]:

1. Komponen q_x yang menyatakan peluang individu yang berusia x tahun akan meninggal diantara usia x sampai $x+1$ tahun, dengan persamaannya yaitu:
$$q_x = \frac{d_x}{l_x} \quad (1)$$
2. Komponen d_x yang menyatakan banyaknya individu dari l_x yang meninggal di antara usia x sampai $x+1$ tahun, dengan persamaannya yaitu:
$$d_x = l_x\, q_x, \quad (2)$$
$$d_x = l_x - l_{x+1}. \quad (3)$$
3. Komponen l_x yang menyatakan banyaknya individu yang bertahan hidup hingga usia x, dengan persamaan l_x yaitu:
$$l_x = l_0\, s(x) \quad (4)$$
4. Komponen p_x yang menyatakan peluang individu yang berusia x tahun akan bertahan hidup sampai $x+1$ tahun, dengan persamaannya yaitu:
$$p_x = 1 - q_x \quad (5)$$

Copyright © 2026 – Indonesian Journal of Applied Mathematics

Published by: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)
Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Original Article

Faktor Diskon

Faktor diskonto adalah nilai sekarang dari keuntungan finansial yang diharapkan atau biaya pada suatu periode waktu dimasa depan. Nilai i yang merupakan tingkat suku bunga, maka nilai sekarang dari 1 satuan pada n tahun mendatang adalah sebagai berikut [9]:

$$v^n = \frac{1}{(1+r)^n} \tag{6}$$

Selain itu, terdapat juga tingkat diskon yang artinya adalah persentase yang digunakan untuk menurunkan harga yang dapat dicari menggunakan rumus berikut:

$$d = 1 - v \tag{7}$$

Asuransi Jiwa Berjangka *n*-tahun

Asuransi jiwa berjangka n-tahun adalah asuransi yang akan memberikan manfaat kematian jika tertanggung meninggal dalam rentang waktu n-tahun perjanjian polis. Berikut persamaan untuk menghitung nilai manfaatnya:

$$A^1_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} \ {}_kp_x q_{x+k} \tag{8}$$

Anuitas Jiwa Berjangka *n*-tahun

Anuitas adalah pembayaran yang dilakukan secara terus menerus dalam jangka waktu tertentu. Anuitas jiwa awal diskrit berjangka n-tahun merupakan pembayaran yang dilakukan oleh peserta yang berusia (x) tahun sampai n-tahun. Berikut persamaan untuk menghitung nilai manfaatnya:

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} v^k \ {}_kp_x \tag{9}$$

Premi Asuransi Jiwa Berjangka

Premi adalah biaya yang harus dibayarkan untuk memperoleh manfaat perlindungan. Premi dibayarkan peserta kepada perusahaan asuransi dalam jangka waktu tertentu. Berikut persamaan untuk menghitung nilai preminya:

$${}_mP^1_{x:\overline{n}|} = \frac{A^1_{x:\overline{n}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} \tag{10}$$

Premi kotor adalah premi yang terdapat tambahan biaya *loading* (ω^*), premi kotor dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$${}_mP^{*1}_{x:n|} = \frac{1}{1-\beta^*}\left({}_mP^{*1}_{x:n|} + \frac{\alpha}{\ddot{a}_{x:m|}} + \gamma + \frac{\gamma'(\ddot{a}_{x:n|} - \ddot{a}_{x:m|})}{\ddot{a}_{x:m|}}\right) \tag{11}$$

Gerak *Brown* dan Proses *Wiener*

Gerak *Brown* adalah gerak acak secara terus-menerus dari partikel yang dimasukkan dalam suatu fluida. Gerak *Brown* digunakan untuk model matematika sebagai pemodelan proses *Wiener* dalam konteks stokastik. Proses *Wiener* adalah bentuk dari proses stokastik pada waktu kontinu, terdefinisi pada ruang keadaan, tidak ada pengaruh gaya dari luar serta berangkat dari waktu dan posisi nol. Berdasarkan beberapa definisi tersebut, proses stokastik $W(t)$ dapat disebut sebagai gerak *Brown* jika memenuhi [10]:

1. $W(t) = 0$ untuk $t = 0$, maka $W(0) = 0$.
2. $W(t)$ memiliki kenaikan yang independen, yakni untuk setiap $0 \le t_1 < t_2 < \cdots < t_n, W(t_2) - W(t_1), \ldots, W(t_n) - W(t_{n-1})$ merupakan kumpulan peubah acak yang independen atau saling bebas.
3. Setiap pergerakan atau kenaikan yang terjadi pada interval waktu dengan panjang $0 \le t < t + dt$ hampir semua lintasan sampel dari $W(t + dt) - W(t) = dW(t)$ berdistribusi normal dengan *mean* 0 dan variansi sama dengan panjang interval waktu tersebut.

Distribusi normal baku dipetakan oleh transformasi Z. Transformasi Z dirumuskan sebagai berikut [11]:

$$Z = \frac{X - mean}{sd} \tag{12}$$

Original Article

Proses *Ito*

Proses *ito* adalah proses *Wiener* umum, dengan permisalan dimana fungsi $\mu(r(t),t)$ dan $\sigma(r(t),t)dW(t)$, maka persamaan diferensial stokastik dapat dibentuk sebagai berikut [10]:

$$dr(t) = \mu(r(t),t)dt + \sigma(r(t),t)dW(t) \quad (13)$$

Integral *Ito* juga memiliki sifat-sifat dari proses sederhana sebelumnya, yaitu:

1. *Ito* Linier

   Jika dimisalkan $r(t)$ dan $Y(t)$ merupakan proses sederhana untuk tingkat suku bunga dan a, b adalah konstanta, maka:

$$\int_0^t \big(ar(t) + bY(t)\big)dW(t) = a\int_0^t r(t)dW(t) + b\int_0^t Y(t)dW(t) \quad (14)$$

2. *Ito* Ekspektasi

   Integral stokastik *Ito* memiliki ekspektasi sebesar 0:

$$E\left[\int_0^t r(t)dW(t)\right] = 0 \quad (15)$$

3. *Ito* Isometris

   Sifat dari *Ito* isometris, yaitu:

$$E\left[\left(\int_0^t r(t)dW(t)\right)^2\right] = \int_0^t E[r^2(t)]dt \quad (16)$$

Metode *Euler Maruyama*

Metode *Euler-Maruyama* adalah metode yang digunakan untuk mencari solusi numerik perkiraan persamaan diferensial stokastik. Metode *Euler-Maruyama* memungkinkan persamaan bekerja dengan pendekatan diskrit untuk mendekati solusi dari masalah kontinu. Rumus umum dari metode *Euler-Maruyama* yaitu [10]:

$$X_{i+1} = X_i + b(t_i, X_i)\Delta t + \sigma(t_i, X_i)\Delta W_i \quad (17)$$

Suku Bunga *Hull White*

Suku bunga model *Hull White* termasuk dalam suku bunga yang memiliki karakteristik *no arbitrage*. Adapun bentuk dari model suku bunga *Hull White* adalah sebagai berikut [10]:

$$dr = (\theta(t) - \beta r)dt + \sigma dW(t) \quad (18)$$

solusi rekursif dari tingkat suku bunga model *Hull White*, yaitu:

$$r(t) = r(0)e^{-\beta t} + \frac{\theta}{\beta}\left(1 - e^{-\beta t}\right) + \sigma e^{-\beta t}\int_0^t e^{-\beta s}\, dW(s) \quad (19)$$

estimasi parameter $\beta, \theta, dan\ \sigma$, didapatkan dengan persamaan, sebagai berikut:

$$\theta = \frac{\beta_0}{\Delta t}. \quad (20)$$

$$\beta = \frac{1 - \beta_1}{\Delta t}. \quad (21)$$

$$\varepsilon_t = \sigma\Delta W_i,$$

dengan $\Delta W_i \sim N(0, \Delta t)$ yang merupakan gerak *Brown* maka $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2\Delta t)$ sehingga dapat diketahui juga bahwa $Var(\varepsilon_t) = \sigma^2\Delta t$. Maka didapat persamaan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{n\Delta t}}\varepsilon \quad (22)$$

Nilai *error* pada metode *Jackknife* dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut: $\boldsymbol{\varepsilon = y - X\hat{\beta}_{\sigma}}$ sehingga diperoleh nilai dari matriks *error*. Nilai ε sendiri merupakan nilai *error* yang didapat dari variabel acak yang berdistribusi normal baku dengan mean 0 dan variansi 1 [12]. Berikut persamaan ekspektasi dari model suku bunga *Hull White*:

$$E[r(t)] = r(0)e^{-\beta t} + \frac{\theta}{\beta}\left(1 - e^{-\beta t}\right) \quad (23)$$

Selain itu, berikut persamaan variansi dari model suku bunga *Hull White:*

$$var[r(t)] = \frac{\sigma^2}{2\beta}\left(1 - e^{-2\beta t}\right) \quad (24)$$

Estimasi Parameter *Jackknife*

Prinsip metode *Jackknife* yaitu dengan cara menghilangkan satu data dan mengulanginya sebanyak

Copyright © 2026 – Indonesian Journal of Applied Mathematics
Published by: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)
Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Original Article

jumlah data. Prosedur dari metode *Jackknife* yaitu sebagai berikut [10]:

1. Mengambil data awal yang kemudian dibentuk dalam matriks sebagai berikut:

$$\boldsymbol{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \text{ dan } \boldsymbol{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_1 \\ 1 & X_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_n \end{bmatrix}$$

dengan $\boldsymbol{y}$ adalah matriks berukuran $(n) \times 1$ dan $\boldsymbol{X}$ adalah matriks yang berukuran $(n) \times 2$.

2. Menghilangkan satu baris matriks untuk setiap iterasi sehingga matriks sebagai berikut:

$$\boldsymbol{y^i} = \begin{bmatrix} y_1^i \\ y_2^i \\ y_3^i \\ \vdots \\ y_{(n-1)}^i \end{bmatrix}, \boldsymbol{X^i} = \begin{bmatrix} 1 & X_1^i \\ 1 & X_2^i \\ 1 & X_3^i \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_{n-1}^i \end{bmatrix} \text{ dan}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1^i \\ \varepsilon_2^i \\ \varepsilon_3^i \\ \vdots \\ \varepsilon_{n-1}^i \end{bmatrix}$$

3. Selanjutnya dibentuk menjadi persamaan regresi linier sederhana yaitu:

$$\boldsymbol{y^i} = \boldsymbol{X^i\beta} + \boldsymbol{\varepsilon^i}$$

$$\begin{bmatrix} y_1^i \\ y_2^i \\ y_3^i \\ \vdots \\ y_{(n-1)}^i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_1^i \\ 1 & X_2^i \\ 1 & X_3^i \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_{n-1}^i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1^i \\ \varepsilon_2^i \\ \varepsilon_3^i \\ \vdots \\ \varepsilon_{n-1}^i \end{bmatrix} \quad (25)$$

Untuk mengestimasi parameter $\widehat{\boldsymbol{\beta^i}}$ digunakan metode kuadrat terkecil yaitu dengan persamaan berikut:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{X'X})^{-1}\boldsymbol{X'y} \quad (26)$$

4. Setelah didapatkan parameter $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ sebanyak n data, maka selanjutnya dihitung nilai rata-rata dari keseluruhan parameter yang didapat dengan persamaan, yaitu:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\widehat{\boldsymbol{\beta^i}}}{n} \quad (27)$$

hasil dari persamaan tersebut memperoleh estimasi parameter β_0 dan β_1.

5. Untuk memperoleh parameter yang dibutuhkan dalam model suku bunga *Hull White* dapat menggunakan Persamaan (20), (21), dan (22).

***Mean Absolute Percentile Error* (MAPE)**

Mean Absolute Percentile Error (MAPE) adalah nilai rata-rata dari perbedaan absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual yang disebut sebagai hasil persentase dari nilai aktual. Nilai *Mean Absolute Percentile Error* (MAPE) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut [13]:

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i}\right| \quad (28)$$

Nilai MAPE memiliki *range* nilai yang digunakan dalam mengukur seberapa akurat model yang digunakan dalam memprediksi nilai, *range* tersebut yaitu:

Tabel 1. Kriteria MAPE

***Range* MAPE**	**Arti**
<10%	Kemampuan Model Peramalan Sangat Baik
10%-20%	Kemampuan Model Peramalan Baik
20%-50%	Kemampuan Model Peramalan Layak
>50%	Kemampuan Model Peramalan Buruk

Cadangan Prospektif dengan Metode *Premium Sufficiency*

Perhitungan cadangan metode *Premium Sufficiency* diperoleh dari selisih antara nilai sekarang dari pembayaran di waktu yang akan datang yang dimisalkan A dengan nilai sekarang dari penerimaan yang akan datang yang dimisalkan Pa. Berdasarkan pernyataan tersebut diperoleh persamaan awal untuk nilai cadangan premi metode *Premium Sufficiency* yaitu [14]:

$${}^{m}_{k}V^{1}_{x:\overline{n}|} = A - Pa \quad (29)$$

Nilai sekarang dari pengeluaran di waktu yang akan datang pada cadangan premi metode *Premium Sufficiency* asuransi jiwa berjangka dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A = A^{1}_{x+k:n-k|} + \beta^{*}\,{}_{m}P^{*1}_{x:n|}\ddot{a}_{x+k:m-k|} + \gamma\ddot{a}_{x+k:m-k|} + \gamma'\left(\ddot{a}_{x+k:n-k|} - \ddot{a}_{x+k:m-k|}\right) \quad (30)$$

Sedangkan, untuk nilai sekarang pendapatan di waktu yang akan datang yang menggunakan premi kotor. Premi kotor tersebut adalah pendapatan yang diterima oleh perusahaan dari hasil pembayaran premi peserta pada setiap tahunnya. Sehingga nilai sekarang pendapatan di waktu yang akan datang pada metode cadangan premi *Premium Sufficiency* asuransi jiwa berjangka adalah sebagai berikut:

$$Pa = {}_{m}P^{*1}_{x:\overline{n|}}\ddot{a}_{x+k:\overline{m-k|}} \quad (31)$$

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka nilai cadangan premi metode *Premium Sufficiency* untuk asuransi berjangka n -tahun, masa pembayaran m -tahun, dan usia x tahun, pada waktu ke-t adalah:

$${}^{m}_{k}V^{(ps)}_{x:n|} = A^{1}_{x+k:n-k|} - ({}_{m}P^{1}_{x:n|} + \frac{\alpha}{\ddot{a}_{x:m|}})\ddot{a}_{x+k:m-k|} + \gamma'\left(\ddot{a}_{x+k:n-k|} - \frac{\ddot{a}_{x:n|}}{\ddot{a}_{x:m|}}\ddot{a}_{x+k:m-k|}\right) \quad (32)$$

Cadangan Prospektif dengan Metode *Full Preliminary Term*

Cadangan *Full Preliminary Term* merupakan metode perhitungan cadangan yang didapatkan dari perluasan metode cadangan *Zillmer* dengan asumsi tambahan yaitu premi tahun pertama hanya cukup untuk menutupi biaya *loading* pada tahun pertama saja atau cadangan tahun pertama bernilai nol. Akibat adanya asumsi tersebut maka nilai biaya pada metode ini berubah sebagai berikut [14]:

$$\alpha^{*} = ({}_{m-1}P^{1}_{x+1:\overline{n-1|}} - {}_{m}P^{1}_{x:\overline{n|}})\ddot{a}_{x:\overline{m|}}, \quad (33)$$

Nilai premi pada cadangan *Full Preliminary Term* terdapat pada persamaan berikut:

$$P_{k} = {}_{m-1}P^{1}_{x+1:\overline{n-1|}} \quad (34)$$

Setelah diperoleh persamaan premi baru untuk cadangan metode *Full Preliminary Term*, maka persamaan nilai cadangan premi metode *Full Preliminary Term* sebagai berikut:

$${}^{m}_{k}V^{(F)}_{x:\overline{n|}} = A^{1}_{x+k:\overline{n-k|}} - {}_{m-1}P^{1}_{x+1:\overline{n-1|}}\ddot{a}_{x+k:\overline{m-k|}} \quad (35)$$

Hasil dan Diskusi

Statistika Deskriptif

Pemodelan suku bunga *Hull White* pada penelitian kali ini menggunakan data suku bunga BI *rate* pada tahun 2005-2025. Berikut merupakan statistika deskriptif dari data suku bunga yang digunakan:

Tabel 2. Statistika Deskriptif

Statistika Deskriptif	Nilai
Rata-rata	6,55%
Minimum	3,52%
Maksimum	12,75%
Standar Deviasi	2,12%
Variansi	4,50%

Berdasarkan **Tabel 2** diketahui nilai standar deviasi tersebut menunjukkan bahwa fluktuasi data berada dalam rentang yang sempit dan menandakan data memiliki stabilitas yang baik. Nilai variansi terbilang kecil sehingga menandakan bahwa data terkonsentrasi di sekitar nilai rata-rata atau tingkat keragaman data dikatakan rendah.

Estimasi Parameter dan Model Rekursif Suku Bunga *Hull White*

Estimasi parameter dilakukan menggunakan metode *Jackknife* dengan prinsip melakukan iterasi sebanyak n data yang pada setiap iterasinya satu data dihilangkan. Sebagai contoh, berikut proses perhitungan pada iterasi ke-1 di mana data yang dihilangkan merupakan data pada tahun pertama pada

Copyright © 2026 – Indonesian Journal of Applied Mathematics
Published by: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)
Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Original Article

matriks $\boldsymbol{X}$, maka berdasarkan Persamaan (26) persamaan regresi terbentuk sebagai berikut:

$$\boldsymbol{y^1} = \boldsymbol{X^1\beta} + \boldsymbol{\varepsilon^1},$$

$$\begin{bmatrix} r(3) \\ r(4) \\ r(5) \\ \vdots \\ r(21) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r(2) \\ 1 & r(3) \\ 1 & r(4) \\ \vdots & \vdots \\ 1 & r(20) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \vdots \\ \varepsilon_{20} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0{,}08 \\ 0{,}0925 \\ 0{,}065 \\ \vdots \\ 0{,}0575 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0{,}0975 \\ 1 & 0{,}08 \\ 1 & 0{,}0925 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & 0{,}061 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \vdots \\ \varepsilon_{20} \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dengan menggunakan Persamaan (26) dicari nilai untuk parameter $\widehat{\boldsymbol{\beta^1}}$ sebagai berikut:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta^1}} = (\boldsymbol{X'X})^{-1}\boldsymbol{X'y}$$

$$\widehat{\boldsymbol{\beta^1}} = \begin{bmatrix} 0{,}0221 \\ 0{,}6137 \end{bmatrix}.$$

Setelah melakukan iterasi sebanyak 20 kali maka didapat nilai $\widehat{\boldsymbol{\beta^1}}$ sampai $\widehat{\boldsymbol{\beta^{20}}}$ maka dapat dicari nilai $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ rata-rata menggunakan Persamaan (27) sebagai berikut:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\widehat{\boldsymbol{\beta^i}}}{n}$$

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = \frac{\begin{bmatrix} 0{,}0221 \\ 0{,}6137 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0{,}0229 \\ 0{,}5990 \end{bmatrix} + \cdots + \begin{bmatrix} 0{,}0234 \\ 0{,}5929 \end{bmatrix}}{20}$$

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = \begin{bmatrix} 0{,}0232 \\ 0{,}5946 \end{bmatrix}.$$

Nilai $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ rata-rata yang telah didapat sebelumnya, maka dapat diperoleh nilai parameter β_0, sehingga nilai parameter θ dapat dicari menggunakan Persamaan (20) sebagai berikut:

$$\theta = \frac{\beta_0}{\Delta t}$$

$$\theta = 0{,}0232$$

Nilai θ yang diperoleh sebesar 0,0232 di mana nilai tersebut merupakan nilai dari level rata-rata (*reversion level).* Selanjutnya, untuk memperoleh nilai β dapat menggunakan Persamaan (21) sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\beta = \frac{1 - \beta_1}{\Delta t}$$

$$\beta = 0{,}4054$$

Nilai β yang diperoleh sebesar 0,4054 merupakan nilai dari kelajuan suku bunga untuk menuju level θ . Selanjutnya, untuk memperoleh nilai parameter dari σ dibentuk matriks berdasarkan Persamaan (25) persamaan regresi terbentuk sebagai berikut:

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{\varepsilon},$$

$$\begin{bmatrix} r(2) \\ r(3) \\ r(4) \\ \vdots \\ r(21) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r(1) \\ 1 & r(2) \\ 1 & r(3) \\ \vdots & \vdots \\ 1 & r(20) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_{20} \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} 0{,}0975 \\ 0{,}08 \\ 0{,}0925 \\ \vdots \\ 0{,}0575 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0{,}1275 \\ 1 & 0{,}0975 \\ 1 & 0{,}08 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & 0{,}061 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_{20} \end{bmatrix},$$

dengan menggunakan Persamaan (26) diperoleh nilai $\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{\sigma}}$ sebagai berikut:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{\sigma}} = (\boldsymbol{X'X})^{-1}\boldsymbol{X'y}$$

$$\widehat{\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{\sigma}}} = \begin{bmatrix} 0{,}0232 \\ 0{,}5941 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapatkan nilai $\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{\sigma}}$ maka berdasarkan Persamaan (22) didapat nilai dari parameter σ yaitu;

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \boldsymbol{y} - \boldsymbol{X}\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{\sigma}}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} -0{,}0015 \\ -0{,}0012 \\ 0{,}0217 \\ \vdots \\ -0{,}0019 \end{bmatrix}$$

Nilai ε merupakan nilai random dari distribusi normal dikarenakan nilai ε mengikuti distribusi normal berdasarkan pengertian yang terdapat pada proses *Wiener*. Nilai $\boldsymbol{\varepsilon}$, maka menggunakan rumus *Sum Square Error* (SSE) diperoleh sebesar:

$$\varepsilon = 0{,}04253.$$

Sehingga nilai σ diperoleh sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{1 \times 20}} \times \varepsilon$$

$$\sigma = 0{,}00951$$

Nilai σ yang diperoleh sebesar 0,00951 merupakan nilai simpangan baku sesaat dari suku bunga model *Hull White* yang didapat.

Nilai Suku Bunga *Hull Wite*

Penentuan nilai suku bunga *Hull White* dapat menggunakan Persamaan (19) yang nilai parameternya telah didapat sebelumnya. Sehingga persamaan rekursif yang terbentuk yaitu:

$$r(t) = r(0)e^{-0{,}4054t} + \frac{0{,}0232}{0{,}4054}(1 - e^{-0{,}4054t}) + 0{,}00951e^{-0{,}4054t}\int_0^t e^{0{,}4054s}dW(s).$$

Setelah mendapatkan persamaan rekursif, maka dapat dilakukan penentuan nilai dari suku bunga *Hull White.* Sebagai contoh, berikut penentuan nilai suku bunga *Hull White* untuk $t = 1$:

$$r(1) = 0{,}05744 + 0{,}634\int_0^1 e^{0{,}4054s}dW(s).$$

Selanjutnya, untuk memperoleh nilai integral stokastiknya dapat dicari berdasarkan distribusi normal dengan dasar nilai *mean* bernilai 0 dan nilai variansi dapat dicari menggunakan Persamaan (24). Berikut merupakan nilai variansi untuk $t = 1$:

$$var[r(t)] = \frac{\sigma^2}{2\beta}\left(1 - e^{-\beta t}\right)$$

$$var[r(1)] = 0{,}0417.$$

Selanjutnya, dicari nilai random dari distribusi normal baku di mana distribusi normal baku sendiri merupakan distribusi dari gerak *Brown*. Setelah didapat nilai random maka dan nilai variansi, maka nilai distribusi normal baku diubah ke dalam distribusi normal umum berdasarkan Persamaan (14). Nilai $r(1)$ sebagai berikut:

$$r(1) = 0{,}05744 + 0{,}634 \times (mean + Z \times sd)$$

$$r(1) = 0{,}05490993.$$

Proses tersebut dilakukan sebanyak 20 kali selama masa pertanggungan asuransi yang akan diperhitungkan. Berikut nilai suku bunga *Hull White* dan suku bunga BI *rate* yaitu:

Tabel 3. Nilai Suku Bunga Model Hull White Suku Bunga BI *Rate*

Tahun	Suku Bunga BI *Rate*	Tahun	Suku Bunga *Hull White*
2005	0,12750000	2026	0,05490993
2006	0,09750000	2027	0,05551870
2007	0,08000000	2028	0,05817767
2008	0,09250000	2029	0,05544322
2009	0,06500000	2030	0,05720441
2010	0,06500000	2031	0,05771992
2011	0,06580000	2032	0,05822624
2012	0,05770000	2033	0,05747416
2013	0,06480000	2034	0,05772935
2014	0,07540000	2035	0,05736346

Copyright © 2026 – Indonesian Journal of Applied Mathematics
Published by: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)
Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Original Article

Tahun	Suku Bunga BI *Rate*	Tahun	Suku Bunga *Hull White*
2015	0,07520000	2036	0,05728355
2016	0,06000000	2027	0,05710898
2017	0,04560000	2038	0,05721944
2018	0,05100000	2039	0,05727119
2019	0,05630000	2040	0,05729823
2020	0,04250000	2041	0,05727680
2021	0,03520000	2042	0,05728717
2022	0,04000000	2043	0,05727431
2023	0,06000000	2044	0,05728025
2024	0,06100000	2045	0,05728212
2025	0,05750000		

Berdasarkan **Tabel 3** dapat dilihat bahwa nilai suku bunga BI *Ret* mengalami fluktuasi yang cukup tinggi akibat pengaruh kegiatan ekonomi. Sedangkan, nilai suku bunga *Hull White* cenderung tidak mengalami fluktuasi yang besar pada setiap tahunnya. Setelah mendapatkan nilai suku bunga *Hull White,* maka diperlukan evaluasi model suku bunga *Hull White,* berdasarkan nilai MAPE. Berdasarkan Persamaan (28) maka MAPE dapat diperoleh sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{20}\sum_{i=1}^{20}\left|\frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i}\right| = 18{,}16\%$$

Nilai MAPE dari data yang digunakan menghasilkan nilai sebesar 18,16% yang berdasarkan Tabel 1 artinya model yang digunakan baik untuk menentukan nilai suku bunga model *Hull White.* Nilai MAPE sebesar 18,16% menunjukkan bahwa model *Hull White* memiliki akurasi yang cukup baik (*reasonable forecast*) dan masih dapat diterima dalam konteks aktuaria. Meskipun terdapat deviasi, model ini mampu menangkap pola pergerakan suku bunga yang fluktuatif. Dengan karakteristik *mean-reverting*, model *Hull White* tetap relevan dan cukup andal untuk digunakan dalam estimasi cadangan premi.

Tabel Mortalita

Komponen q_x

Nilai komponen q_x dapat dilihat langsung pada Tabel Mortalita Indonesia (TMI) Tahun 2019 yang digunakan untuk penelitian ini dimana peluang kematian akan menunjukkan bahwa seseorang yang lebih tua akan memiliki peluang kematian lebih besar dibandingkan dengan seseorang yang memiliki usia lebih muda.

Komponen p_x

Nilai komponen p_x dapat dihitung menggunakan Persamaan (5). Berikut merupakan contoh perhitungan p_x untuk $x = 30$:

$$p_{30} = 1 - q_{30}$$

$$p_{30} = 1 - 0{,}00075$$

$$p_{30} = 0{,}99925$$

Nilai $p_{30} = 0{,}99925$ artinya peluang individu yang berusia 30 tahun akan bertahan hidup sampai usia 31 tahun adalah sebesar 0,99925. Peluang hidup untuk usia yang lebih muda lebih besar dibandingkan dengan peluang hidup untuk usia yang lebih tua. Artinya, semakin bertambahnya usia maka pulang hidup individu akan semakin mengecil.

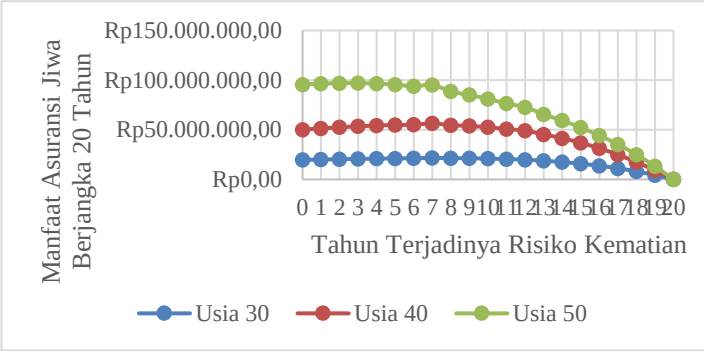
Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka

Pada asuransi jiwa berjangka manfaat akan dibayarkan jika tertanggung meninggal dalam jangka masa perjanjian asuransi. Sehingga berdasarkan Persamaan (8) manfaat asuransi jiwa berjangka 20 tahun untuk usia masuk 30 tahun yaitu:

$$A^1_{30:\overline{20}|} = \sum_{k=0}^{19} v^{k+1}\ {}_kp_{30}\,q_{30+k}$$

$$A^1_{30:\overline{20}|} = Rp19.597.622{,}60$$

nilai sekarang dari manfaat sebesar Rp1.000.000.000 untuk usia masuk asuransi 30 tahun dan masa pertanggungan 20 tahun adalah sebesar Rp19.597.622,60. Berikut merupakan gambar yang menyajikan pergerakan nilai manfaat asuransi jiwa berjangka:



Gambar 1. Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka

Berdasarkan **Gambar 1** dapat dilihat bahwa nilai manfaat asuransi jiwa berjangka untuk usia masuk 30 dan 40 tahun, pada tahun ke-1 hingga ke-7 mengalami kenaikan karena peluang meninggalnya yang bertambah seiring bertambahnya usia. Namun, pada titik tertentu yaitu tahun ke-8 kenaikan peluang kematian tidak dapat mengimbangi penurunan nilai peluang hidup dan nilai faktor diskontonya. Semakin mendekati masa akhir pertanggungan asuransi, maka peluang terjadinya risiko semakin mengecil dikarenakan jangka waktu yang menyempit. Manfaat untuk usia masuk 50 tahun mengalami penurunan nilai yang lebih cepat dibanding kedua usia masuk yang lainnya yaitu turun pada tahun ke-4. Hal tersebut terjadi karena pada usia 54 tahun, peluang hidup berkurang lebih cepat dibandingkan tahun sebelumnya. Penurunan peluang hidup memiliki pengaruh lebih besar dibandingkan dengan kenaikan peluang kematian, sehingga nilai manfaat turun. Nilai manfaat pada tahun ke-8 mengalami kenaikan yang cukup menonjol yang dimana hal tersebut diakibatkan oleh nilai suku bunga *Hull White* pada tahun tersebut merupakan nilai yang paling tinggi. Hal tersebut menandakan bahwa kenaikan nilai suku bunga juga mempengaruhi besaran nilai manfaat asuransi.

Anuitas Jiwa Berjangka

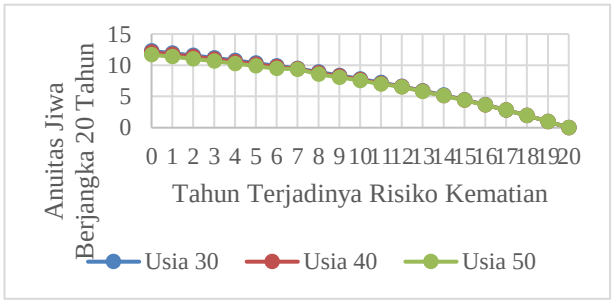
Anuitas Jiwa Berjangka *n*-tahun

Anuitas berjangka dapat dihitung berdasarkan Persamaan (9) anuitas jiwa berjangka n-tahun dengan $n = 20$ dan $x = 30$ tahun yaitu:

$$\ddot{a}_{30:\overline{20}|} = \sum_{k=0}^{19} v^k\ {}_kp_{30}$$

$$\ddot{a}_{30:\overline{20}|} = 12{,}27983$$

Nilai yang didapat dapat diartikan bahwa 12,27983 merupakan nilai sekarang dari pembayaran di setiap awal tahun sebesar Rp1 selama tertanggung masih hidup dalam jangka 20. Berikut merupakan gambaran pergerakan anuitas selama masa pertanggungan:



Gambar 2. Anuitas Jiwa Berjangka ***n***-tahun

Berdasarkan **Gambar 2** dapat dilihat nilai anuitas jiwa berjangka untuk setiap usia masuk asuransi menunjukkan pola menurun seiring berjalannya waktu pertanggungan. Jika sisa tahun untuk melakukan masa

Copyright © 2026 – Indonesian Journal of Applied Mathematics

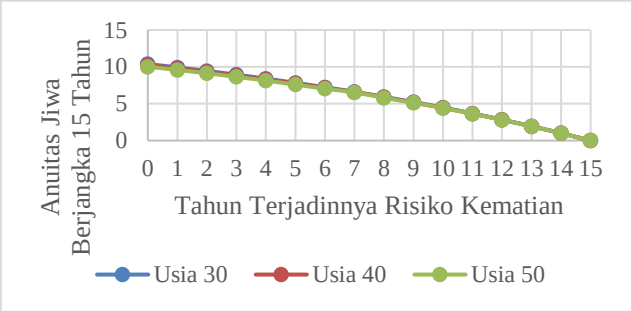
Published by: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)
Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Original Article

pembayaran semakin sedikit maka jumlah dari nilai peluang hidup dan nilai faktor diskonto juga semakin mengecil.

Anuitas Jiwa Berjangka *m*-tahun

Jika pada asuransi jiwa berjangka pembayaran preminya hanya sampai m-tahun maka diperlukan perhitungan anuitas jiwa berjangka m-tahun. Berikut merupakan gambaran pergerakan anuitas selama masa pembayaran:



Gambar 3. Anuitas Jiwa Berjangka m-tahun

Berdasarkan **Gambar 3** dapat dilihat bahwa nilai anuitas jiwa berjangka untuk usia yang lebih tua akan lebih kecil nilainya dibanding dengan usia yang lebih muda akibat pengaruh dari peluang hidup. Selain itu, dapat dilihat juga bahwa grafik dari ketiga nilai anuitas untuk setiap usia masuk mengalami penurunan yang konsisten untuk setiap tahunnya walaupun dengan penurunan nilai peluang hidup yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari besaran nilai faktor diskonto terhadap penurunan anuitas tersebut.

Premi

Premi Kotor

Setelah mendapatkan nilai premi bersih, maka selanjutnya premi kotor. Premi kotor sendiri merupakan premi yang memiliki tambahan biaya. Berikut merupakan hasil perhitungan premi kotor:

Tabel 4. Nilai Premi Kotor

x	${}_mP^{*1}_{x:\overline{n}\rceil}$
30	Rp1.892.212,54
40	Rp4.895.183,13
50	Rp9.568.562,91

Berdasarkan **Tabel 3** dapat dilihat bahwa pada premi kotor juga usia masuk yang lebih muda menghasilkan nilai premi yang lebih kecil dibandingkan dengan usia masuk yang lebih tua walaupun dengan adanya tambahan biaya dalam perhitungannya.

Premi Modifikasi Metode *Full Preliminary Term*

Pada Metode *Full Preliminary Term* nilai preminya dimodifikasi sesuai dengan asumsi yang terdapat pada metodenya. Berikut merupakan hasil perhitungan premi modifikasi pada ini:

Tabel 5. Premi Modifikasi Metode *Full Preliminary Term*

x	${}_{15-1}P^{1}_{x+1:\overline{20-1}\rceil}$
30	Rp2.012.384,76
40	Rp5.231.483,84
50	Rp10.066.740,94

Berdasarkan **Tabel 4** dapat dilihat bahwa nilai premi pada metode *Full Preliminary Term* menghasilkan premi yang lebih besar dibandingkan premi bersih ataupun premi kotor biasa. Hal tersebut diakibatkan pada metode *Full Preliminary Term* terdapat asumsi bahwa cadangan tahun pertamanya bernilai nol karena habis untuk menutupi semua biaya. Karena pada tahun pertama tidak terbentuk cadangan maka untuk menutupi risiko pada tahun selanjutnya dibutuhkan nilai premi yang lebih besar.

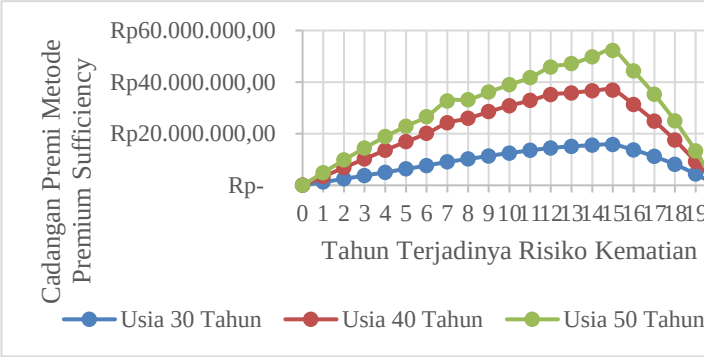
Cadangan Premi Metode *Premium Sufficiency*

Cadangan premi metode *Premium Sufficiency* merupakan metode yang mempertimbangkan adanya

biaya dalam perhitungannya. Berikut merupakan perhitungan cadangan premi metode *Premium Sufficiency* untuk $m = 15$, $x = 30$, $n = 20$, dan $k = 1$:

$$ {}^{15}_{1}V^{(ps)}_{30:\overline{20|}} = Rp1.249.681,67 $$

Cadangan premi metode *Premium Sufficiency* yang didapat untuk $m = 15$, $x = 30$, dan $n = 20$ pada tahun ke-1 terjadinya risiko adalah sebesar Rp1.249.681,67. Berikut merupakan gambaran pergerakan nilai cadangan premi pada setiap tahunnya:



Gambar 4. Cadangan Premi Metode *Premium Sufficiency*

Berdasarkan **Gambar 4** dapat dilihat dengan jelas perubahan nilai cadangan yang diakibatkan oleh pengaruh dari nilai premi. Nilai cadangan premi selalu naik hingga tahun ke-15 yang terjadi karena pada tahun tersebut masih ada pembayaran premi yang masuk. Setelahnya nilai cadangan premi menurun mulai dari tahun ke-16 sampai akhir masa pertanggungan karena tidak terdapat lagi pembayaran premi.

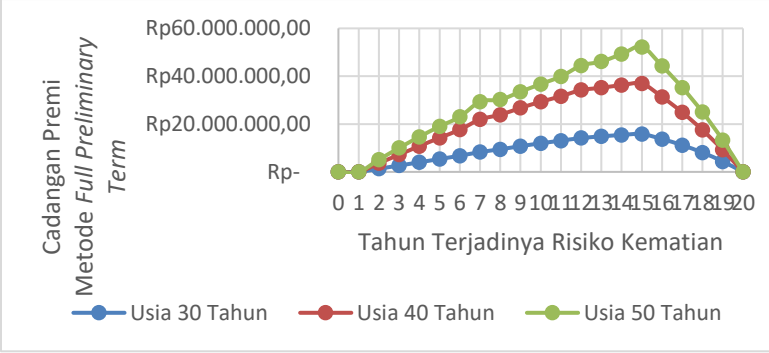
Cadangan Premi Metode *Full Preliminary Term*

Cadangan premi metode *Full Preliminary Term* merupakan metode yang mempertimbangkan adanya biaya dalam perhitungannya. Berikut merupakan perhitungan cadangan premi metode *Full Preliminary Term* untuk $m = 15$, $x = 30$, $n = 20$, dan $k = 2$:

$$ {}^{15}_{2}V^{(F)}_{30:\overline{20|}} = A^{1}_{30+2:\overline{20-2|}} - {}_{15-1}P^{1}_{30+1:\overline{20-1|}}\ddot{a}_{30+2:\overline{15-2|}} $$

$$ {}^{15}_{2}V^{(F)}_{30:\overline{20|}} = Rp1.318.605,81 $$

Berdasarkan nilai cadangan tersebut, artinya perusahaan asuransi telah menyiapkan dana sebesar Rp1.318.605,81 untuk membayar manfaat kematian jika tertanggung meninggal. Berikut merupakan gambaran pergerakan nilai cadangan premi pada setiap tahunnya:



Gambar 5. Cadangan Premi Metode *Full Preliminary Term*

Berdasarkan **Gambar 5** dapat dilihat bahwa pada awal periode cadangan bernilai nol menunjukkan bahwa asumsi pada metode *Full Preliminary Term* sesuai dengan hasil perhitungan, sedangkan nilai cadangan premi bernilai nol pada akhir periode pertanggungan menandakan bahwa pada tahun tersebut menandakan berakhirnya polis asuransi dan tidak ada lagi risiko yang ditanggung.

Pembahasan

Perbandingan analisis hasil cadangan premi yang akan dilakukan pada penelitian kali ini yaitu berdasarkan metode *Premium Sufficiency* dan metode *Full Preliminary Term* dengan suku bunga model *Hull White*. Berdasarkan keseluruhan kasus yang terdapat pada penelitian kali ini, berikut hasil keseluruhan nilai cadangan yang dihasilkan:

Copyright © 2026 – Indonesian Journal of Applied Mathematics
Published by: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)
Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Original Article

Tabel 6. Cadangan Premi Metode *Premium Sufficiency* dan Metode *Full Preliminary Term*

k	Usia (*x*)	*Premium Sufficiency*	*Full Preliminary Term*
0	30	Rp0,00	Rp0,00
	40	Rp0,00	Rp0,00
	50	Rp0,00	Rp0,00
1	31	Rp1.249.681,67	Rp0,00
	41	Rp3.385.255,17	Rp0,00
	51	Rp4.929.892,06	Rp0,00
⋮	⋮	⋮	⋮
15	35	Rp15.791.231,89	Rp15.791.231,88
	45	Rp36.877.621,06	Rp36.877.621,05
	55	Rp52.231.114,84	Rp52.231.114,83
⋮	⋮	⋮	⋮
19	49	Rp4.360.244,13	Rp4.360.244,13
	59	Rp9.183.941,53	Rp9.183.941,53
	69	Rp13.288.813,45	Rp13.288.813,45
20	50	Rp0,00	Rp0,00
	60	Rp0,00	Rp0,00
	70	Rp0,00	Rp0,00

Berdasarkan **Tabel 6.** dapat dilihat bahwa nilai cadangan premi *Full Preliminary Term* lebih murah dibandingkan dengan nilai cadangan premi *Premium Sufficiency*. Nilai cadangan premi yang lebih murah dapat lebih menguntungkan bagi peruhasaan, dimana dengan risiko kematian yang ditanggung oleh perusahaan sama besar namun dengan metode perhitungan *Full Preliminary Term* dana cadangan yang perlu disiapkan lebih sedikit. Namun, dari sisi pemegang polis metode perhitungan yang lebih menguntungkan dapat dilihat dari segi besaran premi yang akan dibayarkan. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4 premi metode *Full Preliminary Term* lebih besar dibandingkan dengan premi kotor untuk metode *Premium Sufficiency* yang terdapat pada Tabel 5. Sehingga metode yang lebih menguntungkan dari sisi pemegang polis adalah metode *Premium Sufficiency* yang memiliki nilai premi yang lebih murah.

Kesimpulan

Perhitungan dari penentuan suku bunga stokastik model *Hull White* memperoleh hasil bahwa MAPE yang didapatkan sebesar 18,16%. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil dari suku bunga baik untuk digunakan dalam penelitian. Hasil dari perhitungan cadangan premi menggunakan metode *Premium Sufficiency* berada pada rentang Rp0,00-Rp15.791.231,89 untuk usia masuk 30 tahun, Rp 0,00-Rp 36.877.621,06 untuk usia masuk 40 tahun, dan Rp 0,00- Rp 52.231.114,84 untuk usia masuk 50 tahun. Sedangkan untuk perhitungan cadangan menggunakan metode *Full Preliminary Term* berada pada rentang Rp 0,00-Rp15.791.231,88 untuk usia masuk 30 tahun, Rp 0,00-Rp 36.877.621,05 untuk usia masuk 40 tahun, dan Rp 0,00-Rp 52.231.114,83 untuk usia masuk 50 tahun.

Hasil perhitungan cadangan premi metode *Full Preliminary Term* lebih kecil dibanding dengan metode *Premium Sufficiency* sebelum nilainya sama menjelang akhir masa pembayaran premi dimana untuk usia masuk 30 tahun nilai cadangan *Full Preliminary Term* rata-rata lebih kecil sebesar 13,71% dibandingkan dengan metode *Premium Sufficiency* pada setiap tahunnya, untuk usia masuk asuransi 40 tahun sebesar 13,89%, dan untuk usia masuk asuransi 50 tahun sebesar 14,46%. Hal tersebut terjadi akibat pada tahun pertama cadangan premi *Full Preliminary Term* tidak ada cadangan yang terbentuk.

References

[1] U. W. &. F. D. R. Opan Arifudin, Manajemen Risiko, Bandung: Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung, 2020.

[2] W. Ariani, N. Satyahadewi and H. Perdana, "Penentuan Cadangan Premi Pada Asuransi Jiwa Dwiguna Joint Life Dengan Metode Premium Sufficiency," *Buletin Ilmiah Math.Stat dan Terapannya (Bimaster),* vol. 9, pp. 205-212, 2020.

[3] U. B. EL KHAIR, D. DEVIANTO and H. YOZZA, "Metode Premium Sufficiency Dengan Asumsi Balducci Untuk Menentukan Cadangan Asuransi Jiwa Gabungan," *Jurnal Matematika UNAND,* vol. 5, no. 1, pp. 17-26, 2019.

[4] A. E. Nugroho, M. R. Ramandika, M. H. Faridy, G. R. Setyanto and F. Indrayatna, "Perhitungan Cadangan Prospektif Produk Asuransi Jiwa Seumur Hidup dengan Metode Gross Premium Valuation dengan Pendekatan Tabel Mortalitas Indonesia IV dan Tabel Mortalitas Indonesia Tahun 2023," *Seminar Nasional Statistika Aktuaria III (2024),* 2024.

[5] J. R. A.-R. Ulna, "Penentuan Cadangan Premi Asuransi Jiwa Berjangka Dengan Metode Fackler dan Metode Full Preliminary Term," Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, 2023.

[6] A. N. Anisa, Estimasi Besar Cadangan Premi Zillmer Produk Asuransi JS Siharta Berdasarkan Tingkat Suku Bunga Hull-White (Studi Kasus Di Pt. Asuransi Jiwasraya(Persero)), repository UNPAD, 2019.

[7] M. M. Siahan, D. Mahrani and A. Sofia, "Analisis Perbandingan Cadangan Premi New Jersey dan canadian Status Joint Life dengan Model Suku BUnga Hull White," *Indonesian Journal Of Aplied Mathematic,* vol. 4, no. 2, pp. 16-29, 2024.

[8] M. I. Ramadhan, Peramalan Tabel Mortalita UN Indonesia Menggunakan Model Lee-Carter, Jakarta: Universitas Islam Negeri Hidayatullah Jakarta, 2024.

[9] T. Futami, Matematika Asuransi Jiwa, Tokyo: Oriental Life Insurance CUltural Development Center, 1993.

[10] L. S. Choqila, "Estimasi Parameter Suku BUnga Hull-White Menggunakan Metode Jackknife dan Ordinary Least Square," *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang,* 2022.

[11] E. A. R. Pinahayu, L. P. W. Adyani, S. Mariko and R. N. Auliya, "Analisa Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Permasalahan Distribusi Normal," *Jurnal Pendidikan dan Konserling,* vol. 4, pp. 2428-2436, 2022.

[12] W. Medikasari, "Aplikasi Suku Bunga Konstan dan Suku Bunga Stokastik dalam Perhitungan Aktuaria Asuransi Dwiguna," Jakarta, UIN Syarif Hidayatulla Jakarta, 2020.

[13] M. A. Maricar, "Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ," *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI),* vol. 13, no. 2, pp. 36-45, 2019.

[14] M. R. Oktavian, D. Devianto and F. Yanuar, "Kajian Metode Zillmer, Full Preliminary Term, dan Premium Sufficiency dalam Menentukan Cadangan Premi pada Asuransi Jiwa Dwiguna," *Jurnal Matematika UNAND,* vol. III No.4, no. Vol. 3 No. 4 (2014), pp. 160-167, 2014.

[15] S. A. dkk, "Penentuan Premi Asuransi Jiwa Berjangka Menggunakan Model Vasicek Dan Model Cox-Ingersoll-Ross (CIR)," *Journal of Mathematics and Its Applications,* vol. 17, no. 2, pp. 129-139, 2018.

[16] R. dkk, "Cadangan Premi Asuransi Jiwa Dwiguna Dengan Metode Premium Sufficiency Untuk Tingkat Suku Bunga Vasicek," *Buletin Ilmiah Math. Stat dan Terapannya (Bimaster),* vol. 11, no. 3, pp. 393-402, 2022.

[17] F. dkk, "Penentuan Cadangan Premi Asuransi Jiwa Dengan Metode Fackler," *Jurnal Eksponansial,* vol. 13, no. 1, pp. 19-28, 2022.

[18] L. L. dkk, "Penentuan cadangan Premi Asuransi Menggunakan Metode Prospektif Untuk Asuransi Pendidikan Berjangka (n) Tahun," *Jurnal Matematika Komputasi dan Statistika,* vol. 3, no. 1, pp. 281-290, 2023.

[19] N. S. &. H. P. Lia Amelia Tarigas, "Penentuan Cadangan Premi Asuransi Jiwa Dwiguna Menggunakan Metode Full Preliminary Term dan Premium Sufficiency," *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster),* vol. 08, no. No. 03, pp. 379-386, 2019.

Copyright © 2026 – Indonesian Journal of Applied Mathematics
Published by: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)
Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia