

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi ini setiap orang berusaha untuk melindungi dirinya sendiri serta orang-orang yang bergantung padanya dari berbagai hal buruk yang bisa terjadi. Baik itu perlindungan secara fisik maupun secara finansial. Perlindungan secara finansial tidak bisa dijamin secara pasti. Perlindungan secara finansial adalah perlindungan untuk ganti rugi secara finansial baik untuk jiwa, property maupun kesehatan. Banyak risiko yang bisa terjadi jika perlindungan secara finansial tidak terpenuhi dengan baik. Baik itu risiko berupa kecelakaan, kematian ataupun sakit. Risiko-risiko tersebut dapat dialami oleh setiap orang, di mana dan kapan saja, sehingga diperlukan upaya untuk meminimalisir risiko-risiko yang tidak terduga tersebut. Salah satu upaya yang bisa menjadi alternatif meminimalisir risiko adalah asuransi. Asuransi bisa menjadi perlindungan finansial yang terbaik dan sangat berguna bagi penggunanya. Oleh karena itu perusahaan asuransi jiwa dwiguna merupakan salah satu solusi yang dapat membantu masyarakat dalam menangani risiko-risiko yang terjadi di masa yang akan datang (Taruna M. Indra, 2020).

Asuransi jiwa dwiguna adalah salah satu solusi yang baik dalam menangani risiko keuangan. Kelebihan asuransi jiwa dwiguna adalah perlindungan finansial ganda yang meliputi asuransi jiwa dan investasi dalam satu produk. Namun seiring dengan berjalannya suatu perusahaan asuransi jiwa dwiguna dalam menangani risiko-risiko keuangan, ada kalanya suatu perusahaan mengalami permasalahan. Salah satu permasalahan yang sering dihadapi oleh perusahaan asuransi adalah biaya yang dibayarkan melalui premi tidak cukup untuk membiayai pengeluaran (pengeluaran rutin dan pembayaran santunan) perusahaan pada permulaan polis. Untuk menutupi kekurangan biaya pada tahun permulaan polis, perusahaan akan melakukan perhitungan premi yang terkumpul dan santunan yang harus dibayar secara cermat. Untuk mengatasi masalah tersebut maka perusahaan asuransi harus memiliki dana cadangan yang disebut cadangan premi. Cadangan premi adalah sejumlah uang yang dihimpun oleh perusahaan perusahaan asuransi yang diperoleh

dari selisih nilai santunan dan nilai tunai pembayaran pada suatu waktu pertanggungan sebagai persiapan pembayaran klaim (Lasta Dewi, dkk, 2013)

Dalam prakteknya pada perusahaan asuransi, manfaat atau klaim yang diajukan peserta produk asuransi saat tertanggung meninggal pada suatu waktu atau suatu masa tertentu dana klaim tersebut diambil dari cadangan premi. Dengan kata lain cadangan premi merupakan besarnya uang yang ada pada perusahaan dalam jangka pertanggungan. Perhitungan cadangan premi dibagi menjadi dua jenis yaitu retrospektif dan prospektif. Dalam skripsi ini peneliti menggunakan turunan dari model cadangan premi retrospektif dalam perhitungan cadangan premi. Oleh karena itu peneliti menggunakan metode *fackler*.

Metode *fackler* pertama kali diperkenalkan oleh aktuaris Amerika yaitu David Parks Fackler, perhitungan cadangan premi ini merupakan turunan dari rumus umum cadangan retrospektif. Metode ini sangat efektif dalam menentukan cadangan premi bagi perusahaan untuk mengantisipasi kelebihan klaim yang bisa saja terjadi di masa depan. Dengan metode *fackler* cadangan premi yang diperoleh bisa menutupi nilai cadangan premi di tahun berikutnya. Metode *fackler* juga sangat berguna untuk menyusun suatu tabel nilai cadangan yang mengharuskan menghitung cadangan premi untuk beberapa tahun secara beruntun (Nursariyani dkk, 2021)

Peneliti menggunakan premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih sebagai tolak ukur perhitungan cadangan premi. Maka dari itu diharapkan pembaca dan perusahaan dapat mempertimbangkan cadangan premi minimal yang harus dipersiapkan untuk mengantisipasi klaim-klaim yang diajukan oleh para pemegang polis. Maka dari itu, pada perhitungan metode *fackler*, peneliti belum memasukkan biaya-biaya tambahan dalam perhitungan cadangan premi, sehingga perusahaan ataupun pembaca dapat mempertimbangkan biaya-biaya lain diluar tingkat suku bunga dan tabel mortalitas nasabah sebagai biaya tambahan untuk menambah biaya premi dan cadangan premi dalam perhitungannya.

Cadangan premi pada prakteknya sangat berpengaruh pada rendah tingginya tingkat suku bunga dan pada kenyataanya tingkat suku bunga selalu berubah-ubah dalam suatu periode waktu. Dalam penelitian sebelumnya yang

dilakukan oleh (Ratna Nursariyani dkk, 2021) pada perhitungannya cadangan premi menggunakan metode *fackler*, peneliti terdahulu masih menggunakan tingkat suku bunga konstan yang diambil dari Bank Indonesia dalam satu periode, hal ini menjadi tidak realistis karena pada kenyataannya tingkat suku bunga selalu berubah pada suatu periode waktu. Perubahan tingkat suku bunga yang fluktuatif di setiap periode waktu merupakan proses stokastik sehingga untuk meramalnya diperlukan suatu model tingkat suku bunga stokastik. Model tingkat suku bunga stokastik diantaranya adalah model *vasicek*.

Model *vasicek* merupakan salah satu model estimasi tingkat suku bunga yang baik dalam penerapannya meramalkan tingkat suku bunga yang selalu berubah-ubah disetiap waktunya. Oleh karena itu dalam skripsi ini, peneliti mengestimasi atau meramalkan tingkat suku bunga dengan menggunakan model *vasicek*. Dengan meramalkan atau mengestimasi tingkat suku bunga diharapkan perhitungan cadangan premi dimasa yang akan datang dapat dihitung dengan mengikuti pergerakan harga tingkat suku bunga di masa yang akan datang. Kelebihan model *vasicek* dapat memperhitungkan faktor acak (random) yang menggambarkan volatilitas pasar. Dengan memasukkan volatilitas ini, model dapat memberikan perkiraan suku bunga yang lebih realistis dan mengakomodasi ketidakpastian di pasar. Oleh sebab itu peneliti juga ingin membandingkan pergerakan harga cadangan premi menggunakan data tingkat suku bunga konstan dengan harga cadangan premi hasil dari peramalan tingkat suku bunga dengan menggunakan metode *vasicek*.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka perlu dilakukan penelitian tentang perhitungan cadangan premi menggunakan metode *fackler* dengan menggunakan tingkat suku bunga stokastik. Suku bunga stokastik sangat baik digunakan dalam perhitungan cadangan premi karena dapat mengikuti perubahan tingkat suku bunga yang berfluktuatif. Pada Penelitian ini, penulis menggunakan suku bunga bank Indonesia dari tahun 2010 hingga 2022 sebagai data historis untuk dilakukannya peramalan. Oleh karena itu, Dengan adanya perhitungan cadangan premi dengan menggunakan suku bunga stokastik, diharapkan pembaca ataupun perusahaan asuransi dapat mengetahui harga cadangan premi yang sesuai dengan pergerakan tingkat suku bunga yang lebih

realistik. Pada penelitian ini penulis menggunakan perhitungan cadangan premi untuk seseorang yang berusia 25 dan 35 tahun yang mana dalam rentang tahun tersebut seorang nasabah diasumsikan masih bekerja dan mampu untuk membayar premi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah yang dipaparkan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana hasil penerapan suku bunga stokastik model *vasicek* pada perhitungan cadangan premi asuransi jiwa dwiguna?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan Masalah pada penelitian ini adalah :

- 1) Data yang digunakan dalam perhitungan penelitian ini adalah data yang diambil dari TMI 2019 dan tingkat suku bunga tahunan hasil prediksi suku bunga stokastik model *vasicek* dari rata-rata suku bunga periode tahun 2010 hingga 2022 Bank Indonesia.
- 2) Cadangan premi yang digunakan adalah cadangan premi turunan dari cadangan premi retrospektif yaitu model *fackler*.
- 3) Waktu pertanggungan dibatasi selama 10 tahun.
- 4) Perhitungan menggunakan usia 25 dan 35.
- 5) Santunan konstan untuk setiap usia sebesar Rp10.000.000

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka penelitian bertujuan:

untuk mendapatkan hasil penerapan suku bunga stokastik model *vasicek* pada perhitungan cadangan premi asuransi jiwa dwiguna.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagi Penulis:
 1. Menambah pengetahuan mengenai perhitungan cadangan premi.

2. Dapat membandingkan perbedaan nilai cadangan premi pada nasabah laki-laki dan perempuan dengan menggunakan metode *fackler* dalam pengambilan perhitungan cadangan premi.
- 2) Bagi Pembaca:
 1. Sebagai sarana untuk menambah wawasan mengenai cadangan premi.
 2. Sebagai bahan referensi yang akan mengambil judul yang berkaitan dengan penelitian yang saya angkat.
- 3) Bagi Perusahaan

Sebagai pertimbangan perhitungan cadangan premi demi menjaga Kesehatan keuangan dalam hal cadangan Klaim.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
- 2) BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang paparan mengenai definisi dan konsep menurut para ahli yang menjadi dasar dari penelitian.
- 3) BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang: Pendekatan dan Jenis Penelitian, waktu dan tempat penelitian, objek penelitian, Jenis dan sumber data, metode pengumpulan data dan alur kerja.
- 4) BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan pembahasan hasil penelitian berisi uraian analitis dan terpadu mengenai hasil penelitian yang disajikan secara jujur.
- 5) BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil dan pembahasan penelitian serta saran yang bisa bermanfaat bagi berbagai pihak

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Asuransi

2.1.1 Pengertian Asuransi

Asuransi atau pertanggungan menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 2 Tahun 1992 adalah perjanjian antara dua pihak atau lebih, dengan mana pihak penanggung mengikatkan diri pada tertanggung, dengan menerima premi asuransi untuk memberikan penggantian pada tertanggung karena kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin akan diderita tertanggung, yang timbul dari suatu peristiwa yang tidak pasti, atau untuk memberikan suatu pembayaran yang didasarkan atas meninggal atau hidupnya seseorang yang dipertanggungkan. Perusahaan asuransi akan membuat perjanjian dengan orang-orang yang ingin meminimalkan risiko yang diakibatkan oleh kemungkinan kematian, risiko hari tua dan risiko kecelakaan.

Pengertian Asuransi menurut Kitab Undang-Undang Hukum Dagang (KUHD), tentang asuransi atau pertanggungan seumurnya, Bab 9, Pasal 246, Asuransi atau Pertanggungan adalah suatu perjanjian dengan mana seorang penanggung mengikatkan diri kepada seorang tertanggung, dengan menerima suatu premi, untuk memberikan penggantian kepadanya karena suatu kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan, yang mungkin akan dideritanya karena suatu peristiwa yang tak tertentu.

Asuransi adalah suatu kemauan dalam hal penetapan kerugian kecil atau sedikit yang sudah pasti sebagai ganti kerugian besar yang belum pasti terjadi di masa depan (Sarti Marya H dkk, 2023).

2.2 Jenis-jenis Asuransi Jiwa

2.2.1 Pengertian Asuransi Jiwa

Asuransi jiwa adalah perjanjian dua pihak atau lebih dimana pihak penanggung mengikatkan diri pada tertanggung dengan menerima premi untuk memberikan suatu pembayaran yang didasarkan atas meninggal atau hidupnya seseorang yang diasuransikan (Wulandari dan Januarifah, 2019)

2.2.2 Jenis-jenis Asuransi Jiwa

1) Asuransi berjangka (*term life*)

Asuransi jiwa berjangka adalah asuransi dimana uang pertanggungan akan dibayarkan jika peserta asuransi meninggal pada jangka waktu tertentu sesuai dengan kontrak yang telah disetujui (Warni F dkk, 2017).

2) Asuransi Seumur Hidup (*whole life*)

Asuransi seumur hidup, yaitu asuransi yang memberikan santunan kepada ahli waris kapanpun tertanggung meninggal Premi asuransi seumur hidup atau *whole life* lebih tinggi daripada *term life*, tetapi asuransi ini tidak akan hangus jika tidak ada klaim (Monica dan rani Ajeng, 2022).

3) Asuransi Dwiguna (*endowment*)

Asuransi jiwa dwiguna merupakan perpaduan antara asuransi jiwa berjangka dan asuransi jiwa seumur hidup, Asuransi Dwiguna mempunyai dua manfaat karena memberikan uang pertanggungan saat tertanggung meninggal dalam periode tertentu, selain itu, tertanggung bisa mencairkan uang tersebut saat tertanggung masih hidup Ketika kontrak berakhir (Satwika dan Dipta Rizky, 2011).

4) Asuransi Unit Link

Asuransi unit link adalah suatu produk asuransi jiwa pengembangan dari asuransi dwiguna yang menggabungkan unsur perlindungan dan investasi (Rasubula, D., setiabudi, D, H. dan Setiawan, A., 2013).

2.3 Cadangan Premi

Cadangan premi adalah sejumlah dana yang harus disiapkan perusahaan asuransi untuk membayarkan benefit kepada tertanggung. Cadangan premi dapat dihitung berdasarkan pengeluaran di masa lalu yang disebut cadangan retrospektif dan juga dapat dihitung berdasarkan pengeluaran di masa depan yang disebut cadangan prospektif. Cadangan yang dihitung beberapa kali dalam satu tahun disebut cadangan pecahan (Sam Wibowo, Rudi Ruswandi dan Ahmad Faisol, 2021).

Perhitungan nilai cadangan dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu cadangan prospektif dan retrospektif.

1) Cadangan Prospektif

Cadangan prospektif didefinisikan sebagai selisih antara nilai sekarang dari benefit yang akan dibayarkan dengan nilai sekarang dari premi bersih yang akan datang sesuai dengan anuitas yang telah ditentukan (Sam Wibowo, Rudi Ruswandi dan Ahmad Faisol, 2021).

2) Cadangan Retrospektif

Sedangkan perhitungan cadangan retrospektif adalah perhitungan nilai cadangan berdasarkan waktu yang lalu, dengan kata lain perhitungan nilai cadangan berdasarkan jumlah total pendapatan pada waktu yang lalu sampai dilakukan perhitungan cadangan, dikurangi dengan jumlah pengeluaran di waktu yang lalu untuk tiap peserta asuransi (Sam Wibowo, Rudi Ruswandi dan Ahmad Faisol, 2021).

2.4 Metode Fackler

Metode fackler merupakan turunan dari jenis cadangan retrospektif. Perhitungan cadangan premi menggunakan metode fackler sangat berpengaruh pada premi bersih tahunannya. Semakin kecil nilai premi bersih tahunan maka semakin kecil pula nilai cadangan yang diperoleh (Indri Mashitah dkk, 2013).

Perhitungan menggunakan metode fackler ini digunakan untuk memperhitungkan cadangan premi bersih yang belum dijumlahkan dengan biaya operasional lainnya. Metode ini sangat diperlukan untuk menghitung cadangan premi bersih beberapa tahun kedepan secara berurutan. Metode ini digunakan untuk mengetahui jumlah bersih yang dipertanggungkan perusahaan pada tahun polis (Indri Mashitah, dkk, 2013).

2.5 Faktor-faktor Dasar Perhitungan Cadangan Premi Pada Metode Fackler

1) Bunga

Pada saat tertanggung membayar premi pada perusahaan asuransi, dana yang ada di perusahaan tidak diam, tetapi dana tertanggung lainnya dan dana lainnya ditanamkan untuk mendapatkan bunga. Pendapatan ini akan membantu pembebanan premi asuransi jiwa (Rizqi Oktaviani, 2018).

2) Tabel Mortalitas

Tabel mortalitas digunakan perusahaan asuransi untuk menghitung premi asuransi. Tabel ini berisi peluang seseorang meninggal menurut umur dari kelompok orang yang diasuransikan (pemegang polis asuransi) dan diharapkan mampu menggambarkan probabilitas meninggal yang sebenarnya dari sekelompok orang yang diasuransikan. Jumlah orang yang dilahirkan pada waktu yang sama disimbolkan dengan l_x orang yang mencapai usia x tahun pada waktu yang sama. Jumlah orang yang meninggal dari l_x orang sebelum mencapai $x + 1$ disimbolkan dengan d_x (Marlia Aide Revani dkk, 2012), Maka:

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad (2.1)$$

$$l_x = d_x + d_{x+1} + \dots + d_{x+n}, \text{ dengan } n \geq 1. \quad (2.2)$$

Peluang seseorang yang berusia x akan meninggal sebelum mencapai usia $x + 1$ tahun disimbolkan dengan q_x , sehingga:

$$q_x = \frac{l_x - l_{x+1}}{l_x} = \frac{d_x}{l_x} \quad (2.3)$$

Adapun rumus-rumus yang berhubungan dengan peluang hidup atau mati, yaitu:

1) Peluang Hidup

${}_t p_x$ menyatakan peluang seseorang berusia x akan hidup paling sedikit t tahun.

$${}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x} \quad (2.4)$$

2) Peluang Meninggal

${}_t q_x$ menyatakan peluang seseorang berusia x akan meninggal sebelum usia x dan $x + t$ tahun.

$${}_tq_x = 1 - {}_tp_x = 1 - \frac{l_{x+t}}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+t}}{l_x} = \frac{{}_tq_x}{l_x} \quad (2.5)$$

dengan ${}_td_x$ menyatakan jumlah orang yang meninggal antara usia x dan $x + t$

$${}_td_x = l_x - l_{x+t} \quad (2.6)$$

3) Anuitas

Anuitas adalah serangkaian pembayaran yang dilakukan dalam selang waktu yang sama. Anuitas dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu anuitas tentu dan anuitas hidup. Anuitas tentu, pembayarannya dilakukan tanpa syarat sedangkan anuitas hidup pembayarannya dikaitkan dengan mati hidupnya seseorang. Berdasarkan cara pembayaran yang dilakukan dalam selang waktu yang sama. Anuitas dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu anuitas diskrit dan anuitas kontinu. Anuitas diskrit berarti pembayaran anuitas dilakukan secara berkala, tiap bulan, 3 bulan, 6 bulan atau tahunan. Bila pembayaran m kali setahun dapat dibayarkan tiap saat sehingga $m \rightarrow \infty$ dan jumlah pembayaran setahun sebesar 1 satuan maka disebut kontinu (Marlia Aide Revani, dkk, 2012).

Kemudian Rumus anuitas hidup berjangka sebagai berikut:

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x} \quad (2.7)$$

4) Nilai Akumulasi

Apabila seseorang menginvestasi sebesar A dan tingkat bunga sebesar i maka rumus nilai akumulasi S_n sebagai berikut:

$$S_n = A(1 + i)^n \quad (2.8)$$

Jika seseorang ingin menginvestasi sebesar A berkala setiap Akhir tahun hingga n tahun dengan tingkat bunga sebesar i , maka rumus akumulasinya sebagai berikut:

$$S_n = A \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (2.9)$$

Jika seseorang ingin menginvestasi sebesar A berkala setiap akhir tahun hingga n tahun dengan tingkat bunga sebesar i , maka rumus akumulasinya sebagai berikut:

$$S_n = A \frac{(1+i)^n - 1}{i} (1 + i) \quad (2.10)$$

5) *Present Value*

Time value of money atau dalam Bahasa Indonesia disebut nilai waktu uang adalah merupakan suatu konsep yang menyatakan bahwa nilai uang sekarang akan lebih berharga dari pada nilai uang masa yang akan datang atau suatu konsep yang mengacu pada perbedaan nilai uang yang disebabkan karena perbedaan waktu (Leni Saleh, 2016).

Karena $S_n = A(1 + i)^n$ maka rumus nilai kini adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{S_n}{(1+i)^n} \quad (2.11)$$

Atau

$$A = S_n v^n \quad (2.12)$$

Jika seseorang ingin menginvestasi sebesar A berkala setiap akhir tahun tahun hingga n tahun dengan tingkat bunga sebesar i, maka rumus nilai kininya sebagai berikut:

$$A = S_n \frac{1-(1+i)^{-n}}{i} \quad (2.13)$$

Jika seseorang ingin menginvestasi sebesar A berkala setiap awal tahun tahun hingga n tahun dengan tingkat bunga sebesar i, maka rumus nilai kininya sebagai berikut:

$$A = S_n \frac{1-(1+i)^{-n}}{i} (1 + i) \quad (2.14)$$

6) Usia

Pada perhitungan premi, usia pemegang polis mempunyai kaitan terhadap mortalita. Semakin tua tertanggung, maka semakin tinggi resiko kematiannya (Rizqi Oktaviani, 2018).

7) Jenis Kelamin

Mortalitas juga dapat dipengaruhi oleh jenis kelamin, karena secara rata-rata, kehidupan wanita lebih lama dibanding kehidupan laki-laki. Secara statistika, golongan wanita dianggap mempunyai risiko asuransi yang lebih baik dibanding laki-laki dan tarif premi kaum wanita biasanya lebih rendah daripada laki-laki (Rizqi Oktaviani, 2018).

8) Kesehatan

Faktor lain yang mempengaruhi mortalita yaitu kesehatan calon tertanggung. Tarif premi yang lebih tinggi akan dikenakan pada mereka dengan tingkat kesehatan yang rendah. Misalnya kebiasaan merokok, makan berlebihan, atau minum alkohol akan mempengaruhi kesehatan dan meningkatkan risiko kematian (Rizqi Oktaviani, 2018).

2.6 Suku Bunga Stokastik

Sehubungan dengan tingkat suku bunga, selama ini perhitungan premi dilakukan dengan menggunakan suku bunga tetap, sedangkan berdasarkan kenyataan yang ada suku bunga selalu berubah-ubah secara tidak menentu dalam periode tertentu karena berbagai faktor yang mempengaruhinya yang disebut sebagai suku bunga stokastik (Zeytun dan Gupta, 2007).

2.6.1 Persamaan Diferensial Stokastik

Proses stokastik merupakan himpunan variabel acak $\{X(t), t \in T\}$. Semua kemungkinan nilai yang dapat terjadi pada variabel acak $X(t)$ disebut ruang keadaan (*state space*). Satu nilai t dari T disebut indeks atau parameter waktu (Taylor dan Karlin, 1998)

Defenisi Proses Stokastik $\{W(t), t \geq 0\}$ dengan $W(t)$ sebagai variabel acak disebut sebagai gerak Brown dengan *drift* μ apabila (Medikasari, 2020):

1. $W(0) = 0$
2. $\{X(t), t \geq 0\}$ kenaikan stasioner dan kenaikan *independent*
3. $W(t)$ berdistribusi normal dengan μt dengan variansi t .

Misalkan $\{r(t), t \geq 0\}$ adalah suatu proses stokastik dan $\{W(t), t \geq 0\}$ adalah proses Wiener, maka

$$dr(t) = \mu(r(t))dt + \sigma(r(t), t)dW(t) \quad (2.15)$$

Adalah persamaan diferensial stokastik dengan $\mu(r(t), t)$ disebut suku *drift* dan $\sigma(r(t), t)$ disebut suku difusi (Brigo dan Mercurio, 2006).

Persamaan diferensial stokastik (2.1) dapat diselesaikan sebagai berikut

$$r(t) = r(0) + \int_0^t \mu(r(s), s)ds + \int_0^t \sigma(r(s), s)dw(s) \quad (2.16)$$

Dengan nilai awal $r(0)$ dan $w(t)$ adalah proses Wiener (Nastiti, 2015).

2.6.2 Integral Ito

Integral Ito digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial stokastik guna menghasilkan nilai harapan dan variasi dalam konteks tingkat suku bunga dalam model *vasicek*

Integral Ito $\int_0^T r(t)dW(t)$ dari proses sederhana didefinisikan sebagai berikut (Nastiti, 2015):

$$\int_0^T r(t)dW(t) = \sum_{i=0}^{n-1} r_i[W(t_{i+1}) - W(t_i)] \quad (2.17)$$

Adapun sifat dari integral ito (Narsiti, 2015):

1. Ekspektasi dari integral stokastik Ito adalah nol, yaitu:

$$E \left[\left(\int_0^T r(t)dW(t) \right) \right] = 0 \quad (2.18)$$

2. Integral stokastik Ito memenuhi sifat isometris, yaitu:

$$E \left[\left(\int_0^T r(t)dW(t) \right)^2 \right] = \int_0^T E[r^2(t)] dt \quad (2.19)$$

untuk $t \in [0, T]$

2.6.3 Model Suku Bunga Vasicek

Model *vasicek* adalah suatu metode pemodelan terhadap pergerakan suku bunga sebagai nilai risiko pasar, dimana terdapat r yang diasumsikan mengikuti proses *Ornstein-Uhlenbeck* dan berubah sebagai fungsi terhadap waktu dengan koefisien konstan. Persamaan model suku bunga *vasicek* adalah sebagai berikut (Aprilia, 2020).

Modelnya sebagai berikut:

$$dr(t) = \alpha(\beta - r(t))dt + \sigma dW(t) \quad (2.17)$$

Dengan menggunakan metode penyelesaian persamaan differensial parsial, Model tingkat bunga *Vasicek* pada persamaan (2.15) dapat diselesaikan dengan persamaan diferensial linear homogen dengan konstan yaitu memisalkan

$$y(t) = r(t)e^{\alpha t} \quad (2.18)$$

Persamaan (2.18) diturunkan terhadap t

$$dy(t) = e^{\alpha t} dr(t) + \alpha e^{\alpha t} r(t) dt \quad (2.19)$$

Substitusi persamaan (2.17) pada persamaan (2.19)

$$\begin{aligned} dy(t) &= e^{\alpha t} \left(\alpha(\beta - r(t))dt + \sigma dW(t) \right) + \alpha e^{\alpha t} r(t) dt, \\ dy(t) &= \alpha \beta e^{\alpha t} dt + \sigma e^{\alpha t} dW(t), \\ \int_0^t dy(t) &= \int_0^t \alpha \beta e^{\alpha s} ds + \int_0^t \sigma e^{\alpha s} dW(s), \\ y(t) - y(0) &= (\beta e^{\alpha t} - \mu) + \int_0^t \sigma e^{\alpha s} dW(s) \end{aligned} \quad (2.20)$$

Berdasarkan Persamaan (2.19) dan $y(0) = r(0)$ sehingga persamaan (2.20) menjadi:

$$\begin{aligned} r(t)e^{\alpha t} - r(0) &= \beta(e^{\alpha t} - 1) + \sigma \int_0^t e^{\alpha s} dW(s), \\ r(t)e^{\alpha t} &= r(0) + \beta(e^{\alpha t} - 1) + \sigma \int_0^t e^{\alpha s} dW(s), \\ r(t) &= e^{-\alpha t} [r(0) + \beta(e^{\alpha t} - 1) + \sigma \int_0^t e^{\alpha s} dW(s)], \\ r(t) &= r(0)e^{-\alpha t} + \beta(1 - e^{-\alpha t}) + \sigma \int_0^t e^{-\alpha(t-s)} dW(s) \end{aligned} \quad (2.21)$$

Maka untuk ekspektasinya sebagai berikut:

$$E[r(t)] = E[r(0)e^{-\alpha t}] + E[1 - e^{-\alpha t}] + E[\sigma \int_0^t e^{-\alpha(t-s)} dW(s)] \quad (2.22)$$

Dengan mengikuti sifat dari ekspektasi dimana $E[c] = c$ dan dengan menggunakan sifat integral ito, yaitu ekspektasi dari integral ito adalah nol, maka berlaku $E\left[\int_0^t r(t) dW(t)\right] = 0$ sehingga persamaannya ekspektasinya adalah sebagai berikut:

$$E[r(t)] = r(0)e^{-\alpha t} + \beta(1 - e^{-\alpha t}) \quad (2.23)$$

Kemudian dapat kita ketahui nilai variansi bunga *vasicek* adalah sebagai berikut:

$$Var[r(t)] = \frac{\sigma^2}{2\alpha}(1 - e^{-2\alpha t}) \quad (2.24)$$

Dalam mengestimasi parameter, nilai awal diperoleh dengan menggunakan metode OLS (Ordinary Least Square). Metode OLS adalah metode estimasi dalam ilmu statistika yang bertujuan untuk meminimalkan jumlah kuadrat dari kesalahan.

$$\alpha = \frac{n^2 - 2n + 1 + \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - (n-1) \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t}}{(n^2 - 2n + 1 - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t}) \Delta t} \quad (2.25)$$

$$\beta = \frac{(n-1) \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} - \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t} \sum_{t=1}^{n-1} r_t}{(n^2 - 2n + 1 + \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - (n-1) \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t})} \quad (2.26)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n^2} \sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{r_{t+1} - r_t}{\sqrt{r_t}} - \frac{\beta}{\sqrt{r_t}} - \alpha \sqrt{r_t} \right)^2} \quad (2.27)$$

2.6.4 Fungsi Tingkat Suku Bunga

Fungsi tingkat suku bunga adalah sebuah metode yang digunakan untuk menghitung nilai sekarang dari suatu pembayaran yang akan diterima di masa depan dengan mengurangi nilai tersebut melalui proses diskonto. Diskonto adalah langkah mengurangi nilai pembayaran di masa depan menjadi nilai saat ini, dengan mempertimbangkan tingkat suku bunga yang berlaku saat itu. Dengan menggunakan fungsi tingkat suku bunga, kita dapat menilai nilai aktual dari sejumlah uang yang akan diterima atau dibayarkan di masa depan berdasarkan tingkat suku bunga yang berlaku pada saat itu. (Winklevoss, 1993).

Adapun rumus tingkat suku bunga adalah sebagai berikut :

$$v^n = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (2.28)$$

Fungsi tingkat suku bunga yang bergerak sebagai berikut:

$$v^n = \prod_{t=1}^n \frac{1}{(1+i_t)} \quad (2.29)$$

2.6.5 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Akurasi hasil peramalan dihitung menggunakan MAPE (Mean Absolute Percentage Error). MAPE merupakan perhitungan yang digunakan untuk melihat nilai ketetapan ramalan dan untuk melihat seberapa besar kesalahan dalam proses peramalan dibandingkan dengan nilai aktualnya (Ni Putu Ratindia Apriyanti, dkk, 2020)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|i_t - \check{i}_t|}{i_t} \quad (2.30)$$

Keterangan :

i_t : nilai aktual pada periode waktu t

$\check{i}_t$: nilai ramalan untuk periode waktu t

n : banyak periode

Skala akurasi peramalan adalah sebagai berikut (Ni Putu Ratindia Apriyanti dkk, 2020):

Tabel 1. Skala akurasi peramalan

MAPE	Interpretasi
MAPE < 10%	Peramalan akurat
MAPE 10% – 20%	Peramalan baik
MAPE 20% – 50%	Peramalan wajar (Cukup)
MAPE 51% – <i>lebih</i>	Peramalan buruk

2.7 Simbol Komutasi, Premi Tunggal Bersih dan Premi Bersih Tahunan, Pada Perhitungan Cadangan Premi Metode Fackler

Sebelum masuk pada rumus Cadangan premi metode *fackler* dan metode Ilionis nilai tunai anuitas dan premi bersih tahunan, perlu diketahui bahwa dalam dunia aktuaris sering digunakan simbol-simbol komutasi. Simbol komutasi tersebut bertujuan untuk penyederhanaan penulisan rumus dalam perhitungan (Rizqi Oktaviani, 2018)

Simbol- simbol tersebut yaitu:

- 1) D_x yaitu simbol komutasi dari hasil perkalian nilai tunai pembayaran (v) pangkat usia x dengan banyaknya peserta asuransi yang hidup pada usia x tahun, dinotasikan sebagai berikut:

$$D_x = l_x v^x \quad (2.31)$$

- 2) N_x yaitu simbol komutasi dari akumulasi nilai D_{x+k} dengan k=0 tahun sampai w, dinotasikan sebagai berikut:

$$N_x = \sum_{k=0}^w D_{x+k} \quad (2.32)$$

- 3) C_x yaitu symbol komutasi dari hasil perkalian nilai tunai pembayaran (v) pangkat x dengan banyaknya peserta asuransi yang meninggal pada usia x tahun, dinotasikan sebagai:

$$C_x = d_x v^{x+1} \quad (2.33)$$

- 4) M_x yaitu symbol komutasi dari akumulasi nilai C_{x+k} dengan k = 0 tahun sampai w, dinotasikan sebagai berikut:

$$M_x = \sum_{k=0}^w C_{x+k} \quad (2.34)$$

- 5) ${}_t u_x$ menyatakan dana tonti (forbone annuity) dengan rumus sebagai berikut:

$${}_t u_x = \frac{N_x - N_{x+t}}{D_{x+t}} \quad (2.35)$$

- 6) ${}_t k_x$ menyatakan dana akumulasi asuransi, dengan rumus sebagai berikut:

$${}_t k_x = \frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \quad (2.36)$$

Setelah mengetahui simbol-simbol komutasi tersebut, maka dapat dihitung nilai aktuarial sekarang pada asuransi Jiwa Dwiguna. Rumus nilai aktuarial sekarang pada asuransi jiwa dwiguna yang dinotasikan dengan yaitu $A_{x:\overline{n}|}$ sebagai berikut:

$$A_{x:\overline{n}|} = \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_x} \quad (2.37)$$

Kemudian setelah diperoleh perhitungan nilai aktuarial sekarang asuransi jiwa Dwiguna dan anuitas hidup berjangka, maka dapat dihitung

premi bersih tahunan asuransi jiwa Dwiguna. Premi tahunan asuransi jiwa berjangka bagi seseorang berusia x tahun dengan jangka pertanggungan n tahun yang dinotasikan dengan $P_{x:\overline{n}|}$ dapat dinyatakan sebagai:

$$P_{x:\overline{n}|} = \frac{A_{x:\overline{n}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \quad (2.38)$$

2.8 Metode Fackler dalam Cadangan Premi Retrospektif

Metode *fackler* adalah turunan dari rumus cadangan *retrospektif* yang merupakan penghitungan cadangan premi berdasarkan premi dan biaya pada waktu yang telah lalu (Anggrita J, dkk, 2015).

Bentuk umum cadangan retrospektif adalah sebagai berikut:

$${}_tV = P {}_tu_x - {}_tk_x \quad (2.39)$$

dengan ${}_tV$ menyatakan cadangan premi di akhir tahun ke- t , P menyatakan premi bersih tahunan, ${}_tu_x$ menyatakan dana tontu (*forbone annuity*), ${}_tk_x$ menyatakan dana akumulasi asuransi, t menyatakan periode.

Pada penelitian ini akan dihitung cadangan premi yang ditentukan dengan menggunakan premi tahunan bersih, sehingga notasi P diganti $P_{x:\overline{n}|}$ (premi bersih tahunan) maka persamaannya menjadi

$${}_tV = P_{x:\overline{n}|} {}_tu_x - {}_tk_x \quad (2.40)$$

Persamaan *retrospektif* dapat ditentukan dengan mensubstitusikan persamaan ${}_tu_x = \frac{N_x - N_{x+t}}{D_{x+t}}$ dan ${}_tk_x = \frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}}$ pada persamaan *retrospektif* maka persamaan barunya menjadi sebagai berikut:

$${}_tV = P_{x:\overline{n}|} \frac{N_x - N_{x+t}}{D_{x+t}} - \frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \quad (2.41)$$

sehingga dengan melihat asumsi *fackler* untuk $t + 1$ maka cadangan premi metode *fackler* untuk ${}_{t+1}V$ dapat dituliskan.

$${}_{t+1}V = ({}_tV + P_{x:\overline{n}|}) U_{x+t} - K_{x+t} \quad (2.42)$$