

**PERBANDINGAN METODE *ILLINOIS* DAN PROSPEKTIF DALAM
MENENTUKAN CADANGAN PREMI PADA ASURANSI JIWA DENGAN
SUKU BUNGA *VASICEK***



Anang Permana Kamil

H081201057



**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR 2024**

**PERBANDINGAN METODE *ILLINOIS* DAN PROSPEKTIF DALAM
MENENTUKAN CADANGAN PREMI PADA ASURANSI JIWA DENGAN
SUKU BUNGA *VASICEK***

ANANG PERMANA KAMIL

H081201057



**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PERBANDINGAN METODE *ILLINOIS* DAN PROSPEKTIF DALAM
MENENTUKAN CADANGAN PREMI PADA ASURANSI JIWA DENGAN
SUKU BUNGA *VASICEK***

ANANG PERMANA KAMIL

H081201057

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Ilmu Aktuaria

pada

**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI
PERBANDINGAN METODE *ILLINOIS* DAN PROSPEKTIF DALAM
MENENTUKAN CADANGAN PREMI PADA ASURANSI JIWA DENGAN
SUKU BUNGA *VASICEK*

ANANG PERMANA KAMIL
H081201057

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Ilmu Aktuaria pada 16
Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada


Program Studi Ilmu Aktuaria
Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar



Mengesahkan:
Pembimbing tugas akhir,

Ainun Mawaddah Abdal, S.Si., M.Si.
NIP. 199301152021074001

Mengetahui:
Ketua Program Studi,

Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.
NIP. 196412311990032007

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Perbandingan Metode *Illinois* dan Prospektif Untuk Menentukan Cadangan Premi Pada Asuransi Jiwa Dengan Suku Bunga *Vasicek*" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Ainun Mawaddah Abdal, S.Si., M.Si. sebagai Pembimbing Utama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 16 Agustus 2024



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Anang Permana Kamil".

Anang Permana Kamil
NIM. H081201057

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul. "**Perbandingan Metode Illinois dan Prospektif Dalam Menentukan Cadangan Premi Pada Asuransi Jiwa Dengan Suku Bunga Vasicek**". Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Program Studi Ilmu Aktuaria, Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan turut mengambil peran dalam setiap proses yang telah dilewati penulis hingga sampai pada saat ini. Terutama kepada kedua orang tua penulis, Bapak **Rasmin Kamil, S.Sos., M.Si.** dan Ibu **Almh. Musriani** dan Ibu **Masna, S.Si., MM.** Kemudian Kakek dan nenek penulis yaitu Kakek **Alm. Kamil** dan **Alm. Mudakiir**, Nenek **Almh. Hj. Gamara** dan **Hunaya**, Kemudian saudara penulis yaitu Kakak **Dijha Amelia Putri**, dan adik-adik penulis yaitu **Wandy Anugerah, Nindy Astarina Kamil**, dan **Nizam Widya Rasmin**, serta Keluarga Besar Kamil yang selalu memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang yang melimpah dan tak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penulisan dan penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan lancar dan baik tanpa adanya bantuan, dukungan, dorongan, motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan penuh ketulusan dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta jajarannya.
3. Bapak **Dr. Firman, S.Si., M.Si.** selaku Ketua Departemen Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya, serta Ibu **Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.** selaku Ketua Program Studi Ilmu Aktuaria.
4. Ibu **Ainun Mawaddah Abdal, S.Si., M.Si.** selaku dosen pembimbing utama penulis yang selalu senantiasa penuh dengan kesabaran, ketulusan, dan keikhlasan dalam meluangkan banyak waktu di tengah kesibukan dan prioritasnya untuk membimbing dan memberikan masukan serta motivasi dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak **Dr. Andi Muhammad Anwar, S.Si., M.Si.** selaku dosen penguji pertama sekaligus dosen Penasehat Akademik yang selalu dengan sabar meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan motivasi pada penulis, serta ibu **Illuminata Wynnies, S.Si., M.Si.** selaku dosen penguji kedua yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
6. **Bapak/Ibu Dosen Program Studi Ilmu Aktuaria** yang telah mendidik dan memberikan ilmunya kepada penulis selama proses perkuliahan. Serta **Staf**

- dan Departemen Matematika** yang telah membantu dalam proses administrasi.
7. Sahabat sekaligus mentor penulis **Satria** dan **Rama** yang telah memberikan banyak bantuan, saran, dan motivasi dalam proses pengerjaan skripsi ini.
 8. Sahabat-sahabat seperjuangan penulis **Yefan, Unnu, Nunu, Nunung, Yudith, Ainiyyah,** dan **Fathul** yang telah kebersamai penulis dari awal perkuliahan dan selalu membantu penulis dalam banyak hal hingga penulis bisa sampai pada titik ini.
 9. Kumpulan orang-orang baik sekaligus sahabat traveling **Desril, Tilla, Rojil, Gary,** dan **Brilliant** yang sudah kebersamai penulis dalam masa-masa sulit.
 10. Teman-teman seperjuangan **Ilmu Aktuaria 2020** yang penulis tidak bisa sebut satu persatu yang sudah menjadi bagian dari keluarga bagi penulis dilingkungan perkuliahan dan banyak memberikan bantuan kepada penulis.
 11. Teman-teman **KKNT 111 Universitas Hasanuddin Kabupaten Sinjai Kecamatan Sinjai Timur Khususnya Teman-teman Posko 1** yang telah memberikan banyak dukungan kepada penulis untuk melewati perjalanan kuliah kerja nyata sehingga penulis bisa sampai titik ini.
 12. Dan yang terakhir, terima kasih kepada diri sendiri karena telah berjuang keras dan tetap bertahan sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan dan tidak pernah menyerah. Terima kasih sudah berusaha sebaik mungkin dan tidak pernah lelah mencoba. Tetaplah berbahagia dimanapun berada, ini adalah pencapaian yang patut dibanggakan oleh diri sendiri.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan menerima kritik dan saran yang membangun untuk kedepannya penulis bisa lebih baik lagi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya, terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan

Akhir kata semoga seluruh pihak yang telah membantu penulis dapat di berikan berkat dan manfaat kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, saya Anang, saya pamin.

Penulis,



Anang Permana Kamil

ABSTRAK

Anang Permana Kamil. **Perbandingan Metode *Illinois* dan Prospektif Dalam Menentukan Cadangan Premi Pada Asuransi Jiwa Dengan Suku Bunga *Vasicek*** (dibimbing oleh Ainun Mawaddah Abdal, S.Si., M.Si.).

Latar Belakang. Industri asuransi jiwa terus berkembang seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan risiko kematian dan perlunya perlindungan finansial. Namun, risiko finansial seperti gagal bayar tetap menjadi tantangan besar bagi perusahaan asuransi jiwa. Penentuan cadangan premi yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa perusahaan memiliki dana yang cukup untuk memenuhi kewajibannya kepada pemegang polis di masa depan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil penerapan metode *Illinois* dan metode prospektif dalam menentukan cadangan premi pada asuransi jiwa dwiguna dengan suku bunga stokastik model *vasicek*. **Metode.** Penelitian ini menggunakan metode *illinois* dan prospektif dengan metode suku bunga *vasicek* dengan menggunakan data tingkat suku bunga tahunan dari rata-rata tingkat suku bunga bulanan Bank Indonesia periode 2016 hingga 2023, serta data Tabel Mortalitas Indonesia 2019. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Illinois* dengan suku bunga stokastik *vasicek* memberikan estimasi cadangan premi yang lebih realistis dibandingkan dengan metode prospektif. Metode *Illinois* memperhitungkan fluktuasi suku bunga yang lebih sesuai dengan kondisi pasar, sehingga dapat mengurangi risiko gagal bayar dan meningkatkan stabilitas keuangan perusahaan asuransi jiwa. **Kesimpulan.** Metode *Illinois* dengan suku bunga stokastik *vasicek* lebih unggul dalam memberikan estimasi cadangan premi yang akurat dan realistis dibandingkan metode prospektif, terutama untuk produk asuransi jiwa jangka panjang seperti asuransi jiwa dwiguna.

Kata kunci : cadangan premi; asuransi; suku bunga *vasicek*; *illinois*; prospektif

ABSTRACT

Anang Permana Kamil. **Comparison of Illinois and Prospective Methods in Determining Premium Reserves in Life Insurance with Vasicek Interest Rates** (dibimbing oleh Ainun Mawaddah Abdal, S.Si., M.Si.).

Background. The life insurance industry continues to grow along with the increasing public awareness of the risk of death and the need for financial protection. However, financial risks such as default remain a major challenge for life insurance companies. Proper determination of premium reserves is crucial to ensure that the company has sufficient funds to fulfill its obligations to policyholders in the future. **Objective.** This study aims to compare the results of the application of the Illinois method and the prospective method in determining premium reserves in endowment life insurance with the Vasicek model stochastic interest rate. **Methods.** This study uses the Illinois method and prospective with the Vasicek interest rate method using annual interest rate data from the average monthly interest rate of Bank Indonesia for the period 2016 to 2023, as well as the 2019 Indonesian Mortality Table data. **Results.** The results show that the Illinois method with Vasicek stochastic interest rates provides a more realistic estimate of premium reserves compared to the prospective method. The Illinois method takes into account interest rate fluctuations that are more in line with market conditions, thereby reducing the risk of default and increasing the financial stability of life insurance companies. **Conclusion.** The Illinois method with Vasicek stochastic interest rates is superior in providing accurate and realistic premium reserve estimates compared to the prospective method, especially for long-term life insurance products such as endowment life insurance.

Keywords: premium reserves; insurance; vasicek interest rate; illinois; prospective

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	3
1.3 Landasan Teori	3
1.3.1 Asuransi	3
1.3.2 Asuransi Jiwa	4
1.3.3 Jenis - Jenis Asuransi Jiwa	4
1.3.4 Unsur - Unsur Yang Menentukan Perhitungan Cadangan Premi	5
1.3.5 Suku Bunga Stokastik.....	8
1.3.6 Persamaan Diferensial Stokastik	8
1.3.7 Tingkat Suku Bunga Stokastik Model <i>Vasicek</i>	10

1.3.8 Estimasi parameter	12
1.3.9 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	12
1.3.10 Simbol-Simbol Komutasi	13
1.3.11 Anuitas	14
1.3.12 Model Perhitungan Premi Diskrit.....	15
1.3.13 Premi.....	16
1.3.14 Cadangan Premi	17
1.3.15 Metode Illinois	18
BAB II METODE PENELITIAN	20
2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian.....	20
2.2 Objek Penelitian.....	20
2.3 Jenis dan Sumber Data	20
2.4 Metode Pengumpulan Data	20
2.5 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
2.6 Metode Analisis Data	20
2.7 Alur Penelitian	22
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	23
3.1 Data Penelitian.....	23
3.2 Nilai Rata-Rata Suku Bunga Tahunan	23
3.3 Estimasi Parameter α dan β Model Vasicek	24
3.4 Prediksi Nilai Rata-Rata Suku Bunga Tahunan Model <i>Vasicek</i>	24
3.5 Faktor Diskonto Suku Bunga Stokastik.....	25
3.6 Nilai Komutasi.....	26
3.6.1 Menghitung Nilai Komutasi Dx , Suku Bunga <i>Vasicek</i>	26
3.6.2 Menghitung Nilai Komutasi Cx , Suku Bunga <i>Vasicek</i>	26
3.6.3 Menghitung Nilai Komutasi Nx , Suku Bunga <i>Vasicek</i>	27

3.6.4 Menghitung Nilai Komutasi M_x , Suku Bunga <i>Vasicek</i>	28
3.7 Menghitung Nilai Anuitas Awal Hidup Berjangka dan Nilai Premi Tunggal.....	28
3.8 Menghitung Premi Bersih Asuransi Jiwa Dwiguna	29
3.9 Menghitung Cadangan Premi Tahunan Dengan Metode Prospektif	30
3.10 Menghitung Anuitas Ditunda	34
3.11 Menghitung Cadangan Premi Metode <i>Illinois</i>	35
3.12 Pembahasan.....	40
BAB IV KESIMPULAN	43
4.1 Kesimpulan	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Kriteria Nilai MAPE	13
Tabel 3.1 Data Pemegang Polis.....	23
Tabel 3.2 Nilai Rata-Rata Suku Bunga Tahunan	23
Tabel 3.3 Hasil Estimasi Parameter	24
Tabel 3.4 Hasil Peramalan Bunga Vasicek.....	25
Tabel 3.5 Faktor Diskonto Vasicek	25
Tabel 3.6 Hasil Perhitungan D_x	26
Tabel 3.7 Hasil Perhitungan C_x	27
Tabel 3.8 Hasil Perhitungan N_x	27
Tabel 3.9 Hasil Perhitungan M_x	28
Tabel 3.10 Nilai $\ddot{a}_{x:\overline{n} }$ dan $Ax:\overline{n} $	29
Tabel 3.11 Premi Bersih Tahunan	30
Tabel 3.12 Cadangan premi prospektif berjangka 25 tahun dengan usia interval 5 tahun yaitu 25-29 tahun.	30
Tabel 3.13 Cadangan premi prospektif berjangka 25 tahun dengan usia interval 5 tahun yaitu 30-34 tahun.	31
Tabel 3.14 Cadangan premi prospektif berjangka 25 tahun dengan usia interval 5 tahun yaitu 35-39 tahun.	33
Tabel 3.15 Anuitas ditunda dengan usia interval 5 tahun yaitu 25-29 tahun, 30-34 tahun, dan 35-39 tahun.	34
Tabel 3.16 Premi Modifikasi β^l	35
Tabel 3.17 Premi Modifikasi α^l	36
Tabel 3.18 Cadangan Premi Metode Illinois berjangka 25 tahun dengan usia interval 5 tahun yaitu 25-29 tahun.	36
Tabel 3.19 Cadangan Premi Metode Illinois berjangka 25 tahun dengan usia interval 5 tahun yaitu 30-34 tahun.	38
Tabel 3.20 Cadangan Premi Metode Illinois berjangka 25 tahun dengan usia interval 5 tahun yaitu 35-39 tahun.	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Alur Penelitian	22
Gambar 3.1 Nilai Perbandingan Cadangan Premi Metode Prospektif dan Illinois	41
Gambar 3.2 Nilai Perbandingan Cadangan Premi Metode Prospektif dan Illinois	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tabel Mortalitas Indonesia IV 2019	47
Lampiran 2. Estimasi Parameter yang diperoleh di Jupiter Notebook.....	50
Lampiran 3. Hasil Forecasting	50
Lampiran 4. Faktor Diskonto.....	51
Lampiran 5. Tabel Komutasi Dx dan Cx	54
Lampiran 6. Tabel Komutasi Nx dan Mx	57
Lampiran 7 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 25 Tahun.....	60
Lampiran 8 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 26 Tahun.....	61
Lampiran 9 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 27 Tahun.....	62
Lampiran 10 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 28 Tahun.....	62
Lampiran 11 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 29 Tahun.....	63
Lampiran 12. Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 30 Tahun.....	64
Lampiran 13 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 31 Tahun.....	65
Lampiran 14 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 32 Tahun.....	66
Lampiran 15 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 33 Tahun.....	66
Lampiran 16 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 34 Tahun.....	67
Lampiran 17 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 35 Tahun.....	68
Lampiran 18 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax: \bar{n} $ dan $ax: \bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 36 Tahun.....	69

Lampiran 19 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax:\bar{n} $ dan $ax:\bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 37 Tahun.....	70
Lampiran 20 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax:\bar{n} $ dan $ax:\bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 38 Tahun.....	70
Lampiran 21 Tabel Premi Tunggal Berjangka 25 Tahun $Ax:\bar{n} $ dan $ax:\bar{n} $ Anuitas Awal Hidup Berjangka 25 Tahun Dengan Usia 39 Tahun.....	71
Lampiran 22 Premi Bersih Tahunan Interval usia 25-29, 30-34, dan 35-39 Tahun.....	72
Lampiran 23 Tabel Nilai Anuitas Awal Hidup Berjangka 20 tahun Metode Illinois Usia 25-29 Tahun.....	73
Lampiran 24. Tabel Nilai Anuitas Awal Hidup Berjangka 20 tahun Metode Illinois Usia 30-34 Tahun.....	75
Lampiran 25 Tabel Nilai Anuitas Awal Hidup Berjangka 20 tahun Metode Illinois Usia 35-39 Tahun.....	77
Lampiran 26 Anuitas Ditunda Usia 25-29 Tahun.....	79
Lampiran 27. Anuitas Ditunda Usia 30-34 Tahun.....	81
Lampiran 28 Anuitas Ditunda Usia 35-39 Tahun.....	83
Lampiran 29 Premi Bersih βI Interval usia 25-29, 30-34, dan 35-39 Tahun.....	84
Lampiran 30 Premi Bersih αI Interval usia 25-29, 30-34, dan 35-39 Tahun.....	85
Lampiran 31 Nilai Cadangan Premi Metode Prospektif Interval Usia 25-29 Tahun.....	85
Lampiran 32 Nilai Cadangan Premi Metode Prospektif Interval Usia 30-34 Tahun.....	87
Lampiran 33 Nilai Cadangan Premi Metode Prospektif Interval Usia 35-39 Tahun.....	88
Lampiran 34 Nilai Cadangan Premi Metode Illinois Interval Usia 25-29 Tahun.....	90
Lampiran 35 Nilai Cadangan Premi Metode Illinois Interval Usia 30-34 Tahun.....	91
Lampiran 36 Nilai Cadangan Premi Metode Illinois Interval Usia 35-39 Tahun.....	93
Lampiran 37 Nilai Perbandingan Cadangan Premi Metode Prospektif dan Illinois Laki-laki untuk interval usia 30-34.....	95
Lampiran 38 Nilai Perbandingan Cadangan Premi Metode Prospektif dan Illinois Laki-laki untuk interval usia 35-39.....	95
Lampiran 39 Nilai Perbandingan Cadangan Premi Metode Prospektif dan Illinois Perempuan untuk interval usia 30-34.....	96
Lampiran 40 Nilai Perbandingan Cadangan Premi Metode Prospektif dan Illinois Perempuan untuk interval usia 35-39.....	96

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan
x	Usia pemegang polis
t	Periode polis
n	Jangka waktu asuransi
l_x	Jumlah banyaknya orang yang hidup pada usia x tahun yang masih hidup satu tahun kedepan
p_x	Peluang seseorang yang hidup pada usia x tahun yang akan hidup satu tahun kedepan
q_x	Peluang seseorang yang meninggal pada usia x tahun yang akan meninggal satu tahun kedepan
V^n	Nilai sekarang (<i>present value</i>) atau faktor diskonto
$dr(t)$	Diferensial stokastik
$r(t)$	Suku bunga <i>short rate</i>
$E(r(t))$	Nilai ekspektasi suku bunga <i>vasicek</i>
$Var[r(t)]$	Nilai variansi suku bunga <i>vasicek</i>
α	Tingkat suku bunga jangka panjang
β	Kecepatan penyesuaian yang menunjukkan seberapa cepat suku bunga kembali ke tingkat rata-rata α
σ	Nilai standar deviasi dari perubahan suku bunga
D_x	Nilai Sekarang dari anuitas seumur hidup untuk seseorang berusia x
C_x	Nilai sekarang dari pembayaran tunggal yang dilakukan pada akhir tahun hidup seseorang berusia x
N_x	Akumulasi nilai D_x dari usia x hingga yang lebih tua
M_x	Akumulasi nilai C_x dari usia x hingga yang lebih tua

$\ddot{a}_{x:\overline{n} }$	Anuitas awal hidup berjangka n tahun
${}_{n t}\ddot{a}_x$	Nilai anuitas awal hidup berjangka yang di tunda sampai t untuk seseorang yang hidup berusia x tahun
$A^1_{x:\overline{n} }$	Nilai premi tunggal asuransi jiwa berjangka n tahun
${}_nE_x$	Nilai premi asuransi jiwa dwiguna murni
$A_{x:\overline{n} }$	Nilai premi jiwa dwiguna berjangka n tahun
$P(A_{x:\overline{n} })$	Premi bersih tahunan asuransi jiwa dwiguna tahunan n tahun
${}_tV(A_{x:\overline{n} })$	Cadangan prospektif asuransi jiwa dwiguna berjangka n tahun
$A_{x+t:\overline{n-t} }$	Premi tunggal seseorang berusia x tahun yang jangka pertanggungn n tahun sampai cadangan ke t tahun
$\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t} }$	Anuitas awal hidup berjangka n seseorang berusia x tahun untuk anuitas awal ke t periode
α^I	Premi bersih pembayaran tahun pertama metode <i>Illinois</i>
β^I	Premi bersih untuk 19 kali pembayaran berikutnya metode <i>Illinois</i>
y^I	Premi bersih yang dipengaruhi operasional perusahaan asuransi
${}_tV^{(I)}(A_{x:\overline{n} })$	Cadangan <i>Illinois</i> asuransi jiwa dwiguna berjangka n tahun

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan zaman sekarang, manusia berupaya mencari perlindungan untuk menghadapi berbagai kemungkinan yang mungkin terjadi di masa depan, seperti kecelakaan, kematian, bencana alam, kerugian, dan berbagai risiko lainnya (Anisa, et al, 2024). Namun, risiko kematian adalah sesuatu yang pasti akan dihadapi oleh manusia. Oleh karena itu, industri asuransi terus berkembang, didorong oleh meningkatnya kesadaran masyarakat Indonesia tentang kemungkinan terjadinya risiko kematian yang dapat datang saja tanpa diketahui kapan terjadi (Heri, 2016). Dalam perkembangan industri perusahaan asuransi untuk memperkecil risiko finansial dimasa depan, perusahaan asuransi jiwa sangat cocok untuk memberikan proteksi dari risiko finansial karena perusahaan asuransi jiwa memberikan jasa dalam penanggulangan risiko yang dikaitkan dengan hidup atau meninggalnya seseorang yang dipertanggungkan.

Dalam masa asuransi tertanggung wajib membayar besaran premi kepada penanggung, begitu juga sebaliknya penanggung wajib membayar besaran klaim. Namun dalam menjalankan kewajiban kepada pemegang polis perusahaan asuransi jiwa sering menghadapi berbagai risiko finansial, seperti gagal bayar yang mengakibatkan perusahaan bangkrut. Tercatat 10 tahun terakhir enam perusahaan asuransi jiwa yang mengalami kasus gagal bayar yaitu Bakrie Life, PT Asuransi Jiwa Bumi Asih Jaya, Jiwasraya, AJB Bumiputera 1912, Kresna Life, dan Wanaartha Life (Puspadini, 2023). Oleh karena itu, perusahaan asuransi jiwa harus mampu dalam mengelola risiko finansial dengan memperhatikan aspek penentuan cadangan premi yang tepat dan memadai. Dengan demikian, cadangan premi berfungsi untuk memastikan bahwa perusahaan memiliki dana yang cukup untuk membayar klaim dan manfaat kepada pemegang polis di masa depan. Oleh karena itu, perusahaan asuransi jiwa perlu menerapkan strategi perhitungan cadangan premi agar kewajiban perusahaan terpenuhi di masa depan.

Pada perusahaan asuransi jiwa terdapat beberapa jenis asuransi jiwa yaitu asuransi jiwa berjangka, asuransi jiwa seumur hidup, asuransi jiwa dwiguna, dan asuransi jiwa unit link. Namun, pada pembahasan kali ini akan berfokus pada asuransi jiwa dwiguna. Asuransi jiwa dwiguna (*endowment indurance*) adalah salah satu jenis asuransi jiwa yang memberikan jaminan pembayaran manfaat kepada ahli waris tertanggung jika tertanggung meninggal dunia selama masa berlaku polis. Selain itu, asuransi ini juga menjanjikan pembayaran manfaat kepada tertanggung apabila ia masih hidup hingga akhir masa kontrak asuransi (Medikasari, 2020).

Dalam menentukan cadangan premi untuk asuransi jiwa dwiguna, perusahaan asuransi jiwa perlu mempertimbangkan faktor suku bunga. Pada praktiknya, suku bunga tidak bersifat deterministik atau tetap, melainkan tingkat suku bunga mengalami perubahan dari waktu ke waktu, perubahan tersebut dikarenakan berbagai faktor di

antaranya pertumbuhan ekonomi dan inflasi. Maka, diperlukannya tingkat suku bunga yang bersifat fluktuatif untuk menentukan cadangan premi.

Menentukan tingkat suku bunga bersifat fluktuatif atau acak diantaranya adalah metode stokastik model *vasicek*. Hingga awal 1990-an, model-model tingkat suku bunga stokastik telah banyak diperkenalkan. Salah satunya adalah model *vasicek* yang diperkenalkan oleh Oldrich pada tahun 1977. Model ini merupakan model matematika yang menggambarkan evolusi tingkat suku bunga termaksud dalam persamaan diferensial stokastik, yang mampu menjelaskan fluktuasi suku bunga sesaat (*short-rate*) dari yield obligasi sepanjang masa obligasi tersebut (Manullang, 2012). Perhitungan cadangan premi terbagi dua jenis metode yaitu, metode prospektif dan metode retrospektif. Namun, dalam penelitian ini akan menggunakan metode prospektif dan metode *Illinois*.

Cadangan prospektif adalah perhitungan cadangan yang didasarkan pada estimasi masa depan. Artinya perhitungan nilai cadangan dilakukan dengan menghitung nilai sekarang dari semua pengeluaran yang akan terjadi dimasa depan, kemudian dikurangi dengan nilai sekarang dari total pendapatan yang diharapkan di masa depan setiap tertanggung (Futami, 1993). Namun, perhitungan cadangan prospektif sering kali mengasumsikan suku bunga yang tetap atau deterministik. Cadangan *Illinois* memperluas konsep cadangan prospektif dengan memperhitungkan sifat stokastik atau acak dari suku bunga. Dalam cadangan *Illinois*, nilai tunai aktuarial dihitung dengan mendiskontokan arus kas masa depan menggunakan suku bunga stokastik, yang berarti suku bunga diasumsikan dapat berubah-ubah sesuai model stokastik tertentu, seperti model *Vasicek*. Dengan menghitung sifat stokastik suku bunga, cadangan *Illinois* dapat memberikan estimasi cadangan premi yang lebih akurat dan realistis terutama untuk produk asuransi jangka panjang seperti asuransi jiwa dwiguna

Metode *Illinois* menggunakan prinsip nilai harapan (*expected value*), untuk mempertimbangkan sifat stokastik atau acak dari suku bunga (Damiano Brigo, 2007). Pada penelitian sebelumnya, perhitungan cadangan premi menggunakan metode *Illinois* masih mengasumsikan tingkat suku bunga yang tetap atau konstan. Namun pada kenyataannya, pembayaran premi dan pembayaran manfaat tunai pada produk asuransi jiwa merupakan kewajiban jangka panjang. Artinya, tingkat suku bunga tidak akan selalu konstan melainkan dapat berubah-ubah seiring waktu karena dipengaruhi oleh berbagai faktor dan perubahannya sulit diprediksi. Selain itu, perhitungan nilai tunai aktuarial dan besaran premi pada metode *Illinois* juga dipengaruhi oleh tabel mortalitas atau data kematian yang digunakan sebagai acuan dalam mengestimasi peluang hidup dan peluang kematian tertanggung.

Pada penelitian ini memiliki rumusan masalah yaitu bagaimana hasil penerapan metode *Illinois* dengan suku bunga stokastik model *vasicek* untuk menentukan cadangan premi pada asuransi jiwa dwiguna berjangka 25 tahun? Dan bagaimana hasil perbandingan nilai cadangan premi metode prospektif dan metode *Illinois* pada asuransi jiwa dwiguna berjangka 25 tahun? Disamping itu, penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yaitu data tingkat suku bunga tahunan dari rata-rata tingkat suku bunga bulanan Bank Indonesia periode 2016 hingga 2023, Santunan Konstan untuk setiap usia

sebesar Rp.100.000.000, waktu pertanggung dibatasi selama 25 tahun, perhitungan tertanggung menggunakan kalsifikasi interval usia 5 tahun dengan usia 25-29, 30-34 dan 35-39 tahun. Serta data yang digunakan dalam perhitungan ini adalah data TMI 2019 (Tabel Mortalitas 2019) di mana data ini mencakup jumlah orang untuk setiap usia, jenis kelamin, peluang hidup, dan peluang kematian setiap usia dan gender.

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam menentukan cadangan premi asuransi menggunakan metode *Illinois* dengan tingkat suku bunga stokastik. Penggunaan metode *Illinois* dengan mempertimbangkan sifat stokastik diharapkan dapat memberikan estimasi cadangan premi yang lebih akurat dan realistis, terutama untuk produk asuransi jangka panjang seperti asuransi jiwa dwiguna. Oleh karena itu, peneliti tertarik melakukan penelitian tentang perhitungan cadangan premi dengan judul "**Perbandingan Metode *Illinois* dan Prospektif Dalam Menentukan Cadangan Premi Pada Asuransi Jiwa Dengan Suku Bunga *Vasicek***". Pada penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode perhitungan cadangan premi yang lebih andal dan sesuai dengan kondisi pasar serta regulasi yang berlaku di industri asuransi.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai cadangan premi dengan tingkat suku bunga stokastik model *vasicek* pada asuransi jiwa dwiguna yang dihitung menggunakan metode *Illinois*.

Hasil penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat untuk berbagai pihak seperti bagi penulis, sebagai media untuk memaparkan ilmu yang didapatkan saat perkuliahan dan dapat menambah pengetahuan tentang perhitungan cadangan premi, khususnya dalam matematika aktuaria. Bagi pembaca penelitian ini bisa menjadi referensi tambahan dalam menentukan cadangan premi menggunakan metode *Illinois* dengan tingkat suku bunga *vasicek*, serta diharapkan juga penelitian ini bisa bermanfaat untuk perusahaan asuransi dalam menentukan besaran cadangan premi asuransi jiwa dwiguna berjangka 25 tahun.

1.3 Landasan Teori

1.3.1 Asuransi

Asuransi adalah sebuah perjanjian antara dua pihak, yaitu pihak penanggung (perusahaan asuransi) dan pihak tertanggung (nasabah/pemegang polis). Dalam perjanjian ini, pihak penanggung memberikan jaminan atas risiko tertentu kepada pihak tertanggung dengan membayar premi secara berkala. Dengan membayar premi, pemegang polis mendapatkan perlindungan dari risiko keuangan yang mungkin terjadi di masa depan.

Asuransi menurut undang-undang tentang usaha perasuransian

undang-undang Republik Indonesia No.2 Tahun 1992 sebagai berikut:

“Asuransi atau pertanggungan adalah perjanjian antara dua pihak atau lebih, dengan mana pihak penanggung mengingatkan diri kepada tertanggung, dengan menerima premi asuransi, untuk memberikan penggantian kepada tertanggung karena kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang tidak pasti, atau untuk memberikan suatu pembayaran yang didasarkan atas meninggal atau hidupnya seseorang yang dipertanggungkan.”

Asuransi menurut (Otoritas Jasa Keuangan, 2012) merupakan perjanjian antara perusahaan asuransi (penanggung) dan pemegang polis (tertanggung) di mana tertanggung membayarkan sejumlah premi untuk mendapatkan pertanggungan atas risiko kerusakan, tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin diderita oleh tertanggung, menerima pembayaran yang didasarkan pada meninggal atau hidupnya tertanggung dengan manfaat yang besarnya telah ditetapkan dan/ atau didasarkan pada hasil pengelolaan dana.

1.3.2 Asuransi Jiwa

Menurut Safir Senduk, asuransi jiwa adalah janji perusahaan asuransi kepada nasabahnya bahwa apabila nasabah mengalami risiko kematian dalam hidupnya, perusahaan asuransi akan memberikan santunan dalam jumlah tertentu. Dengan mengambil asuransi jiwa, pihak yang ditinggalkan mengalami kesulitan dalam membayar biaya hidup.

1.3.3 Jenis - Jenis Asuransi Jiwa

- 1) Asuransi Jiwa Berjangka (*term life insurance*)
Asuransi jiwa berjangka merupakan jenis asuransi yang memberikan perlindungan kepada tertanggung selama jangka waktu tertentu, dan akan dibayarkan sejumlah uang pertanggungan kepada ahli waris apabila tertanggung meninggal pada jangka waktu polis berlangsung.
- 2) Asuransi Jiwa Seumur Hidup (*whole life*)
Asuransi jiwa seumur hidup adalah jenis asuransi yang menawarkan pertanggungan jiwa bagi tertanggung sepanjang hidup mereka. Dalam asuransi ini, tertanggung mendapatkan jaminan bahwa mereka akan selalu tetap dilindungi tanpa batasan usia, serta premi yang dibayarkan tetap sama setiap tahunnya dan tidak akan mengalami peningkatan meskipun usia tertanggung bertambah (Soetiono, 2016).
- 3) Asuransi Jiwa Dwiguna (*Endowment Life Insurance*)
Asuransi jiwa dwiguna adalah gabungan antara asuransi jiwa berjangka (*term life insurance*) dan asuransi jiwa Seumur hidup (*Whole life*). Asuransi jiwa dwiguna memberikan perlindungan terhadap risiko kematian dan memberikan santunan jika tertanggung meninggal dunia selama masa asuransi. Serta memberikan manfaat nilai tunai dan bonus jika tertanggung tetap/masih hidup sampai akhir periode.

Asuransi ini sangat cocok untuk di usia yang produktif, baik untuk tabungan masa depan atau persiapan tabungan dana pensiun. Karena jenis asuransi ini memberikan kepastian nilai tunai yang nilainya sesuai dengan kesepakatan awal

dan memberikan jaminan kepastian atas manfaat uang akan diterima pada waktu yang sudah ditentukan.

4) Asuransi Jiwa Unit Link

Asuransi jiwa unit link merupakan produk yang menggabungkan manfaat asuransi jiwa dengan investasi. Dalam asuransi ini, memberikan manfaat perlindungan jiwa terhadap jaminan finansial kepada keluarga tertanggung jika tertanggung meninggal dunia dan memberikan manfaat keuntungan investasi dalam berbagai macam investasi, seperti saham, obligasi, dan pasar uang. Nilai tunai asuransi ini akan berfluktuasi berdasarkan kinerja investasi.

1.3.4 Unsur - Unsur Yang Menentukan Perhitungan Cadangan Premi

1) Tabel Mortalitas

Tabel mortalitas merupakan tabel yang disusun berdasarkan data yang diperoleh sekelompok orang sebagai peserta asuransi dengan kondisi yang sama. Semua perhitungan premi, jumlah asuransi dan perhitungan lainnya pada tabel mortalitas atau secara sederhana disebut sebagai tabel kematian. Tabel mortalitas berisi peluang seseorang meninggal sesuai dengan umurnya (Sembiring, 1986). Daftar tabel kematian berguna untuk mengetahui besarnya klaim yang menyebabkan kerugian karena kematian, serta untuk meramalkan berapa lama usia rata-rata seseorang bisa bertahan hidup. Secara statistik, tabel kematian dapat dihitung menggunakan data matematis, sehingga tabel kematian dapat diartikan sebagai suatu tabel yang menunjukkan peluang meninggalnya anggota populasi dalam setiap kelompok umur.

Adapun daftar simbol tabel kematian yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

x = usia

l_x = jumlah yang hidup pada peluang x tahun yang masih hidup satu tahun kedepan

p_x = peluang seseorang yang hidup pada usia x tahun yang akan hidup satu tahun kedepan

q_x = peluang seseorang yang meninggal pada usia x tahun yang akan meninggal satu tahun kedepan

d_x = jumlah orang yang meninggal pada usia x hingga $x + 1$

Hubungan dasar yang digunakan untuk menyatakan jumlah orang yang meninggal antara usia x dan $x + 1$ disimbolkan dengan d_x dan dirumuskan sebagai berikut (Jordan, 1992):

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad (1.1)$$

Dan,

$$l_x = d_x + d_{x+1} + \dots + d_{x+t-1} + d_{x+t} \quad (1.2)$$

Peluang seseorang yang hidup pada usia x dan akan bertahan hidup hingga sampai usia $x + 1$ disimbolkan p_x dan dirumuskan sebagai berikut:

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x} \quad (1.3)$$

Peluang seseorang yang meninggal pada usia x dan akan meninggal pada usia $x + 1$ disimbolkan q_x dan dirumuskan sebagai berikut:

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} \quad (1.4)$$

a) Peluang Hidup

Peluang kemungkinan seseorang yang berusia x masih hidup paling sedikit t tahun disimbolkan dengan ${}_t p_x$ dan dirumuskan sebagai berikut:

$${}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x} \quad (1.5)$$

b) Peluang Kematian

Peluang kemungkinan seseorang yang berusia x meninggal paling sedikit t tahun disimbolkan dengan ${}_t q_x$ dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} {}_t q_x &= 1 - {}_t p_x \\ &= 1 - \frac{l_{x+t}}{l_x} \\ &= \frac{l_x - l_{x+n}}{l_x} \end{aligned} \quad (1.6)$$

2) Tingkat Suku Bunga

Dalam pembayaran premi konsep tingkat suku bunga merupakan sebagian dari keuntungan perusahaan karena di dalamnya unsur bunga ikut dihitung. Menurut (Dermawi, 2016) semua polis asuransi jiwa mengharuskan pembayaran premi di muka, yaitu sebelum asuransi menjadi efektif. Karena pembayaran premi mulai pada awal kontrak dan manfaat (*benefit*) baru akan dibayar dimasa datang maka premi itu harus dihitung bunganya. Untuk perhitungan bunga manajemen keuangan telah menyediakan teknik perhitungan bunga-berbunga (*compound Interest*) dan diskonto.

Menurut (Oktaviani, 2018) pada saat bertanggung 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.

Secara umum tingkat suku bunga merupakan harga atau keuntungan yang diberikan kepada investor dari penggunaan dana investasi atas dasar perhitungan nilai ekonomis dalam periode waktu tertentu. Tingkat suku bunga secara umum dibagi menjadi dua yaitu bunga sederhana dan bunga majemuk.

a) Suku Bunga Sederhana

Suku bunga sederhana adalah perhitungan yang berdasarkan jumlah pokok premi atau investasi awal yang tidak berubah selama periode waktu tertentu. Adapun rumus bunga sederhana sebagai berikut:

$$I = P \cdot n \cdot i \quad (1.7)$$

Setelah n tahun total investasi:

$$S = P + I$$

$$S(n) = P(1 + n \cdot i) \quad (1.8)$$

di mana:

I = jumlah bunga

P = nilai premi awal

i = tingkat suku bunga per periode

n = jumlah periode (tahun)

b) Suku Bunga Majemuk

Suku bunga majemuk adalah perhitungan bunga dimana bunga yang diperoleh setiap periode ditambahkan ke pokok premi atau investasi awal, sehingga pokok tersebut bertambah dan menghasilkan bunga yang lebih besar dari periode sebelumnya.

$$S = P + (Pi) = P + Pi$$

$$S = P(1 + i) \quad (1.9)$$

Setelah n tahun maka jumlah besar pokok ditambah dengan nilai bunga sehingga menjadi:

$$S(n) = P(1 + i)^n \quad (1.10)$$

Memasuki tahun kedua tentu jumlah bunga dan besaran pokok tahun pertama ditambah dengan besaran bunga tahun kedua karena memasuki periode kedua besaran bunga tentu berbeda dengan periode awal, sehingga menjadi:

$$S(2) = P(1 + i) + iP(1 + i) = (1 + i)[P + Pi]$$

$$S(2) = P(1 + i)(1 + i) \quad (1.11)$$

$$S(2) = P(1 + i)^2$$

Tingkat suku bunga (i) adalah rasio antara jumlah bunga yang diperoleh selama periode tertentu dan nilai pokok pada awal periode tersebut. Nilai sekarang adalah investasi sebesar 1 yang akan terakumulasi menjadi $(i + 1)$ pada akhir periode pertama, nilai sekarang pada periode n juga dapat disebut sebagai faktor diskonto yang dinotasikan V^n (Dwi Ayu Lestari, 2018), yaitu:

Untuk suku bunga *vasicek*

$$V^n = \prod_{t=1}^n \frac{1}{(1 + i_t)} \quad (1.12)$$

3) *Loading*

Loading adalah kontribusi biaya yang dibebankan kepada peserta asuransi untuk biaya operasional perusahaan asuransi. dalam praktiknya besaran *loading* yang dibebankan kepada peserta asuransi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti usia tertanggung, riwayat kesehatan tertanggung, serta jumlah pertanggung.

1.3.5 Suku Bunga Stokastik

Dalam penentuan cadangan premi sering kali menggunakan suku bunga deterministik atau tetap. Namun, seperti yang diketahui suku bunga selalu berubah-ubah maka metode suku bunga stokastik sangat cocok digunakan karena merujuk pada model yang menggambarkan pergerakan suku bunga acak di waktu mendatang. Menurut Hull (2006), model suku bunga stokastik memungkinkan analisis yang lebih realistis dibandingkan suku bunga tetap karena mereka mempertimbangkan fluktuasi dan ketidakpastian pasar yang sesungguhnya.

1.3.6 Persamaan Diferensial Stokastik

Proses stokastik adalah himpunan variabel random $\{X(t), t \in T\}$ dengan nilai $t \in T$ menyatakan waktu dan $X(t)$ menyatakan proses pada waktu t .

Definisi proses stokastik $\{W(t), t \geq 0\}$ dengan $W(t)$ sebagai variabel acak disebut gerak Brown *drift* μ jika:

1. $W(0) = 0$
2. $\{X(t), t \geq 0\}$ kenaikan stasioner dan kenaikan *independent*.

3. $W(t)$ berdistribusi normal dengan mean μt dan variansi t .

Misalkan $W(t)$ adalah suatu proses Wiener, dengan fungsi persamaan diferensial stokastik $\mu(r(t), t)$ suku *drift* dan $\sigma(r(t), t)$ suku difusi, serta $\{r(t), t \geq 0\}$ adalah suatu proses stokastik, maka.

$$dr(t) = \mu(r(t), t)dt + \sigma(r(t), t)dW(t) \quad (1.13)$$

Jadi, persamaan diferensial stokastik dapat diselesaikan sebagai berikut:

$$r(t) = r_0 + \int_0^t \mu(r(s), s)ds + \int_0^t \sigma(r(s), s)ds \quad (1.14)$$

Dengan r_0 adalah nilai awal dari titik r pada saat $t = 0$.

Integral ito digunakan untuk mengintegalkan proses stokastik yang memiliki valibilitas acak, seperti gerak brown (Kiyoshi ito 1944). Dalam perhitungan ini integral ito digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial stokastik guna mendapatkan nilai harapan dan variasi dalam Tingkat suku bunga stokastik model *Vasicek*.

Integral ito $\int_0^T r(t)dW(t)$ dari proses sederhana didefinisikan sebagai (Meylita Sari 2018):

$$\int_0^T r(t)dW(t) = \sum_{i=0}^{n-1} r_i [W(t_{i+1}) - W(t_i)] \quad (1.15)$$

Adapun sifat-sifat dari integral ito untuk proses sederhana adalah (Meylita Sari 2018):

1. Linier

Jika $r(t)$ dan $Y(t)$ merupakan proses sederhana dan a, b adalah konstan maka:

$$\int_0^T (\alpha r(t) + bY(t))dW(t) = \alpha \int_0^T r(t)dW(t) + b \int_0^T Y(t)dW(t) \quad (1.16)$$

2. Ekspektasi dari integral ito adalah nol, yaitu:

$$E \left[\int_0^T r(t) dW(t) \right] = 0 \quad (1.17)$$

3. Integral stokastik ito memenuhi sifat isometris, yaitu:

$$E \left[\left(\int_0^T r(t) dW(t) \right)^2 \right] = \int_0^T E [r^2(t)] dt \quad (1.18)$$

1.3.7 Tingkat Suku Bunga Stokastik Model Vasicek

Dalam penentuan cadangan premi sering kali mengasumsikan suku bunga konstan. Namun, seperti yang diketahui suku bunga selalu berubah-ubah maka metode suku bunga stokastik sangat cocok digunakan karena merujuk pada model yang menggambarkan pergerakan suku bunga acak di waktu mendatang. Menurut (Hull, 2006), model suku bunga stokastik memungkinkan analisis yang lebih realistis dibandingkan suku bunga tetap karena mereka mempertimbangkan fluktuasi dan ketidakpastian pasar yang sesungguhnya.

Model *Vasicek* menggambarkan bunga yang fluktuatif dan mampu memodelkan fluktuasi tingkat bunga serta memprediksi tingkat bunga di masa depan dengan melihat pergerakan tingkat bunga sebelumnya. Model *Vasicek* mengikuti proses Ornstein-Uhlenbeck, yang merupakan proses stokastik digunakan untuk memodelkan data finansial yang cenderung kembali ke nilai rata-ratanya (mean reversion). Proses Ornstein-Uhlenbeck juga dikenal sebagai proses Wiener atau gerak Brown. (Mediakasari, 2020).

Persamaan diferensial stokastik model *Vasicek* memiliki model sebagai berikut:

$$dr(t) = \alpha(\beta - r(t))dt + \sigma dW(t) \quad (1.19)$$

Persamaan diferensial stokastik pada (1.19) dapat diselesaikan dengan melakukan penyelesaian persamaan diferensial linear homogen dengan koefisien konstan yaitu dengan memisalkan

$$y(t) = r(t)e^{\alpha t} \quad (1.20)$$

Persamaan (1.20) di turunkan terhadap t , maka:

$$dy(t) = e^{\alpha t} dr(t) + \alpha e^{\alpha t} r(t) dt. \quad (1.21)$$

Substitusikan persamaan (1.19) ke dalam persamaan (1.21)

$$dy(t) = e^{\alpha t} \left(\alpha(\beta - r(t))dt + \sigma dW(t) \right) + \alpha e^{\alpha t} r(t)dt,$$

$$dy(t) = \alpha\beta e^{\alpha t} dt + \sigma e^{\alpha t} dW(t),$$

Kemudian integral kan kedua ruas, dengan menggunakan sifat integral ito (1.16) diperoleh:

$$\int_0^t dy(t) = \int_0^t \alpha\beta e^{\alpha s} ds + \int_0^t \sigma e^{\alpha s} dW(s),$$

$$y(t) - y(0) = (\beta e^{\alpha t} - \beta) + \int_0^t \sigma e^{\alpha s} dW(s).$$

Berdasarkan persamaan (1.22) dan $y(0) = r(0)$ sehingga persamaan (1.23) menjadi

$$r(t)e^{\alpha t} - r(0) = \beta(e^{\alpha t} - 1) + \sigma \int_0^t e^{\alpha s} dW(s),$$

$$r(t)e^{\alpha t} = r(0) + \beta(e^{\alpha t} - 1) + \sigma \int_0^t e^{\alpha s} dW(s),$$

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

$$r(t) = r(0)e^{-\alpha t} + \beta(1 - e^{-\alpha t}) + \sigma e^{-\alpha t} \int_0^t e^{\alpha s} dW(s).$$

Berdasarkan persamaan (1.23) maka untuk ekspektasinya sebagai berikut:

$$E[r(t)] = E[r(0)e^{-\alpha t}] + E[1 - e^{-\alpha t}] + E[\sigma \int_0^t e^{\alpha s} dW(s)] \quad (1.24)$$

Dengan mengikuti sifat ekspektasi di mana $E[k] = k$, dengan k adalah nilai konstanta dan menggunakan sifat integra ito, maka berlaku persamaan (1.17). Oleh karena itu, persamaan ekspektasinya adalah sebagai berikut:

$$E(r(t)) = r(0)e^{-\alpha t} + \beta(1 - e^{-\alpha t}) \quad (1.25)$$

Adapun untuk nilai variansi bunga *vasicek* adalah sebagai berikut:

$$Var[r(t)] = \frac{\sigma^2}{2\alpha} (1 - e^{-\alpha t}) \quad (1.26)$$

1.3.8 Estimasi parameter

Nilai awal dalam tahap estimasi parameter diperoleh melalui metode OLS (*Ordinary Least Square*). Metode OLS adalah teknik estimasi dalam statistika yang bertujuan untuk meminimalkan jumlah kuadrat dari eror. Maka dengan menggunakan metode OLS di peroleh estimator untuk α dan β sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{n^2 - 2n + 1 + \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - (n-1) \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t}}{(n^2 - 2n + 1 - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t}) \Delta t} \quad (1.27)$$

$$\beta = \frac{(n-1) \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} - \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t} \sum_{t=1}^{n-1} r_t}{n^2 - 2n + 1 + \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - (n-1) \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t}} \quad (1.28)$$

Dan estimator untuk σ adalah

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{r_{t+1} - r_t}{\sqrt{r_t}} - \frac{\beta}{\sqrt{r_t}} + \alpha \sqrt{r_t} \right)^2} \quad (1.29)$$

1.3.9 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean absolute percentage error (MAPE) adalah suatu ukuran akurasi peramalan dari sebuah metode peramalan. Cara menghitung dengan mencari selisih antara hasil peramalan dan data aktual, kemudian membagi selisih tersebut dengan data aktual. Hasilnya, yang berbentuk persentase kemudian diambil nilai mutlak nya. Perhitungan ini dilakukan untuk setiap observasi, lalu dirata-ratakan (Agustin, 2016).

MAPE didefinisikan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|i_t - \check{i}_t|}{i_t} \quad (1.30)$$

Dengan:

i_t = nilai aktual pada periode ke- t

\check{i}_t = nilai ramalan periode ke- t

n = banyak nya periode

Sebuah metode dianggap memiliki kinerja yang sangat baik jika nilai MAPE-Nya kurang dari 10%. Semakin kecil nilai MAPE yang diperoleh, semakin baik kinerja metode

tersebut (Listiwarni, 2020). Kriteria nilai MAPE terhadap suatu metode dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 1.1 Kriteria Nilai MAPE

Nilai Mape	Kriteria
< 10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Cukup
> 50%	Buruk

1.3.10 Simbol-Symbol Komutasi

Menurut (Nova, 2012) simbol komutasi digunakan untuk menyederhanakan persamaan matematika aktuaria agar mempermudah dalam menggunakan tabel mortalitas. Simbol komutasi yang digunakan yaitu:

1. Simbol D_x , dengan rumus sebagai berikut:

$$D_x = v^x l_x \quad (1.31)$$

Dengan v^x menyatakan factor diskonto selama x tahun, dan l_x menyatakan banyaknya orang berusia x tahun.

2. Simbol C_x , dengan rumus sebagai berikut:

$$C_x = v^{x+1} d_x \quad (1.32)$$

Dimana v^{x+1} sebagai factor diskonto selama $x + 1$ tahun dan d_x menyatakan banyaknya orang yang meninggal saat x tahun sebelum usia mencapai $x + 1$ tahun.

3. Simbol N_x , dengan rumus sebagai berikut:

$$N_x = \sum_{i=0}^{w-x} D_{x+i} = D_x + D_{x+1} + \dots + D_{x+w-x} \quad (1.33)$$

Dengan N_x merupakan kumulatif dari nilai D_x saat usia 0 tahun hingga usia tertinggi yang dinotasikan w sebagai usia tertinggi.

4. Simbol M_x , dengan rumus sebagai berikut:

$$M_x = \sum_{i=0}^{w-x} C_{x+i} = C_x + C_{x+1} + \dots + C_{x+w-x} \quad (1.34)$$

Dengan M_x adalah nilai kumulatif dari C_x saat usia 0 tahun hingga usia tertinggi yang dinotasikan w sebagai usia tertinggi yang dicapai.

1.3.11 Anuitas

Anuitas adalah serangkaian pembayaran dalam jumlah tertentu yang dilakukan setiap selang waktu dan lama tertentu, secara berkelanjutan. Dalam praktiknya anuitas dapat di bedakan dua macam, yaitu anuitas pasti (*annuity certain*) dan anuitas hidup (*life annuity*). Menurut (Futami, 1993) anuitas pasti adalah pembayaran yang dilakukan tanpa syarat. Sedangkan anuitas hidup adalah pembayaran yang dilakukan berdasarkan hidup matinya seseorang. Dalam penelitian ini juga menggunakan anuitas ditunda, anuitas ditunda adalah anuitas yang pembayarannya ditunda dalam jangka waktu tertentu. Anuitas ditunda sama dengan anuitas biasa, perbedaannya terletak pada pembayaran. Anuitas ditunda, pembayaran pertamanya ditunda beberapa periode setelah periode pertama pembayaran bunga terakhir, misalnya k periode (Djohari, 2013).

Anuitas hidup berjangka merupakan salah satu jenis anuitas hidup. Anuitas hidup berjangka adalah anuitas yang dilakukan selama seseorang masih hidup dan tidak meninggal di mana pembayarannya dilakukan pada usia x tahun selama n tahun ia masih hidup. Dalam praktiknya anuitas hidup berjangka di bagi dua macam yaitu anuitas awal dan anuitas akhir.

Anuitas awal hidup berjangka yang pembayarannya dilakukan di awal periode, untuk rumusnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= \sum_{k=0}^{n-1} v^k p_x \\ \ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= v^0 p_x + v^1 p_x + \dots + v^{n-1} p_{x+n-1} \\ \ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= 1 + \frac{v l_{x+1} + \dots + v^{n-1} l_{x+n-1}}{l_x}\end{aligned}\tag{1.35}$$

Mengalikan pembilang dan penyebut dengan v^x maka:

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \frac{v^x l_x + v^{x+1} l_{x+1} + \dots + v^{x+n-1} l_{x+n-1}}{v^x l_x}\tag{1.36}$$

Mengsubstitusikan dan menggunakan simbol komutasi D_x maka diperoleh:

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \frac{1}{D_x} (D_x + D_{x+1} + \dots + D_{x+n-1})\tag{1.37}$$

Diketahui N_x simbol komutasi maka untuk N_{x+n} adalah:

$$N_{x+n} = D_{x+n} + D_{x+n+1} + \dots + D_w\tag{1.38}$$

Jika N_x dikurangi dengan N_{x+n} maka:

$$N_x - N_{x+n} = D_x + D_{x+1} + D_{x+2} + \dots + D_w \quad (1.39)$$

Dari persamaan (1.37) dapat di substitusikan ke dalam persamaan (1.39) maka:

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x} \quad (1.40)$$

Anuitas ditunda dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$${}_n|t\ddot{a}_x = \frac{N_{x+n} - N_{x+n+t}}{D_x} \quad (1.41)$$

1.3.12 Model Perhitungan Premi Diskrit

Premi diskrit adalah premi yang dibayarkan pada akhir tahun polis. Tahun polis adalah tahun di mana bertanggung meninggal dunia dan menerima pembayaran klaim asuransi dengan sejumlah uang yang telah ditetapkan ketika terjadi peristiwa kematian. Premi diskrit dinyatakan dengan simbol A . Premi tunggal untuk asuransi berjangka pada usia x dengan jangka waktu pertanggungan n tahun, dan pembayaran uang pertanggungan pada akhir tahun polis dinyatakan dengan $A'_{x:\overline{n}|}$ untuk $n = 1$, dan uang pertanggungan dibayarkan pada akhir tahun polis sebanyak orang yang hidup pada usia x saat kontrak dibuat. Masing-masing premi yang sudah di bayarkan sebesar $A'_{x:\overline{n}|}$ akan menghasilkan bunga pada tahun penerimaan premi tersebut, dan pada tahun yang sama sejumlah orang meninggal. Oleh karena itu, pada tahun berikutnya setiap individu harus membayar pertanggungan, masing-masing sebesar l_x (Nyanyu Dita Khairunnisa, 2016).

Maka besarnya pembayaran santunan asuransi pada akhir tahun polis sbb:

$$\begin{aligned} A^1_{x:\overline{n}|} &= v \cdot q_x + v^2 \cdot q_{x+1} + \dots + v^n \cdot q_{x+n-1} \\ &= v \frac{d_x}{l_x} + v^2 \frac{d_{x+1}}{l_x} + v^3 \frac{d_{x+2}}{l_x} + \dots + v^n \frac{d_{x+n-1}}{l_x} \\ A^1_{x:\overline{n}|} &= \frac{v \cdot d_x + v^2 \cdot d_{x+1} + v^3 \cdot d_{x+2} + \dots + v^n d_{x+n-1}}{l_x} \end{aligned} \quad (1.42)$$

Dengan mengalikan pembilang dengan penyebut v^x akan menjadi:

$$A^1_{x:\overline{n}|} = \frac{v \cdot d_x + v^2 \cdot d_{x+1} + v^3 \cdot d_{x+2} + \dots + v^n d_{x+n-1}}{v^x l_x} \quad (1.43)$$

Dengan menggunakan simbol komutasi diperoleh:

$$A^1_{x:\overline{n}|} = \frac{C_x + C_{x+1} + C_{x+2} + C_{x+3} + \dots + C_{x+n-1}}{D_x} \quad (1.44)$$

Atau dapat ditulis menjadi:

$$A^1_{x:\overline{n}|} = \frac{M_x - M_{x+n}}{D_x} \quad (1.45)$$

1. Asuransi Jiwa Dwiguna Murni

$$\begin{aligned} {}_nE_x &= v^n {}_n p_x \\ &= \frac{v^n l_{x+n}}{l_x} \\ &= \frac{v^{x+n} l_{x+n}}{v^x l_x} \end{aligned} \quad (1.46)$$

$${}_nE_x = \frac{D_{x+n}}{D_x}$$

2. Asuransi Jiwa Dwiguna berjangka n tahun

$$\begin{aligned} A_{x:\overline{n}|} &= A^1_{x:\overline{n}|} + {}_nE_x \\ &= \frac{M_x - M_{x+n}}{D_x} + \frac{D_{x+n}}{D_x} \end{aligned} \quad (1.47)$$

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

1.3.13 Premi

Menurut (Adam, 2012) premi adalah sejumlah uang yang dibayarkan oleh tertanggung kepada penanggung (Perusahaan asuransi) yang besarnya sudah ditentukan, guna memproteksi kemungkinan terjadinya suatu risiko yang tidak diinginkan dimasa mendatang. Dengan kata lain premi berguna sebagai dana kewajiban masa depan Perusahaan terhadap pemegang polis, selain premi juga berguna sebagai pendapatan perusahaan untuk membiayai operasional perusahaan.

Premi asuransi jiwa terbagi menjadi dua jenis yaitu premi bersih dan premi kotor. Premi kotor adalah premi yang telah ditambah dengan berbagai biaya yang ditetapkan oleh Perusahaan. Biaya-biaya tersebut meliputi biaya awal tahun polis, biaya pengumpulan premi, dan biaya pemeliharaan. Sementara itu premi asuransi berdasarkan cara pembayarannya dapat dibagi menjadi premi tunggal dan premi tahunan. Premi tunggal merupakan jumlah keseluruhan premi yang harus dibayarkan sekaligus, sedangkan premi tahunan adalah modifikasi dari premi tunggal yang memungkinkan pembayaran dilakukan setiap tahun (Achdljat, 1990).

Premi juga dibagi menjadi premi kontinu dan premi diskrit. Premi kontinu merupakan jumlah uang yang diberikan kepada pemegang polis kepada penanggung, dan premi diskrit adalah uang yang dibayarkan kepada penanggung di akhir tahun kematian pemegang polis. Premi bersih tahunan merupakan premi yang dibayarkan oleh pemegang polis kepada penanggung tiap tahunnya. Dalam perhitungan premi bersih tahunan diskrit dengan santunan 1 satuan pada asuransi jiwa dwiguna dirumuskan sebagai berikut:

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

$$P(A_{x:\overline{n}|}) = \frac{\frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_x}}{\frac{N_x - N_{x+n}}{D_x}} \quad (1.48)$$

$$P(A_{x:\overline{n}|}) = \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}}$$

1.3.14 Cadangan Premi

Cadangan premi merupakan sejumlah dana yang dikumpulkan oleh perusahaan asuransi, yang berasal dari selisih antara jumlah premi yang dibayarkan oleh pemegang polis dan nilai manfaat yang akan dibayarkan pada masa pertanggung tertentu. Dana cadangan ini disiapkan oleh perusahaan asuransi untuk memastikan kesiapan pembayaran klaim kepada pemegang polis di masa depan (Sembiring, 1986). Cadangan ini berfungsi sebagai antisipatif agar perusahaan asuransi dapat memenuhi kewajiban pembayaran klaim dengan lancar, sekaligus menjaga stabilitas finansial perusahaan.

Perhitungan cadangan premi dibagi menjadi dua jenis dengan berdasarkan waktu yang telah berlalu dan berdasarkan waktu yang akan datang. Yaitu cadangan prospektif dan cadangan retrospektif.

1. Cadangan Retrospektif

Cadangan retrospektif adalah metode perhitungan cadangan yang didasarkan pada akumulasi pendapatan dari premi yang telah diterima sejak awal polis hingga saat perhitungan cadangan dilakukan, dikurangi dengan total pengeluaran yang telah dibayarkan selama periode tersebut. Cadangan ini mempertimbangkan seluruh penerimaan dan pengeluaran yang terkait dengan tiap pemegang polis sejak polis mulai berlaku hingga titik waktu perhitungan cadangan (Nurfikriani, 2019).

2. Cadangan Prospektif

Prospektif adalah sejumlah uang yang, jika ditambahkan pada nilai tunai premi bersih yang akan datang, akan setara dengan nilai tunai manfaat yang akan diterima di masa depan. Jika x adalah usia pemegang polis, n adalah jangka waktu pembayaran asuransi, dan t adalah tahun cadangan prospektif, maka

cadangan prospektif ${}_tV$ untuk setiap satuan dapat dirumuskan sebagai berikut (Yeni, 2024):

$${}_tV(A_{x:\overline{n}|}) = A_{x+t:\overline{n-t}|} - P(A_{x:\overline{n}|})\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|} \quad (1.49)$$

1.3.15 Metode Illinois

Metode *Illinois* adalah metode perhitungan yang membatasi biaya yang dikenakan oleh perusahaan asuransi kepada peserta asuransi dalam bentuk premi tahunan, dengan batasan cadangan maksimal selama 20 tahun pembayaran. Metode ini sangat efektif untuk menentukan cadangan premi bagi perusahaan asuransi. Dalam perhitungannya, metode ini memperhitungkan biaya operasional dan menghasilkan nilai cadangan premi yang efisien sehingga mampu mengantisipasi kelebihan klaim yang mungkin terjadi, yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Dengan menggunakan metode *Illinois*, cadangan premi yang diperoleh dapat menutupi biaya pada tahun-tahun awal polis, di mana biaya tersebut lebih besar dibandingkan dengan pada tahun-tahun berikutnya (Reskiana, 2019).

Artinya perhitungan cadangan *Illinois* membatasi biaya yang dibebankan perusahaan asuransi kepada peserta asuransi pada pembayaran premi tahunan maksimal 20 tahun pembayaran, maka pada metode *Illinois* premi yang dihasilkan telah dipengaruhi biaya operasional perusahaan asuransi yang dinotasikan dengan y (Futami, 1993). Sehingga, terdapat tiga nilai premi bersih modifikasi yaitu:

α^I = Premi bersih untuk pembayaran tahun pertama

β^I = Premi bersih untuk 19 kali pembayaran berikutnya

P^I = Premi bersih untuk pembayaran seterusnya

Dengan premi bersih modifikasi metode *Illinois* dinyatakan rumus sebagai berikut:

$$\beta^I - \alpha^I = {}_{19}P_{x-1} - R \frac{C_x}{D_x} \quad (1.50)$$

Untuk R besaran manfaat dan $\frac{C_x}{D_x}$ adalah premi berjangka 1 tahun yang di perpanjang setiap tahunnya sampai jangka waktu tertentu (Nur Hasanah, 2019).

$$\alpha^I = \beta^I - {}_{19}P_{x-1} - R \frac{C_x}{D_x} \quad (1.51)$$

Metode *Illinois* menyatakan bahwa pada akhir periode pembayaran premi atau setelah jangka waktu 20 tahun, tergantung mana yang terjadi lebih dulu, kedua cadangan harus berada pada nilai yang sama. Prinsip ini memastikan bahwa cadangan premi yang tersedia akan mencukupi untuk memenuhi kewajiban pembayaran klaim asuransi (Handika Wahyu Vikrantha, 2019), persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut:

$${}_tV^I = {}_tV \quad (1.52)$$

Polis dengan pembayaran premi ≥ 20 tahun, maka persamaan metode *Illinois* dapat dituliskan sebagai berikut (Handika Wahyu Vikrantha, 2019):

$$\alpha^I + \beta^I(a_{x:\overline{19}|}) + P {}_{20|n-20}\ddot{a}_x = P(A_{x:\overline{n}|})\ddot{a}_{x:\overline{n}|} \quad (1.53)$$

Karena $\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \ddot{a}_{x:\overline{20}|} + {}_{20|n-20}\ddot{a}_x$ maka:

$$\alpha^I + \beta^I(a_{x:\overline{19}|}) + P {}_{20|n-20}\ddot{a}_x = P(A_{x:\overline{n}|})\ddot{a}_{x:\overline{n}|} \quad (1.54)$$

Dengan n adalah nilai terkecil dari x . Nilai x menyatakan jangka waktu pembayaran premi. Substitusikan persamaan (1.41) ke persamaan (1.54) maka didapatkan:

$$\beta^I - ({}_{19}P_{x+1} - R \frac{C_x}{D_x}) + \beta^I(a_{x:\overline{19}|}) = P(A_{x:\overline{n}|})\ddot{a}_{x:\overline{20}|} \quad (1.55)$$

$$\beta^I = P(A_{x:\overline{n}|}) + \frac{({}_{19}P_{x+1} - R \frac{C_x}{D_x})}{(\ddot{a}_{x:\overline{20}|})}$$

Menurut metode prospektif model diskrit, yang mencakup anuitas diskrit dan asuransi jiwa diskrit, cadangan premi dengan menggunakan *Illinois* didefinisikan sebagai berikut:

$${}_tV^{(I)}(A_{x:\overline{n}|}) = \begin{cases} A_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta(\ddot{a}_{x+t:\overline{20-t}|}) - P(A_{x:\overline{n}|}) {}_{20-t|n-20}\ddot{a}_{x+t}; & t \leq 20 \\ A_{x+t:\overline{n-t}|} - P(A_{x:\overline{n}|})\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}; & 20 < t \leq n \end{cases} \quad (1.56)$$

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis data numerik yang relevan dengan metode *Illinois* dan metode suku bunga stokastik model *vasicek* untuk menghitung cadangan premi. Pendekatan kuantitatif merupakan metode penelitian yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data numerik untuk menguji dan mengidentifikasi hubungan antar variabel, mengembangkan model, atau meramalkan berdasarkan analisis data yang objektif secara statistik.

2.2 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah perhitungan cadangan premi menggunakan metode *Illinois* dengan tingkat suku bunga stokastik model *vasicek* pada usia interval 25-29, 30-34, dan 35-39 tahun.

2.3 Jenis dan Sumber Data

Adapun jenis dan sumber data yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis Data
Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kuantitatif yang berupa data numerik atau data dalam bentuk angka
2. Sumber Data
Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah data sekunder dan data simulasi di mana data ini diperoleh dari bentuk yang sudah ada seperti tabel mortalitas dan tingkat suku bunga tahunan yang diperoleh dari Bank Indonesia dan data simulasi yang berupa santunan kepada nasabah.

2.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data penelitian ini menggunakan metode studi literatur yang diperoleh dari tabel mortalitas Indonesia IV 2019 dan tingkat suku bunga tahunan Bank Indonesia, serta menggunakan pendapat para ahli dan landasan-landasan teori.

2.5 Waktu dan Tempat Penelitian

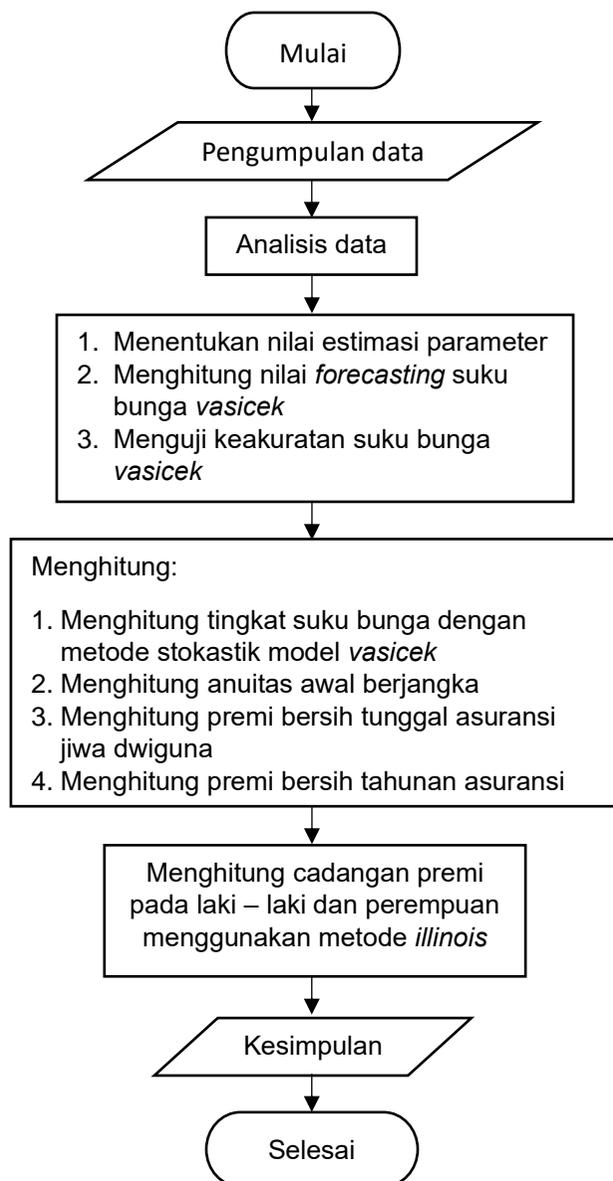
Dalam pelaksanaan penelitian ini dimulai dari bulan Mei 2024 dan tempat penelitian ini berlokasi di ruangan Lab Big Data Program Studi Ilmu Aktuaria Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan.

2.6 Metode Analisis Data

1. Menentukan usia pemegang polis (tertanggung) x tahun dan n jangka waktu pembayaran.
2. Mengumpulkan data historis suku bunga tahunan dari Bank Indonesia dan menentukan tabel mortalitas yang digunakan.

3. Mengestimasi parameter dengan menggunakan metode OLS untuk meminimalkan jumlah kuadrat dari eror.
4. Menentukan tingkat suku bunga dengan menggunakan model ekspektasi suku bunga *vasicek* dan menghitung nilai MAPE untuk menguji keakuratan hasil peramalan.
5. Menghitung nilai anuitas awal hidup berjangka dengan menggunakan hasil peramalan tingkat suku bunga.
6. Menghitung premi asuransi Jiwa Dwiguna berjangka n tahun dan menghitung premi tunggal asuransi jiwa dwiguna n tahun.
7. Menghitung premi bersih tahunan untuk asuransi Jiwa Dwiguna 25 tahun.
8. Menghitung cadangan premi setiap tahunnya dengan metode prospektif.
9. Menghitung anuitas di tunda suku bunga *vasicek*.
10. Menghitung nilai β^t yaitu premi bersih untuk 19 kali pembayaran berikutnya.
11. Menghitung nilai α^t yaitu premi bersih untuk pembayaran tahun pertama.
12. Menghitung cadangan premi setiap tahun periodenya dengan metode *Illinois*.
13. Selesai.

2.7 Alur Penelitian



Gambar 2.1 Alur Penelitian