

**PENERAPAN HUKUM MORTALITA *WEIBULL* DAN SUKU
BUNGA STOKASTIK DALAM PERHITUNGAN PREMI DAN
CADANGAN MANFAAT ASURANSI JIWA BERJANGKA**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika
dalam Ilmu Matematika**



Oleh : NUGROHO AJI NORCAHYO

NIM : 2108046028

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nugroho Aji Norcahyo
NIM : 2108046028
Jurusan/Program Studi : Matematika/Matematika

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul :

PENERAPAN HUKUM MORTALITA *WEIBULL* DAN SUKU BUNGA STOKASTIK DALAM PERHITUNGAN PREMI DAN CADANGAN MANFAAT ASURANSI JIWA BERJANGKA

secara keseluruhan adalah hasil penelitian saya/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 27 Mei 2025
Pembuat pernyataan,

Nugroho Aji Norcahyo
NIM : 2108046028



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **PENERAPAN HUKUM MORTALITA WEIBULL
DAN SUKU BUNGA STOKASTIK DALAM
PERHITUNGAN PREMI DAN CADANGAN
MANFAAT ASURANSI JIWA BERJANGKA**

Penulis : Nugroho Aji Norcahyo

NIM : 2108046028

Jurusan : Matematika

Telah diajukan dalam sidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana
dalam Ilmu Matematika.

Semarang, 10 Juni 2025

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji,

Sekretaris Sidang/Penguji,


Emy Siswanah, M.Sc.

NIP. 198702022011012017

Penguji Utama I,


Seftina Diyah Miasary, M.Sc.

NIP. 198709212019032010

Penguji Utama II,


Zulaikha, M.Si

NIP. 199204092019032027

Pembimbing I,


Dinni Rahma Oktaviani, M.Si.

NIP. 199410092019032017


Seftina Diyah Miasary, M.Sc.

NIP. 198709212019032010

NOTA DINAS

Semarang, 27 Mei 2025

Yth. Ketua Program Studi Matematika

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : PENERAPAN HUKUM MORTALITA WEIBULL
DAN SUKU BUNGA STOKASTIK DALAM
PERHITUNGAN PREMI DAN CADANGAN
MANFAAT ASURANSI JIWA BERJANGKA

Nama : Nugroho Aji Norcahyo

NIM : 2108046028

Jurusan : Matematika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pembimbing,

Seftina Diyah Miasary, M.Sc.

NIP: 19870921201932010

ABSTRAK

Asuransi jiwa berjangka memberikan perlindungan keuangan atas risiko ketidakpastian hidup. Perhitungan premi dan cadangan manfaatnya dipengaruhi mortalitas juga suku bunga. Penelitian ini bertujuan menentukan premi dan cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka dengan menerapkan Hukum Mortalita *Weibull* dan model suku bunga stokastik *Vasicek*. Menggunakan data Tabel Mortalita Indonesia IV 2019 serta suku bunga Bank Indonesia periode April 2019 hingga Maret 2024, dilakukan estimasi parameter kedua model untuk menghitung nilai aktuaria. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa besaran premi tahunan serta cadangan manfaat meningkat seiring bertambahnya usia tertanggung dan lamanya durasi polis. Ditemukan pula bahwa premi dan cadangan manfaat untuk laki-laki secara konsisten lebih tinggi dibandingkan perempuan, yang mencerminkan perbedaan tingkat mortalitas. Nilai cadangan manfaat menunjukkan peningkatan selama periode awal hingga pertengahan masa pertanggungan, dan akan menjadi nol pada akhir masa kontrak.

Kata Kunci : Asuransi Jiwa Berjangka, *Weibull*, *Vasicek*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul *“Penerapan Hukum Mortalita Weibull dan Suku Bunga Stokastik dalam Perhitungan Premi dan Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka”*. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat manusia.

Dalam proses penyusun skripsi ini tidak lepas dari doa, bantuan, bimbingan, dukungan dan saran dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga kepada

1. Kedua orang tua tercinta, teristimewa untuk Bapak Rubiyo selaku ayah penulis, sosok yang tak pernah lelah bekerja dalam diam, yang semangatnya menjadi cahaya dalam langkah penulis. Terimakasih atas setiap peluh, doa dan pengorbanan yang tak terhitung. Beliau merupakan alasan penulis tidak pernah berhenti berjuang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

3. Ibu Any Muanalifah, Ph.D. selaku Ketua program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Ibu Seftina Diyah Miasary, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktu serta membimbing dan memberikan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
5. Almarhumah Ibu Sunarni, ibunda tercinta. Terimakasih atas segala cinta, perjuangan dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis. Semoga pencapaian ini bisa menjadi salah satu wujud kecil dari harapan Ibu yang berhasil terwujud.
6. Almarhum Kakek dan Almarhumah Nenek, terima kasih atas kasih sayang, didikan, dan kesabaran yang kalian berikan sejak penulis masih kecil. Terima kasih telah merawat, membesarkan, dan mengajarkan banyak hal tentang pahit dan manisnya kehidupan.
7. Kakak-kakak penulis, Laila Fitri Ariyani dan Astuti Dwi Lestari, terimakasih atas perhatian, semangat dan doa yang selalu mereka berikan. Terimakasih telah menjadi panutan dan sumber inspirasi untuk terus melangkah.
8. Sahabat-sahabat seperjuangan penulis, Aprilia Diva Fatikha Salsabila, Nurul Alifah , Khumaedi Alamsyah, Dianatus Syafa'atul Maulida dan Maharani Imbanagara

yang telah menjadi rumah dan tempat cerita selama masa perkuliahan. Terimakasih atas segala tawa, diskusi panjang dan kehadiran kalian di setiap momen suka maupun duka. Tanpa kalian, perjalanan ini akan terasa jauh lebih berat dan sunyi.

9. Saudara sekaligus sahabat, Vika Safitri Rahmayuniar, terimakasih telah menjadi tempat berbagi suka maupun duka, pelipur lelah, dan menjadi salah satu bagian terpenting dalam perjalanan panjang ini.
10. Seluruh teman-teman Matematika angkatan 2021, terimakasih telah membantu dan memberi dukungan kepada penulis.
11. Daniel Baskara Putra sebagai penyanyi favorit penulis, yang sudah menemani penulis dari tahun 2019. Terimakasih sudah menciptakan karya-karya yang sangat indah dan menjadi penguat bagi penulis untuk bertahan hidup sampai saat ini.
12. Dan yang terakhir adalah berterima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang keras sejauh ini. Terimakasih karena tidak menyerah dan selalu yakin bahwa kita mampu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan penulis di masa

yang akan datang. Tetapi dengan adanya kekurangan tersebut, penulis berharap penyusun skripsi ini bisa bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca.

Semarang, 17 Juni 2025

Nugroho Aji Norcahyo

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Batasan Masalah	8
E. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	10
A. Asuransi.....	10
B. Asuransi Jiwa.....	11

C.	Suku Bunga Stokastik	16
D.	Fungsi Kehidupan.....	24
E.	Waktu Hidup yang Tersisa	26
F.	Kelajuan Kematian.....	28
G.	Nilai Tunai Manfaat	29
H.	Nilai Tunai Anuitas Hidup.....	30
I.	Premi Asuransi	32
J.	Cadangan Manfaat Asuransi	47
BAB III METODE PENELITIAN		49
A.	Langkah Penelitian	49
B.	Alur Penelitian.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		52
BAB V PENUTUP		99
A.	Kesimpulan	99
B.	Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA		102
LAMPIRAN.....		107
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		121

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Perhitungan Suku Bunga Indonesia	54
Tabel 4.2	Hasil Output Estimasi Parameter untuk Laki-Laki	60
Tabel 4.3	Hasil Output Estimasi Parameter untuk Perempuan	62
Tabel 4.4	Peluang Hidup dan Peluang Kematian untuk Laki-Laki dan Perempuan	65
Tabel 4.5	Nilai Sekarang Aktuaria Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun	71
Tabel 4.6	Nilai Anuitas Produk Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun	75
Tabel 4.7	Premi Tahunan Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun	78
Tabel 4.8	Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun Untuk Laki- Laki	85
Tabel 4.9	Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun Untuk Perempuan	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 3.1	Alur Penelitian	51
Gambar 4.1	Grafik Peluang Kematian untuk Laki-Laki dan Perempuan	68
Gambar 4.2	Grafik Besaran Premi Asuransi Jiwa Berjangka untuk Laki-Laki dan Perempuan	80
Gambar 4.3	Grafik Besaran Premi Asuransi Jiwa Berjangka untuk Laki-Laki	82
Gambar 4.4	Grafik Besaran Premi Asuransi Jiwa Berjangka untuk Perempuan	82
Gambar 4.5	Grafik Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun untuk Laki-Laki	88
Gambar 4.6	Grafik Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun untuk Perempuan	92
Gambar 4.7	Grafik Cadangan Manfaat pada Tahun Pertama Asuransi Jiwa Berjangka untuk Laki-Laki	96
Gambar 4.8	Grafik Cadangan Manfaat pada Tahun Pertama Asuransi Jiwa Berjangka untuk Perempuan	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Tabel Mortalita Indonesia IV	107
Lampiran 2	Suku Bunga Bank Indonesia	111
Lampiran 3	<i>Script Micro VBA for Excel</i> untuk Perhitungan Cadangan Manfaat	113
Lampiran 4	<i>Script R Studio</i> untuk Estimasi Parameter Distribusi <i>Weibull</i>	119

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Semua orang ingin menjaga apa yang penting bagi hidup mereka saat menjalani hidup. Tidak ada yang bisa menjamin kehidupan seseorang apabila terjadi hal yang tak diinginkan. Jangankan untuk beberapa tahun ke depan, untuk semenit ke depan pun tidak ada yang bisa memprediksikannya. Banyak sekali faktor yang dapat menghambat keberlangsungan hidup seseorang seperti kematian, penyakit, cacat, kecelakaan atau bencana lain yang tidak terduga. Oleh karena itu dibutuhkan suatu jaminan yang memberikan rasa aman atau ganti rugi jika terjadi suatu tragedi. Salah satu jaminan yang dapat meminimalkan risiko tersebut yaitu dengan mengikutsertakan diri dalam program asuransi (Nofridawati, 2012).

Menurut Undang-Undang No.40 Tahun 2014 tentang perasuransian, Asuransi merupakan sebuah kesepakatan antara dua pihak yaitu perusahaan asuransi dan orang yang membeli polis, di mana pembeli polis membayar premi, dan sebagai gantinya, perusahaan akan memberikan ganti rugi jika orang tersebut mengalami kerugian, seperti kerusakan,

biaya tak terduga, kehilangan pendapatan, atau tuntutan hukum dari pihak lain akibat kejadian yang tidak dapat diprediksi. Selain itu, asuransi juga bisa memberikan pembayaran tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya, baik saat orang yang diasuransikan masih hidup maupun setelah meninggal, tergantung pada jenis perlindungannya dan hasil pengelolaan dana yang dilakukan oleh perusahaan. Salah satu jenis produk asuransi yaitu asuransi jiwa. Asuransi jiwa merupakan asuransi dengan objek pertanggungannya adalah kehidupan seseorang. Selain jaminan jiwa, terdapat juga jaminan kesehatan dan kecelakaan. Asuransi ini memberikan perlindungan finansial untuk orang yang dipertanggungkan jika mereka meninggal dunia atau masih hidup. Jika seseorang meninggal terlalu cepat atau hidupnya terlalu lama, asuransi jiwa melindungi mereka dari kerugian finansial tak terduga (Soetiono, 2016).

Berdasarkan jangka waktu perlindungannya asuransi jiwa memiliki tiga jenis produk, yakni asuransi jiwa berjangka, asuransi jiwa dwiguna dan asuransi jiwa seumur hidup. Perlindungan yang ditawarkan oleh asuransi jiwa berjangka hanya dalam jangka waktu tertentu saja. Asuransi jiwa dwiguna memberikan dua manfaat, di mana perusahaan memberikan santunan apabila tertanggung

tetap hidup pada akhir jangka waktu polis atau meninggal dalam jangka waktu polis. Sementara asuransi jiwa seumur hidup memberikan perlindungan mulai dari awal tangga penerbitan polis hingga pemilik polis meninggal dunia (Sembiring, 1986). Pada asuransi jiwa, jumlah santunan yang diberikan tergantung pada premi atau iuran yang dibayar oleh setiap individu yang membeli asuransi. Selain itu, sesuai dengan perjanjian yang terkandung dalam kontrak asuransi, jumlah santunan yang diberikan tergantung pada individu yang membeli asuransi (Nofridawati, 2012).

Perusahaan asuransi jiwa akan memberikan manfaat asuransi untuk setiap pembeli polis dengan mengelola biaya premi, termasuk menentukan jumlah premi yang dibayar oleh pembeli polis. Premi adalah jumlah uang yang dibayarkan oleh tertanggung atau pembeli polis kepada penanggung yang jumlahnya sudah diketahui. Perusahaan asuransi akan menggunakan premi tersebut untuk mendanai cadangan premi, operasi bisnis, dan pembayaran atau keuntungan kepada tertanggung (Sembiring, 1986). Perusahaan asuransi yang akan memberikan manfaat asuransi kepada setiap ahli waris nasabah memerlukan dana cadangan manfaat asuransi (Bachyurah dkk., 2020).

Cadangan manfaat merupakan jumlah uang yang harus disisihkan oleh perusahaan asuransi untuk mengganti kerugian peserta selama masa pertanggungan (Syifamillah dkk., 2022). Jumlah dalam cadangan manfaat harus disimpan oleh perusahaan sebagai utang di neraca, bukan sebagai kekayaan karena itu adalah sebuah kewajiban (Amalia, 2020). Besaran premi dan cadangan manfaat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu meliputi faktor mortalitas yang menentukan tingkat kematian seseorang dalam jangka waktu tertentu. Serta manfaat asuransi yang akan diterima oleh ahli waris nasabah asuransi dan tingkat suku bunga yang disesuaikan oleh perusahaan asuransi manfaat asuransi yang akan diterima oleh ahli waris nasabah asuransi (Syahrini dkk., 2019).

Suku bunga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya premi serta menjadi komponen keuntungan untuk perusahaan asuransi jiwa, sehingga suku bunga berperan penting dalam menentukan premi asuransi jiwa. (Sukirno, 2016). Terdapat dua jenis suku bunga yang paling sering digunakan, yaitu suku bunga stokastik dan konstan. Suku bunga yang ditetapkan oleh perusahaan pada saat kebijakan disetujui dikenal sebagai suku bunga konstan, dan tidak terpengaruh oleh variabel lain yang dapat memengaruhi suku bunga. Sementara itu, suku bunga

stokastik berfluktuasi dari waktu ke waktu karena berbagai faktor (Devi dkk., 2021). Dalam model yang lebih realistis, tingkat suku bunga stokastik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti penawaran dan permintaan, banyaknya uang beredar dalam masyarakat, inflasi dan lain sebagainya (Anita dkk., 2023). Selain tingkat suku bunga, peluang hidup dan peluang kematian peserta asuransi juga menjadi komponen penting dalam perhitungan premi.

Peluang kematian dan peluang hidup peserta asuransi dapat ditentukan dengan tabel mortalita dan pendekatan hukum mortalita. Beberapa hukum mortalita yang dikenal luas yakni hukum mortalita *De Moivre*, *Gompertz*, *Makeham*, dan *Weibull*. Hukum mortalita *De Moivre* yaitu menentukan percepatan mortalita yang dihasilkan dari distribusi seragam (Finan, 2011). Hukum mortalita *Gompertz* hanya melakukan perhitungan kematian yang diakibatkan oleh faktor usia saja. Sedangkan hukum mortalita *Makeham* bukan sekedar memperhitungkan kematian berdasarkan faktor usia saja, tetapi ada faktor lain seperti faktor kecelakaan (Indriani & Sari, 2020). Kemudian yang terakhir, hukum mortalita *Weibull* yaitu suatu distribusi yang digunakan sebagai model statistik untuk kelangsungan hidup (Widia & Subhan, 2019).

Hukum mortalita *Weibull* mengacu pada asumsi bahwa tingkat kematian dapat dijelaskan dengan fungsi distribusi *Weibull*, untuk menghitung kemungkinan meninggal pada usia tertentu dan premi asuransi jiwa. Saat memodelkan mortalitas, hukum mortalita *Weibull* memperhitungkan berbagai faktor, termasuk faktor usia, jenis kelamin, kondisi kesehatan, gaya hidup, lingkungan, serta faktor kesehatan mental (Zayanti, 2015). Jika dibandingkan dengan tiga hukum mortalitas lainnya, hukum mortalitas *Weibull* merupakan hukum mortalita yang lebih baru. (Gasmara, 2018).

Perhitungan premi dan cadangan berdasarkan hukum mortalita *Weibull* sebelumnya telah dilakukan oleh Widia & Subhan (2019) melakukan perhitungan premi menggunakan hukum mortalita *Weibull* dan cadangan metode *New Jersey* dengan suku bunga konstan. Hasil dari penelitian tersebut yaitu nilai cadangan pada tahun pertama adalah nol dan tahun berikutnya mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada penelitian Devi dkk. (2021) menjelaskan premi asuransi dwiguna dengan suku bunga konstan dapat ditentukan dengan menggunakan hukum mortalita *Weibull*, namun untuk cadangan premi pada akhir tahun pertanggungungan baik dengan hukum mortalita *Weibull* atau tanpa mortalita *Weibull* sama besar.

Sementara itu pada penelitian Ramadhanty dkk (2023), menyatakan bahwa premi dan cadangan manfaat asuransi jiwa *last survivor* berjangka meningkat seiring bertambahnya usia dan nilai cadangan manfaat akan naik di awal periode, kemudian mengalami penurunan menjelang akhir periode.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dan penjabaran yang telah disampaikan di atas, peneliti tertarik untuk mengambil judul “Penerapan Hukum Mortalita *Weibull* dan Suku Bunga Stokastik dalam Perhitungan Premi dan Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diterangkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana hasil perhitungan premi dan cadangan manfaat pada asuransi jiwa berjangka menggunakan hukum mortalita *Weibull* dengan tingkat suku bunga stokastik model *Vasicek*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan besarnya premi dan cadangan manfaat pada asuransi jiwa berjangka

menggunakan hukum mortalita *Weibull* dengan tingkat suku bunga stokastik model *Vasicek*.

D. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, peneliti membatasi penelitian ini dengan:

1. Model suku bunga stokastik yang digunakan adalah suku bunga stokastik *Vasicek*.
2. Tingkat suku bunga yang digunakan adalah tingkat suku bunga Bank Indonesia pada bulan April tahun 2019 sampai dengan bulan Maret tahun 2024.
3. Tabel mortalitas yang digunakan adalah Tabel Mortalitas Indonesia (TMI) edisi keempat tahun 2019.

E. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini di antaranya adalah:

1. Bagi Peneliti

Sebagai sarana untuk mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh, khususnya di bidang matematika aktuarial, dan sebagai alat ukur yang dapat memperluas pemahaman mengenai pendekatan baru yang dapat digunakan untuk menentukan premi dan cadangan manfaat pada asuransi jiwa berjangka dengan

menghubungkan tingkat suku bunga stokastik model *Vasicek* dengan hukum mortalita *Weibull*.

2. Bagi Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang dan umum

Menambah referensi pustaka perpustakaan Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang sehingga dapat digunakan oleh mahasiswa umum maupun mahasiswa sebagai sumber informasi tambahan untuk mata kuliah matematika aktuaria dan penelitian di masa mendatang.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Asuransi

1. Pengertian Asuransi

Pengertian asuransi telah didefinisikan dengan berbagai cara dan pada pandangan pertama, tidak ada dua definisi yang tampak sebanding. Hal ini masuk akal karena mereka mendefinisikannya sesuai dengan perspektif yang mereka gunakan saat menganalisis asuransi, yang konsisten dengan pernyataan bahwa asuransi dapat dievaluasi dari berbagai perspektif (Putri & Agustianto, 2021).

Umumnya asuransi diyakini sebagai usaha yang dilakukan berdasarkan kontrak dua pihak, yaitu antara perusahaan asuransi dan nasabah atau peserta asuransi. Sesuai perjanjian, jika nasabah membayar premi yang telah disepakati oleh kedua belah pihak, maka perusahaan asuransi akan memberikan jaminan atas segala risiko yang mungkin terjadi atau diderita oleh nasabah (Ronaldo, 2018).

Pengertian asuransi menurut Mark R. Green adalah sebuah organisasi ekonomi yang berusaha menurunkan risiko melalui menempatkan beberapa item yang cukup besar di bawah satu manajemen sehingga total kerugian

dapat diperkirakan dalam batas-batas yang telah ditentukan (Djojosoedarso, 1999, dalam Idayanti & Aryani, 2020).

2. Jenis-Jenis Asuransi

Sebagaimana disampaikan oleh Ronaldo (2018), terdapat berbagai jenis produk asuransi umum yang mampu melindungi harta pribadi maupun aset perusahaan, di antaranya adalah:

- a. Asuransi Kebakaran (*Fire Insurance*)
- b. Asuransi Pengangkutan (*Cargo Insurance*)
- c. Asuransi Kendaraan Bermotor (*Motor Insurance*)
- d. Asuransi Project (*Engineering Insurance*)
- e. Asuransi Rangka Kapal (*Marine Hull Insurance*)
- f. Asuransi Satelit
- g. Asuransi Pesawat (*Aviation Insurance*)
- h. Asuransi Kecelakaan Diri (*Personal Accident*)
- i. Asuransi Kesehatan (*Health Insurance*)
- j. Asuransi Kredit (*Credit Insurance*)
- k. Asuransi Aneka

B. Asuransi Jiwa

1. Pengertian Asuransi Jiwa

Terdapat berbagai pandangan dari para pakar terkait makna asuransi jiwa, beberapa di antaranya akan diuraikan sebagai berikut:

- a. H.M.N Purwosutjipto menjelaskan bahwa asuransi jiwa, yang juga dikenal sebagai pertanggungan jiwa, adalah suatu kontrak saling menguntungkan. Dalam kontrak ini, nasabah (tertanggung) setuju untuk membayar premi secara berkala kepada pihak asuransi (penanggung) selama masa perlindungan berlaku. Sebagai gantinya, pihak asuransi akan mencairkan sejumlah dana kepada penerima manfaat yang ditunjuk nasabah. Pencairan ini dilakukan apabila orang yang diasuransikan meninggal dunia, atau jika jangka waktu pertanggungan yang telah ditentukan sebelumnya telah usai.
- b. Pakar hukum, Wirdjono Prodjodikoro, mempunyai pandangan lain terkait asuransi jiwa. Beliau menyatakan bahwa asuransi jiwa adalah sebuah perjanjian mengenai pembayaran uang yang bersumber dari premi, dan perjanjian ini dikaitkan dengan hidup atau matinya seseorang. Termasuk dalam pengertian ini adalah perjanjian asuransi ulang, namun dengan pengecualian bahwa perjanjian tersebut tidak berlaku untuk asuransi kecelakaan.
- c. Mengenai pertanggungan jiwa, yang juga dikenal sebagai *sommen verzekering*, ahli hukum Belanda bernama Vollmar memiliki pandangan. Ia

menjelaskan bahwa ini adalah perjanjian di mana perusahaan asuransi (penanggung) berkomitmen untuk membayar sejumlah dana, entah itu dibayar langsung lunas atau dicicil. Sebagai gantinya, nasabah (tertanggung) harus membayar premi. Keputusan pembayaran oleh perusahaan asuransi ini nantinya didasarkan pada apakah orang yang diasuransikan itu masih hidup atau sudah meninggal.

2. Jenis-Jenis Asuransi Jiwa

Menurut Fauzi (2019), asuransi jiwa memiliki berbagai macam bentuk dan isi. Pengelompokannya adalah sebagai berikut:

- a. Bentuk-bentuk asuransi jiwa yang saling bertentangan, yakni:
 - 1) Asuransi hidup dan asuransi meninggal
 - 2) Asuransi biasa dan asuransi rakyat
 - 3) Asuransi perorangan dan asuransi kumpulan
 - 4) Asuransi dengan pemeriksaan dokter dan asuransi tanpa pemeriksaan dokter
 - 5) Asuransi jiwa dengan pembagian laba dan tanpa pembagian laba
 - 6) Asuransi jiwa tunggal dan asuransi jiwa ganda
- b. Perbedaan asuransi jiwa menurut unsur-unsurnya, sebagai berikut:

- 1) *Pure endowment*
 - 2) Anuitas terdiri dari anuitas pasti (*annuity certain*) dan anuitas jiwa (*life annuity*)
 - 3) Asuransi jangka waktu terdiri dari asuransi ekawarsa dan asuransi seumur hidup
 - 4) Asuransi jangka waktu dengan santunan menurun (*decreasing term insurance*)
 - 5) Asuransi jangka waktu dengan santunan meningkat (*increasing term insurance*).
- c. Secara pokok, asuransi jiwa dapat dibedakan atas:
- 1) Asuransi jiwa berjangka (*term insurance*)

Asuransi jiwa berjangka, yang juga disebut *term insurance*, berarti perusahaan asuransi akan memberikan sejumlah uang (santunan) kalau nasabahnya meninggal dunia selama masa perjanjian asuransi masih berlaku. Karena perlindungannya hanya untuk periode waktu tertentu, jenis ini juga dikenal sebagai asuransi sementara. Masa berlaku polisnya bisa berbeda-beda, misalnya untuk 1 tahun, 10 tahun, atau hingga nasabah mencapai usia tertentu. Biasanya, perusahaan asuransi juga menyertakan manfaat

tambahan jika nasabah mengalami cacat total tetap (*Total Permanent Disability*).

2) Asuransi jiwa seumur hidup (*whole life insurance*)

Asuransi ini dirancang agar nasabah mendapatkan perlindungan jiwa seumur hidup, dengan catatan polis harus tetap aktif melalui pembayaran premi rutin. Sama seperti asuransi berjangka, manfaat untuk Cacat Total Tetap (TPD) sering kali juga termasuk dalam polis ini, menjadikannya perlindungan yang menyeluruh. Uang pertanggungan akan cair sekaligus jika nasabah meninggal. Jika terjadi TPD, pembayarannya bisa bertahap atau sekaligus, sesuai besaran pertanggungan. Penting diketahui, perlindungan terhadap risiko kematian berlaku tanpa batas waktu, namun manfaat TPD biasanya hanya sampai nasabah berusia sekitar 60 tahun.

3) Asuransi Dwiguna (*endowment insurance*)

Asuransi Dwiguna menawarkan gabungan antara perlindungan jiwa dan tabungan. Bagian perlindungannya mencakup risiko kematian serta cacat tetap. Sementara itu, unsur tabungan yang lebih dominan membuat polis ini sesuai untuk tujuan menabung. Nasabah bisa mendapatkan

perlindungan untuk jangka waktu tertentu atau sampai mencapai usia yang telah ditentukan.

C. Suku Bunga Stokastik

1. Pengertian Suku Bunga Stokastik

Suku bunga adalah indikator penting mengenai nilai uang di pasar dunia. Naik turunnya suku bunga secara langsung memengaruhi berbagai produk keuangan, termasuk juga asuransi. Volatilitas suku bunga dan suku bunga berperan penting dalam memperkirakan kerugian yang diakibatkan oleh penyimpanan uang. Pola suku bunga di masa mendatang dapat diprediksi secara akurat melalui penggunaan model suku bunga. Model ini memperhitungkan ketidakpastian yang terkait dengan suku bunga (Ayranci, 2013).

Perusahaan asuransi dan lembaga keuangan lainnya semakin banyak menggunakan suku bunga yang dihasilkan secara stokastik untuk mengukur risiko suku bunga dan menilai aset keuangan (Ayranci, 2013). Tingkat suku bunga yang fluktuatif menghadirkan tantangan dalam estimasinya. Sebagai solusinya, model tingkat suku bunga stokastik menjadi penting. Model ini adalah kerangka kerja yang melihat perubahan suku bunga sebagai suatu proses yang acak seiring berjalannya waktu (Maulani, 2016). Model suku bunga

stokastik yang digunakan pada penelitian ini yaitu suku bunga model *Vasicek*.

Meskipun premi asuransi secara tradisional dihitung menggunakan suku bunga yang dianggap konstan, realitas pasar menunjukkan bahwa suku bunga sebenarnya selalu bergerak dinamis dan tidak terduga. Perubahan suku bunga yang dipengaruhi banyak faktor ini, yang sifatnya acak dari waktu ke waktu, dikenal dengan istilah suku bunga stokastik (Zeytun & Gupta, 2007). Bunga adalah biaya atas penggunaan uang. Di sisi lain, suku bunga adalah perbandingan antara jumlah bunga itu sendiri dengan jumlah pokoknya dalam satu tahun, yang biasanya ditampilkan dalam persentase tahunan. (Sihotang, 2003). Proses stokastik dapat dipahami sebagai dinamika perubahan suatu variabel yang pemicunya adalah adanya pergeseran atau variasi pada parameter-parameter yang memengaruhinya (Kamus istilah Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia, 2015, dalam Maulani, 2016). Dapat disimpulkan bahwa tingkat suku bunga stokastik merujuk pada suku bunga yang pergerakannya sulit diprediksi atau bersifat acak. Mengingat fluktuasi nilai suku bunga ini dari satu periode ke periode berikutnya merupakan suatu proses stokastik, maka upaya untuk memperkirakannya secara

akurat memerlukan penggunaan model khusus, yaitu model tingkat suku bunga stokastik.

2. Model Suku Bunga Stokastik

Model *Vasicek* untuk suku bunga merupakan suatu pendekatan yang memperkirakan bagaimana suku bunga akan bergerak di masa depan dengan menganalisis data pergerakannya di masa lalu. Salah satu karakteristik utama dari model ini adalah adanya fenomena *mean reverting*. Artinya, suku bunga diasumsikan memiliki kecenderungan untuk selalu kembali bergerak menuju suatu level keseimbangan jangka panjang. Untuk menggambarkan dan menghitung proses ini, model tersebut memanfaatkan formulasi matematis yang dikenal sebagai persamaan *Vasicek* (Brigo & Mercurio, 2006), sebagai berikut:

$$dr_t = k(\theta - r_t)dt + \sigma dW(t) \quad (2.1)$$

dimana,

r_t : suku bunga pada waktu ke- t

dr_t : perubahan tingkat bunga pada interval waktu pendek dt

k : kelajuan r menuju level θ

- θ : rata-rata tingkat suku bunga dalam jangka panjang (*mean reversion level*)
- σ : variansi perubahan tingkat bunga persatuan waktu (*variance rate*)
- $W(t)$: proses *Wiener* (proses stokastik waktu terus-menerus)

Dimana k , θ , dan r_t merupakan konstanta, sedangkan $dW(t)$ mewakili selisih kecil pada gerak *Brownian* standar $W(t)$. Suku bunga pasar r_t akan berfluktuasi secara acak, tetapi dalam jangka panjang cenderung kembali ke level tertentu θ .

Menurut Ayranci & Özgürel (2014), karakteristik utama yang ditunjukkan oleh model ini dan dijelaskan oleh *Vasicek* adalah sifat *mean reversion*, yang berarti bahwa jika tingkat suku bunga lebih besar daripada rata-rata jangka panjang suku bunga ($r > \theta$) maka koefisien ($k > 0$) membuat *drift* menjadi negatif sehingga tingkat suku bunga akan ditarik ke bawah ke arah θ . Demikian pula, jika suku bunga lebih kecil dari rata-rata jangka panjang suku bunga ($r < \theta$), maka koefisien ($k > 0$) membuat istilah *drift* menjadi positif sehingga suku bunga akan ditarik ke arah θ . Oleh karena itu, koefisien tersebut merupakan kecepatan penyesuaian suku bunga menuju tingkat jangka panjangnya.

Berdasarkan persamaan (2.1), dikumpulkan semua suku yang mengandung r_t di sisi kiri persamaan, menjadi

$$dr_t + kr_t dt = k\theta dt + \sigma dW(t) \quad (2.2)$$

Kalikan kedua sisi persamaan dengan e^{kt} , diperoleh

$$e^{kt} dr_t + e^{kt} kr_t dt = e^{kt} k\theta dt + e^{kt} \sigma dW(t) \quad (2.3)$$

Langkah selanjutnya akan menyederhanakan sisi kiri pada persamaan (2.3), menggunakan aturan perkalian (*product rule*). Akan digunakan aturan perkalian diferensial,

$$d(uv) = u \cdot dv + v \cdot du$$

Dimulai dari fungsi perkalian sederhana $e^{kt} \cdot r_t$.

Dimisalkan:

$$u = e^{kt} \quad du = ke^{kt}$$

$$v = r_t \quad dv = dr_t$$

Substitusikan ke aturan perkalian diferensial, akan diperoleh

$$d(e^{kt} r_t) = e^{kt} \cdot dr_t + r_t \cdot ke^{kt} \quad (2.4)$$

Mengubah urutan persamaan (2.4), menjadi:

$$e^{kt} dr_t = d(e^{kt} r_t) - r_t ke^{kt} dt \quad (2.5)$$

Kalikan kedua sisi pada persamaan (2.1) dengan e^{kt} , menjadi

$$e^{kt} dr_t = e^{kt} k(\theta - r_t) dt + e^{kt} \sigma dW(t) \quad (2.6)$$

Substitusikan persamaan (2.5) ke dalam persamaan (2.6), diperoleh,

$$\begin{aligned} d(e^{kt}r_t) - r_t k e^{kt} dt &= e^{kt} k(\theta - r_t) dt + e^{kt} \sigma dW(t) \\ d(e^{kt}r_t) &= k e^{kt} \theta dt - r_t k e^{kt} dt + r_t k e^{kt} dt + e^{kt} \sigma dW(t) \\ d(e^{kt}r_t) &= k e^{kt} \theta dt + e^{kt} \sigma dW(t) \end{aligned} \quad (2.7)$$

Jika integral diambil dari waktu 0 hingga t , akan menjadi,

$$\begin{aligned} \int_0^t d(e^{ks}r_s) &= \int_0^t k e^{ks} \theta ds + \int_0^t e^{ks} \sigma dWs \\ e^{kt}r_t - r_0 &= \int_0^t k e^{ks} \theta ds + \int_0^t e^{ks} \sigma dWs \\ e^{kt}r_t &= r_0 + \int_0^t k e^{ks} \theta ds + \int_0^t e^{ks} \sigma dWs \end{aligned} \quad (2.8)$$

Persamaan (2.8) dapat ditulis dalam bentuk r_t , yakni sebagai berikut:

$$\begin{aligned} r_t &= r_0 e^{-kt} + \int_0^t k e^{ks} e^{-kt} \theta ds + \int_0^t e^{ks} e^{-kt} \sigma dWs \\ r_t &= r_0 e^{-kt} + k \theta e^{-kt} \int_0^t e^{ks} ds + \int_0^t e^{-k(t-s)} \sigma dWs \\ r_t &= r_0 e^{-kt} + k \theta e^{-kt} \left[\frac{1}{k} e^{ks} \right]_0^t + \int_0^t e^{-k(t-s)} \sigma dWs \\ r_t &= r_0 e^{-kt} + k \theta e^{-kt} \left[\frac{1}{k} e^{kt} - \frac{1}{k} e^{k(0)} \right] + \int_0^t e^{-k(t-s)} \sigma dWs \\ r_t &= r_0 e^{-kt} + k \theta e^{-kt} \frac{1}{k} (e^{kt} - 1) + \int_0^t e^{-k(t-s)} \sigma dWs \\ r_t &= r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) + \sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dWs \end{aligned} \quad (2.9)$$

Berdasarkan persamaan (2.9), dengan demikian nilai ekspektasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E[r_t] &= E \left[r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) + \sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dWs \right] \\ &= E[r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt})] + E \left[\sigma e^{-kt} \int_0^t e^{ks} dWs \right] \\ &= r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) + 0 \end{aligned}$$

$$= r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) \quad (2.10)$$

Integral kedua di sisi kanan persamaan (2.9) ditulis sebagai $\sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dWs$, yang mengikuti distribusi normal dengan rata-rata nol dan varians (Sypkens, 2010), sedemikian hingga:

$$\begin{aligned} \text{Var}[r_t] &= E[r_t^2] - (E[r_t])^2 \\ &= E\left[\left(r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) + \sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dWs\right)^2\right] - \\ &\quad \left(E\left[r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) + \sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dWs\right]\right)^2 \\ &= \left\{E\left[\left(r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt})\right)^2\right] + \left(E\left[2\left(r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt})\right)\left(\sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dWs\right)\right]\right) + \right. \\ &\quad \left.E\left[\left(\sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dWs\right)^2\right]\right\} - \\ &\quad \left\{E\left[r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) + \sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dWs\right]\right\}^2 \\ &= \left\{\left(r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt})\right)^2 + 2\left(r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt})\right)\left(0\right) + \right. \\ &\quad \left.E\left[\left(\sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dWs\right)^2\right]\right\} - \left(r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt})\right)^2 \\ &= E\left[\left(\sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dWs\right)^2\right] \\ &= \sigma^2 \int_0^t \left(e^{-k(t-s)}\right)^2 ds \\ &= \sigma^2 e^{-2kt} \int_0^t e^{2ks} ds \\ &= \sigma^2 e^{-2kt} \left[\frac{1}{2k} e^{2ks}\right]_0^t \\ &= \sigma^2 e^{-2kt} \left[\frac{1}{2k} e^{2kt} - \frac{1}{2k} e^{2k(0)}\right] \\ &= \sigma^2 e^{-2kt} \frac{1}{2k} (e^{2kt} - 1) \\ &= \frac{\sigma^2}{2k} (1 - e^{-2kt}) \quad (2.11) \end{aligned}$$

Menurut Sypkens (2010), hubungan linier antara dua pengamatan berturut-turut $r_{t_{i+1}}$ dan r_{t_i} bersifat linier dengan nilai acak independen dan identik ε , berikut sehingga:

$$r_{t_{i+1}} = ar_{t_i} + b + \varepsilon$$

$$r_{t_{i+1}} = e^{-k\Delta t} r_{t_i} + \theta(1 - e^{-k\Delta t}) + \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2k\Delta t}}{2k}} \quad (2.12)$$

dimana

$$a = e^{-k\Delta t}, b = \theta(1 - e^{-k\Delta t}), \varepsilon = \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2k\Delta t}}{2k}} \quad (2.13)$$

Persamaan-persamaan ini dinyatakan dalam parameter k , θ , dan σ yang menghasilkan

$$\begin{aligned} k &= -\frac{\ln(a)}{\Delta t} \\ \theta &= \frac{b}{1 - a} \\ \sigma &= \varepsilon \sqrt{\frac{-2 \ln(a)}{\Delta t(1 - a^2)}} \end{aligned} \quad (2.14)$$

Rumus-rumus berikut digunakan untuk mempermudah perhitungan lebih lanjut:

$$\begin{aligned} S_x &= \sum_{i=1}^n r_{t_{i-1}} & S_y &= \sum_{i=1}^n r_{t_i} \\ S_{xx} &= \sum_{i=1}^n (r_{t_{i-1}})^2 & S_{yy} &= \sum_{i=1}^n (r_{t_i})^2 & S_{xy} &= \sum_{i=1}^n r_{t_{i-1}} \cdot r_{t_i} \end{aligned} \quad (2.15)$$

Koefisien estimasi parameter a , b dan ε garis regresi kuadrat terkecil adalah

$$\begin{aligned} a &= \frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2} & b &= \frac{S_y - aS_x}{n} \\ \varepsilon &= \sqrt{\frac{nS_{yy} - S_y^2 - a(nS_{xy} - S_x S_y)}{n(n-2)}} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Estimasi kuadrat terkecil biasa (OLS) untuk k , θ , dan σ adalah

$$k = - \frac{\ln \left(\frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2} \right)}{\Delta t} \quad (2.17)$$

$$\theta = \frac{S_y - \left(\frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2} \right) S_x}{n \left[1 - \left(\frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2} \right) \right]} \quad (2.18)$$

$$\sigma = \varepsilon \sqrt{\frac{-2 \ln \left(\frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2} \right)}{\Delta t \left(1 - \left(\frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2} \right)^2 \right)}} \quad (2.19)$$

D. Fungsi Kehidupan

Menurut Effendhie (2015) menerangkan bahwa, dimisalkan X adalah sebuah variabel random kontinu yang menggambarkan usia hingga terjadinya kematian dari suatu kelahiran. Apabila $F_X(X)$ didefinisikan sebagai fungsi distribusi untuk X , dapat dinyatakan:

$$F_X(X) = \Pr(X \leq x), \text{ dimana } x \geq 0 \quad (2.20)$$

ini menunjukkan peluang bahwa seorang individu akan meninggal sebelum memasuki usia x . Berikutnya, pengertian fungsi survival $s(x)$ yang dapat diartikan sebagai peluang seseorang akan masih hidup saat berumur x tahun, yakni

$$s(x) = \Pr(X > x), \text{dimana } x \geq 0 \quad (2.21)$$

$$s(x) = 1 - F_X(x), \text{dimana } x \geq 0 \quad (2.22)$$

Selanjutnya, dengan membuat asumsi bahwa kemungkinan seorang individu, setelah dilahirkan, meninggal pada usia 0 tahun adalah nol, yaitu $F_X(0) = 0$. Sehingga didapatkan $s(0) = 1$, ini berarti peluang seorang individu yang lahir dan akan tetap hidup dalam usia 0 tahun sama dengan 1.

Dalam bidang perasuransian, jarang sekali ditemukan seorang bayi yang baru saja dilahirkan ikut serta sejak awal dalam asuransi jiwa. Akan tetapi, orang-orang yang sudah berusia $x > 0$ biasanya menjadi peserta asuransi jiwa. Dalam menggunakan fungsi *survival*, dapat dihitung kemungkinan bahwa seseorang yang saat ini berusia x tahun akan meninggal dalam rentang usia antara x hingga z , dengan $z > x$ dinyatakan sebagai berikut:

$$\Pr(x < X \leq z | X > x) \quad (2.23)$$

Jika dilihat dari konsep peluang bersyarat:

$$\Pr(A|B) = \frac{\Pr(A \cap B)}{\Pr(B)} \quad (2.24)$$

maka,

$$\Pr(x < X \leq z | X > x) = \frac{P(x < X \leq z)}{P(X > x)}$$

$$\Pr(x < X \leq z | X > x) = \frac{F_X(z) - F_X(x)}{1 - F_X(x)}$$

$$\Pr(x < X \leq z | X > x) = \frac{F_X(z) - F_X(x)}{s(x)}$$

$$\Pr(x < X \leq z | X > x) = \frac{s(x) - s(z)}{s(x)} \quad (2.25)$$

Keterangan:

$\Pr(A|B)$: probabilitas bersyarat, yaitu kejadian A terjadi dengan syarat kejadian B telah terjadi

$\Pr(A \cap B)$: probabilitas A irisan B atau kejadian A dan B keduanya terjadi

$\Pr(B)$: probabilitas dari suatu kejadian B

$F_X(z)$: fungsi kematian di z tahun

$F_X(x)$: fungsi kematian di x tahun

$s(x)$: fungsi survival x

$s(z)$: fungsi survival z

E. Waktu Hidup yang Tersisa

Menurut Effendhie (2015), apabila x didefinisikan sebagai usia seorang individu ketika ikut serta menjadi peserta asuransi jiwa. Sisa usia x , yakni $X - x$ dapat dilambangkan sebagai $T(x)$. Lambang inilah yang berikutnya akan digunakan pada persamaan berikut ini.

$${}_tq_x = \Pr[T(x) \leq t] \quad (2.26)$$

$${}_tp_x = 1 - {}_tq_x = \Pr[T(x) > t] \quad (2.27)$$

dimana $t \geq 0$

Persamaan (2.24) dapat diartikan sebagai peluang untuk seseorang yang berusia x akan meninggal sebelum mencapai usia $(x + t)$, sedangkan persamaan (2.28) menyatakan peluang seseorang yang berusia x akan bertahan hidup mencapai usia $(x + t)$. Sementara itu, untuk bayi yang baru lahir, kita dapatkan $T(0) = X$, dan:

$${}_xp_0 = s(x), \text{ dimana } x \geq 0 \quad (2.28)$$

Berdasarkan persamaan (2.26) akan diperoleh:

$$\begin{aligned} {}_tp_x &= \frac{{}_{x+t}p_0}{{}_xp_0} = \frac{s(x+t)}{s(x)} \\ {}_tq_x &= 1 - {}_tp_x \\ &= 1 - \frac{s(x+t)}{s(x)} \\ &= \frac{s(x) - s(x+t)}{s(x)} \end{aligned} \quad (2.29)$$

Aturan penulisan notasi aktuaria mengatakan bahwa apabila $t = 1$, maka persamaan (2.27) dan (2.28) cukup dituliskan sebagai:

1. $q_x = \Pr[(x) \text{ akan meninggal dalam kurun waktu setahun ke depan}]$
2. $p_x = \Pr[(x) \text{ akan bertahan hidup dalam kurun waktu setahun ke depan}]$

F. Kelajuan Kematian

Menurut Effendhie (2015), pada persamaan (2.26) diperoleh bahwa:

$$\Pr(x < X \leq z | X > x) = \frac{F_X(z) - F_X(x)}{1 - F_X(x)}$$

Apabila dimisalkan $z = x + \Delta x$, selanjutnya akan diperoleh:

$$\Pr(x < X \leq x + \Delta x | X > x) = \frac{F_X(x + \Delta x) - F_X(x)}{1 - F_X(x)} \quad (2.30)$$

Sesuai dengan definisi limit, telah diketahui bahwa:

$$\mu(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{F_X(x + \Delta x) - F_X(x)}{\Delta x(1 - F_X(x))} \quad (2.31)$$

Maka, dengan persamaan (2.32) diperoleh:

$$\begin{aligned} \mu(x) &= \frac{f_X(x)}{1 - F_X(x)} \\ \mu(x) &= \frac{f_X(x)}{s(x)} \end{aligned} \quad (2.32)$$

Persamaan (2.33) yang dikenal sebagai laju kematian dinotasikan dengan $\mu(x)$. Sebelumnya telah diketahui bahwa:

$$f_X(x) = \frac{d}{dx} F_X(x) = \frac{d}{dx} (1 - s(x)) = -s'(x)$$

Sehingga persamaan (2.33) dapat dituliskan:

$$\mu(x) = \frac{-s'(x)}{s(x)} \quad (2.33)$$

G. Nilai Tunai Manfaat

Menurut Effendhie (2015) menyatakan bahwa pada asuransi jiwa berjangka n -tahun yang memberikan 1 unit pada akhir tahun kematian, didapatkan:

$$b_{k+1} = \begin{cases} 1, & \text{untuk } k = 0, 1, \dots \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$v_{k+1} = v^{k+1}$$

$$Z_{k+1} = \begin{cases} v^{k+1}, & \text{untuk } k = 0, 1, \dots \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

Fungsi manfaat (b_{k+1}) adalah jumlah pembayaran manfaat di mana indeks $k + 1$ menyatakan sisa usia dari nasabah. Kemudian fungsi diskonto (v_{k+1}) merupakan faktor diskonto suku bunga yang ditetapkan untuk periode dari waktu diterbitkannya polis. Sementara untuk (Z_{k+1}), yakni nilai sekarang pada saat polis ditentukan dari pembayaran manfaat asuransi. Sehingga didapatkan nilai sekarang aktuarial sebagai berikut:

$$A^1_{x:\overline{n}|} = 1 \cdot v^1 \cdot {}_0p_x \cdot q_x + 1 \cdot v^2 \cdot {}_1p_x \cdot q_{x+1} + 1 \cdot v^3 \cdot {}_2p_x \cdot q_{x+2} +$$

$$\begin{aligned}
& \dots + 1 \cdot v^{n-1} \cdot {}_{n-2}p_x \cdot q_{x+n-2} + 1 \cdot \\
& v^n \cdot {}_{n-1}p_x \cdot q_{x+n-1} + 0 \cdot v^n \cdot {}_np_x \\
& = \sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} \cdot {}_kp_x \cdot q_{x+k} \quad (2.34)
\end{aligned}$$

H. Nilai Tunai Anuitas Hidup

Menurut Zayanti (2015), anuitas hidup yang digunakan untuk pembayaran premi perlindungan ialah anuitas *due* berjangka n tahun untuk seseorang yang berusia x tahun. Tertanggung akan melakukan pembayaran premi perlindungan pada usia x tahun jika nasabah bertahan hidup pada usia x tahun dan nasabah akan membayar premi perlindungan pada usia $(x + 1)$. Namun bila nasabah bertahan hidup dari usia x hingga $(x + 1)$ dan seterusnya. Seluruh kemungkinan tertanggung membayarkan premi perlindungan harus diperhitungkan di awal kontrak atau pada usia x tahun, oleh karena itu nilai kemungkinan tersebut bergantung pada besar kecilnya faktor diskonto yang diterapkan dan sesuai dengan jangka waktu yang ditentukan.

$$\begin{aligned}
\ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= 1 \cdot v^0 \cdot {}_0p_x + 1 \cdot v^1 \cdot 1 + 1 \cdot v^2 \\
&\quad \cdot {}_2p_x + \dots + 1 \cdot v^{n-1} \cdot {}_{n-1}p_x \\
&= v^0 \cdot {}_0p_x + v^1 \cdot 1 + v^2 \cdot {}_2p_x + \dots \\
&\quad + v^{n-1} \cdot {}_{n-1}p_x
\end{aligned}$$

$$= \sum_{k=0}^{n-1} v^k \cdot {}_k p_x \quad (2.35)$$

Nilai sekarang dari peubah acak Anuitas *Due* untuk Anuitas Hidup Berjangka n Tahun dari pembayaran sebesar 1 unit per tahun adalah

$$Y = \begin{cases} \ddot{a}_{\overline{k+1}|}, & \text{untuk } 0 \leq k < n \\ \ddot{a}_{\overline{n}|}, & \text{untuk } k \geq n \end{cases}$$

Dan premi tunggal bersihnya adalah

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} \ddot{a}_{\overline{k+1}|} \cdot {}_k p_x \cdot q_{x+k} + \ddot{a}_{\overline{n}|} \cdot {}_n p_x \quad (2.36)$$

Penjumlahan per bagian dapat digunakan untuk mentransformasi menjadi

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} v^k \cdot {}_k p_x \quad (2.37)$$

Karena $Y = (I - Z)/d$, dimana

$$Z = \begin{cases} v^{k+1}, & \text{untuk } 0 \leq k < n \\ v^k, & \text{untuk } k \geq n \end{cases}$$

I. Premi Asuransi

1. Pengertian Premi Asuransi

Beberapa ahli memiliki pengertian yang berbeda tentang premi asuransi (Santoso dkk, 2021), seperti

- a. Menurut Subagyo, premi asuransi merupakan sejumlah uang yang dibayarkan oleh pihak tertanggung kepada perusahaan asuransi, yang besarnya dapat ditentukan melalui metode tertentu.
- b. Irmayanto dan rekan-rekannya menyatakan bahwa premi dapat dipahami sebagai bentuk pemberian, hadiah, atau tambahan pembayaran yang bersifat mendorong, merangsang, atau sebagai pelengkap dari pembayaran utama.
- c. Dalam pandangan Djojosoedarso yang dikutip oleh Budiarjo, premi asuransi adalah pembayaran yang dilakukan oleh tertanggung kepada pihak penanggung sebagai bentuk kompensasi atas pengalihan risiko.
- d. Sementara itu, Sula mengartikan premi sebagai biaya yang dikenakan oleh perusahaan asuransi kepada nasabah untuk sejumlah nilai pertanggungan tertentu.

2. Jenis-Jenis Premi Asuransi

Dalam penjelasan Santoso dkk (2021) terdapat berbagai kategori premi asuransi yang diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Asuransi Kesehatan

Dalam jenis asuransi, premi asuransi kesehatan berfungsi menanggung berbagai biaya medis, termasuk pembelian obat-obatan.

b. Asuransi Jiwa

Asuransi jiwa memberikan perlindungan finansial dalam bentuk uang pertanggungan yang akan diterima oleh ahli waris apabila pemegang polis meninggal dunia.

c. Asuransi Properti

Tak hanya tubuh dan jiwa, tempat tinggal pun perlu diasuransikan. Jenis asuransi ini memberikan perlindungan bagi rumah dari berbagai risiko seperti kebakaran, banjir, tanah longsor, dan bencana lainnya.

d. Asuransi Kendaraan

Perlindungan ini ditujukan untuk kendaraan bermotor seperti mobil atau sepeda motor.

e. Asuransi Perjalanan

Jenis asuransi ini menawarkan berbagai manfaat, seperti santunan akibat kecelakaan, penggantian

biaya medis saat bepergian, kompensasi atas kehilangan barang, hingga perlindungan tambahan berupa santunan jika terjadi kecelakaan pesawat.

3. Premi Asuransi Jiwa Berjangka

Premi asuransi jiwa berjangka yang harus dibayar oleh tertanggung supaya mendapat 1 unit manfaat ketika terjadi risiko adalah:

$$P_{x:\overline{n}|}^1 = \frac{A_{x:\overline{n}|}^1}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \quad (2.38)$$

4. Perhitungan Premi Asuransi Jiwa Berjangka

a. Mortalitas

Effendhie (2015) menyatakan bahwa dukungan terhadap fungsi kelangsungan hidup analitik telah berkurang dalam beberapa tahun terakhir. Hukum kematian universal sering dianggap naif. Manfaat menggunakan analitik dalam perhitungan yang melibatkan beberapa kehidupan tidak lagi signifikan karena meningkatnya kecepatan dan kapasitas penyimpanan komputer. Namun, beberapa penelitian baru yang menarik telah memperkuat kasus biologis untuk hukum analitik kematian.

Beberapa fungsi kematian analitik dasar dan fungsi kelangsungan hidup yang berkorelasi dengan berbagai aturan yang diusulkan ditunjukkan pada

tabel di bawah ini. Nama-nama penulis hukum dan tanggal publikasi dicantumkan untuk memudahkan identifikasi.

Tabel 2.1 Hukum mortalita beserta penemunya

Penemu	$\mu(x)$	$s(x)$	Batasan
De Moivre (1729)	$(\omega - x)^{-1}$	$1 - \frac{x}{\omega}$	$0 \leq x \leq \omega$
Gompertz (1825)	Bc^x	$e^{(-\frac{B}{\log c}(c^x - 1))}$	$B > 0, c > 1, x \geq 0$
Makeham (1860)	$A + Bc^x$	$e^{(-Ax - \frac{B}{\log c}(c^x - 1))}$	$B > 0, A \geq -B, c > 1, x \geq 0$
Weibull (1939)	kx^n	$e^{(-\frac{kx^{n+1}}{n+1})}$	$k > 0, n >, x \geq 0$

b. Hukum Mortalita *Weibull*

Bentuk analitik dari fungsi kelangsungan hidup atau mortalitas memiliki tiga landasan utama. Yang pertama berkaitan dengan filosofi. Rumus-rumus sederhana dapat digunakan untuk menggambarkan banyak fenomena fisik. Beberapa penulis mengusulkan bahwa hukum persamaan sederhana dapat digunakan untuk mengontrol kelangsungan hidup manusia. Dasar kedua, adalah sesuatu yang berguna. Dasar pemikiran ketiga adalah bahwa untuk

fungsi kelangsungan hidup analitik sederhana, lebih mudah untuk memperkirakan beberapa parameter dari tabel kematian dengan 100 parameter atau peluang kematiannya daripada mengekspresikan fungsi dengan beberapa parameter.

c. Distribusi *Weibull*

Otaya (2016) menyebutkan bahwa distribusi *Weibull* pertama kali diperkenalkan oleh seorang fisikawan asal Swedia bernama Waloddi Weibull pada tahun 1939. Distribusi ini termasuk ke dalam kelompok distribusi teoritis untuk variabel acak kontinu, dan banyak dimanfaatkan dalam kajian mengenai keandalan suatu produk atau sistem. Meskipun distribusi gamma dan eksponensial juga kerap digunakan dalam konteks yang sama, distribusi *Weibull* tetap menjadi yang paling populer di antara ketiganya.

Salah satu keunggulan dari distribusi *Weibull* adalah sifat fleksibilitasnya yang tinggi. Fleksibilitas tersebut tampak dari kemampuannya berubah menjadi bentuk distribusi lain, seperti distribusi eksponensial, tergantung pada nilai parameter skala dan bentuk yang digunakan. Layaknya distribusi probabilitas lainnya, distribusi ini juga memiliki

karakteristik matematis seperti fungsi distribusi kumulatif, nilai harapan (*mean*), variansi, serta fungsi pembangkit momen.

Distribusi *Weibull* memegang peranan penting terutama dalam bidang analisis keandalan (*reliability*) dan perawatan (*maintainability*). Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa tidak semua data mengikuti pola distribusi normal, misalnya data mengenai waktu kegagalan suatu sistem. Data semacam ini biasanya menunjukkan kemiringan tertentu, sehingga distribusi normal menjadi kurang sesuai untuk dijadikan model, dan distribusi *Weibull* hadir sebagai alternatif yang mampu menangkap karakteristik data tersebut.

Menurut Novika dkk (2022), distribusi *Weibull* merupakan salah satu distribusi yang sering digunakan secara khusus dalam analisis data usia atau *survival analysis*. Distribusi ini banyak dimanfaatkan untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan lama waktu suatu objek dapat bertahan hingga akhirnya mengalami kegagalan fungsi atau kerusakan.

Kleinbaum dan Klein (2012) menuliskan bahwa fungsi densitas distribusi *Weibull* dinotasikan sebagai $(f(x: \alpha, \lambda))$, dengan

$$f(x: \alpha, \lambda) = \lambda \alpha x^{\alpha-1} e^{-\lambda x^\alpha} \quad (2.39)$$

di mana variabel acak x adalah waktu, parameter α adalah parameter bentuk dan parameter λ adalah parameter skala dengan $x > 0, \alpha, \lambda > 0$. Fungsi probabilitas kumulatif dari distribusi *Weibull* dari persamaan (2.40) adalah

$$F(x: \alpha, \lambda) = \int_0^x f(t) dt$$

$$F(x: \alpha, \lambda) = \int_0^x \lambda \alpha t^{\alpha-1} e^{-\lambda t^\alpha} dt$$

Misalkan $u = -\lambda x^\alpha$, maka

$$\frac{du}{dt} = \frac{d}{dt}(-\lambda t^\alpha)$$

$$\frac{du}{dt} = (-\lambda \alpha t^{\alpha-1})$$

$$\lambda \alpha t^{\alpha-1} dt = -du$$

Sehingga dapat dituliskan sebagai berikut,

$$F(x: \alpha, \lambda) = - \int_0^{-\lambda x^\alpha} e^u du$$

$$F(x: \alpha, \lambda) = -e^u \Big|_0^{-\lambda x^\alpha}$$

$$F(x: \alpha, \lambda) = -(e^{-\lambda x^\alpha} - e^0)$$

$$F(x: \alpha, \lambda) = 1 - e^{-\lambda x^\alpha} \quad (2.40)$$

dengan $x > 0$ dan $\alpha, \lambda > 0$

Dengan demikian, fungsi *survival* distribusi *Weibull* dari persamaan (2.40) adalah

$$\begin{aligned} S(x: \alpha, \lambda) &= 1 - F(x: \alpha, \lambda) \\ S(x: \alpha, \lambda) &= 1 - (1 - e^{-\lambda x^\alpha}) \\ S(x: \alpha, \lambda) &= e^{-\lambda x^\alpha} \end{aligned} \quad (2.41)$$

dengan $x > 0, \alpha, \lambda > 0$

Jika parameternya $\lambda = \beta^{-\alpha}$ adalah parameter skala, maka fungsi densitas distribusi *Weibull* dari persamaan (2.40) menjadi

$$f(x: \alpha, \beta) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \quad (2.42)$$

dengan $x > 0, \alpha, \lambda > 0$

Hal ini akan mempermudah interpretasi dalam konteks usia dan kelangsungan hidup. Kemudian, fungsi distribusi kumulatif *Weibull* dari persamaan (2.41) menjadi

$$F(x: \alpha, \beta) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \quad (2.43)$$

dengan $x > 0, \alpha, \lambda > 0$

Dengan demikian, fungsi *survival* distribusi *Weibull* dari persamaan (2.44)

$$S(x: \alpha, \beta) = e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \quad (2.44)$$

dengan $x > 0, \alpha, \lambda > 0$

Berdasarkan persamaan (2.43) dan (2.45), tingkat kematian dalam distribusi *Weibull* adalah

$$\begin{aligned}\mu_x &= \frac{f(x)}{s(x)} \\ \mu_x &= \frac{\frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-(\frac{x}{\beta})^\alpha}}{e^{-(\frac{x}{\beta})^\alpha}} \\ \mu_x &= \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1}\end{aligned}\tag{2.45}$$

dengan $x > 0, \alpha, \lambda > 0$

Berdasarkan Persamaan (2.46), tingkat kematian untuk seseorang berusia tahun yang akan tetap hidup sampai $(x + n)$ tahun adalah

$$\mu_{x+n} = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} (x + n)^{\alpha-1}\tag{2.46}$$

Selanjutnya, probabilitas seseorang yang berusia x tahun akan hidup sampai tahun $(x + n)$ adalah

$$\begin{aligned}_n p_x &= e^{-\int_0^n \mu_{x+s} ds} \\ _n p_x &= e^{-\int_0^n \frac{\alpha}{\beta^\alpha} (x+s)^{\alpha-1} ds} \\ _n p_x &= e^{-\frac{\alpha}{\beta^\alpha} \int_0^n (x+s)^{\alpha-1} ds}\end{aligned}\tag{2.47}$$

Misalkan $u = (x + s)$ dan $du = ds$, maka persamaan (2.48) dapat direduksi menjadi

$$_n p_x = e^{-\frac{\alpha}{\beta^\alpha} \left(\frac{1}{\alpha} u^\alpha \Big|_0^n \right)}\tag{2.48}$$

Kemudian, dengan mensubstitusikan $u = (x + s)$ ke dalam persamaan (2.49), kita memperoleh

$$\begin{aligned} {}_n p_x &= e^{-\frac{\alpha}{\beta^\alpha} \left(\frac{1}{\alpha} (x+s)^\alpha \right) \Big|_0^n} \\ {}_n p_x &= e^{-\frac{\alpha}{\beta^\alpha} \left(\frac{1}{\alpha} ((x+n)^\alpha - x^\alpha) \right)} \\ {}_n p_x &= e^{-\frac{(x+n)^\alpha - x^\alpha}{\beta^\alpha}} \end{aligned} \quad (2.49)$$

Probabilitas bahwa seseorang yang berusia x tahun akan meninggal sebelum usia $(x + n)$ tahun adalah

$$\begin{aligned} {}_n q_x &= 1 - {}_n p_x \\ {}_n q_x &= 1 - e^{-\frac{(x+n)^\alpha - x^\alpha}{\beta^\alpha}} \end{aligned} \quad (2.50)$$

5. Estimasi Parameter *Weibull*

Menurut Kleinbaum & Klein (2012), estimasi parameter distribusi *Weibull* dilakukan dengan menggunakan parameter skala ($\lambda = \beta^{-\alpha}$) dan parameter bentuk (α). Fungsi survival pada distribusi *Weibull* memiliki hubungan linier dengan usia. Hubungan tersebut adalah

$$\begin{aligned} s(x) &= e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \\ \ln s(x) &= \ln e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \\ \ln s(x) &= -\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha \\ -\ln s(x) &= \left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\ln(-\ln s(x)) &= \ln\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha \\ \ln(-\ln s(x)) &= \ln(x^\alpha) - \ln(\beta^\alpha) \\ \ln(-\ln s(x)) &= \alpha \ln(x) - \alpha \ln(\beta)\end{aligned}\quad (2.51)$$

Pada Persamaan (2.52), $\ln(-\ln s(x))$ adalah fungsi linier dari $\ln(x)$ dengan α adalah kemiringan dan $\ln(\lambda)$ adalah intersep. Jika kemiringannya 1, maka X mengikuti distribusi eksponensial. Metode *Ordinary Least Squares* berdasarkan persamaan (2.52) digunakan untuk mendapatkan nilai parameter. Misalkan terdapat fungsi linier sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \varepsilon_i; \quad (2.52)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$

Misalkan terdapat n data dan terdiri dari dua variabel acak X_1 dan X_2 . Diasumsikan bahwa X_1 dan X_2 tidak mempunyai distribusi $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$. β_0 , β_1 dan β_2 diestimasi, dengan menotasikan koefisien-koefisien tersebut dengan b_0 , b_1 dan b_2 .

$$\begin{aligned}J &= \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \\ J &= \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2})^2\end{aligned}\quad (2.53)$$

Nilai minimum didapatkan dengan mencari nilai turunan dari J terhadap β_0 , β_1 dan β_2 , lalu menyamakan setiap turunannya dengan nol. Persamaan (2.54) jika direduksi menjadi β_0 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial J}{\partial \beta_0} &= 2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2}) (-1) \\
&= -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2}) \\
&= 0
\end{aligned} \tag{2.54}$$

Pada persamaan (2.54) jika diturunkan terhadap β_1 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial J}{\partial \beta_1} &= 2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2}) (-X_{i1}) \\
&= -2 \sum_{i=1}^n X_{i1} (y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2}) \\
&= 0
\end{aligned} \tag{2.55}$$

Pada persamaan (2.54) jika diturunkan terhadap β_2 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial J}{\partial \beta_2} &= 2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2}) (-X_{i2}) \\
&= -2 \sum_{i=1}^n X_{i2} (y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2}) \\
&= 0
\end{aligned} \tag{2.56}$$

Dengan perhitungan berikut, β_0 , β_1 dan β_2 disubstitusikan pada b_0 , b_1 dan b_2 . Maka, persamaan (2.55), (2.56) dan (2.57) dapat disederhanakan menjadi:

$$\sum y_i = nb_0 + b_1 \sum x_{i1} + b_2 \sum x_{i2} \tag{2.57}$$

$$\sum y_i x_{i1} = nb_0 \sum x_{i1} + b_1 \sum x_{i1}^2 + b_2 \sum x_{i1} x_{i2} \tag{2.58}$$

$$\sum y_i x_{i2} = nb_0 \sum x_{i2} + b_1 \sum x_{i2}^2 + b_2 \sum x_{i2} \tag{2.59}$$

Jika pada persamaan (2.55), (2.56) dan (2.57) disusun dalam bentuk matriks, maka dapat dituliskan sebagai:

$$X^T X b = X^T Y \quad (2.60)$$

dengan,

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} \\ 1 & x_{21} & x_{22} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} \end{pmatrix}$$

$$X^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ x_{11} & x_{21} & \dots & x_{n1} \\ x_{12} & x_{22} & \dots & x_{n2} \end{pmatrix}$$

$$b = \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{pmatrix}$$

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$$

Jika $X^T X$ mempunyai invers atau determinannya tidak sama dengan nol, maka persamaan (2.59) dapat dituliskan sebagai:

$$b = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2.61)$$

Anggota-anggota matriks pada persamaan (2.57) yang telah disederhanakan dapat disubstitusikan berdasarkan nilai-nilai pada persamaan (2.50), sehingga diperoleh matriks:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & \ln x_{11} \\ 1 & \ln x_{21} \\ \vdots & \vdots \\ 1 & \ln x_{n1} \end{pmatrix}$$

$$X^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ \ln x_{11} & \ln x_{21} & \cdots & \ln x_{n1} \end{pmatrix}$$

$$Y = \begin{pmatrix} \ln[-\ln s(x_{11})] \\ \ln[-\ln s(x_{21})] \\ \vdots \\ \ln[-\ln s(x_{n1})] \end{pmatrix}$$

Selanjutnya, dengan menggunakan persamaan (2.50) didapat persamaan linear berikut:

$$\begin{aligned} \ln[-\ln s(x)] &= \beta_0 + \beta_1 \ln x \\ y &= \beta_0 + \beta_1 x_1 \cdot y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} \\ i &= 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2.62)$$

Jadi, berdasarkan persamaan (2.63) maka diperoleh beberapa persamaan.

$$\begin{aligned} y_i &= \ln[-\ln s(x_i)] \\ x_{i1} &= \ln x_i \\ \beta_0 &= -\alpha \ln \beta \\ \beta_1 &= \alpha \end{aligned} \quad (2.63)$$

Hal ini akan menghasilkan matriks untuk mencari parameter *Weibull* dengan memakai metode OLS, yakni

$$b = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

$$b = \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\alpha \ln \beta \\ \alpha \end{pmatrix} \quad (2.64)$$

Uji hipotesis pada estimasi parameter *Weibull* adalah uji *Wald* atau uji t parsial yang dilakukan untuk menentukan besarnya pengaruh variabel independen secara parsial dalam menjelaskan variabel dependen (Ghozali, 2016, dalam Alibazah dkk., 2023). Dengan kata lain, uji hipotesis digunakan untuk mengukur hubungan antara $\ln x$ dengan $\ln[-\ln s(x)]$. Hipotesis yang digunakan adalah

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

Dengan statistik uji:

$$t = \frac{\widehat{\beta_1}}{se(\widehat{\beta_1})},$$

Serta kriteria pengambilan keputusan berikut ini:

- 1) Jika $t_{count} < t_{table}$ dan $p\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima. Ini berarti bahwa parameter tersebut tidak sesuai untuk digunakan dalam menghitung tabel mortalita.
- 2) Jika $t_{count} > t_{table}$ dan $p\text{-value} < \alpha$, maka H_0 ditolak. Ini berarti bahwa parameter tersebut layak untuk digunakan dalam menghitung tabel mortalita.

6. Polis Asuransi

Menurut Santoso dkk (2021) menyebutkan bahwa polis adalah dokumen yang memuat kesepakatan antara

pihak penanggung (perusahaan asuransi) dan pihak tertanggung berkaitan dengan risiko yang akan dipertanggungkan dan polis adalah bukti perjanjian penutupan asuransi. Polis asuransi juga bisa dikatakan sebagai sertifikat, akta atau surat yang dibuat secara tertulis dan dikeluarkan oleh perusahaan asuransi yang akan dibayarkan sesuai pertanggungan atau masa jatuh tempo oleh perusahaan asuransi sebagai penjaminnya.

Ketentuan polis asuransi menurut KUHD (Kitab Undang-Undang Hukum Dagang) Pertanggungan harus diadakan secara tertulis dengan akta, yang dinamakan polis (Pasal 255 KUHD). Menandatangani polis dan menyerahkannya kepada tertanggung dalam jangka waktu tertentu (Pasal 257 KUHD). Menurut pasal 257 KUHD, hanya penanggung yang menandatangani polis, berarti semacam perjanjian unilateral, tetapi mengikat kedua belah pihak yang berkepentingan atas polis tersebut.

J. Cadangan Manfaat Asuransi

Menurut Setyanto dkk (2022) menerangkan yaitu misalkan terdapat suatu asuransi berjangka dengan fungsi manfaat (b_{k+1}) sebesar 1 satuan akan dibayarkan kepada ahli warisnya pada akhir tahun saat *insured* meninggal dunia jika ia meninggal dalam waktu n tahun sejak ikut

asuransi, sedangkan premi sebesar (P_x) akan dicicil dalam jangka waktu n tahun secara berkala pada setiap awal tahun, dan akan dihentikan bila meninggal dunia.

Demikian sehingga kerugian di akhir tahun ke- j dapat dituliskan dengan fungsi kerugian ${}_jL$,

$$\begin{aligned}
 {}_jL &= b_{k+1} \cdot V^{K(x)-j+1} - (P_x \cdot \\
 &\quad \ddot{a}_{\overline{K(x)-j+1}|} + P_x \cdot \ddot{a}_{\overline{n-j}|}) \\
 &= b_{k+1} \cdot V^{K(x)-j+1} - \\
 &\quad P_x \left(\frac{1-V^{K(x)-j+1}}{d} \right) - P_x \left(\frac{1-V^{n-j}}{d} \right) \quad (2.65)
 \end{aligned}$$

untuk $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$

nilai ekspektasi dari fungsi kerugian (2.66) disebut cadangan akhir tahun ke- j atau ${}_jV$, yakni:

$$\begin{aligned}
 {}_jV_{x:\overline{n}|}^1 &= E({}_jL | K(x) = j, j+1, j+2, \dots) \\
 &= E(V^{K(x)-j+1} - P_{x:\overline{n}|}^1 \cdot \frac{1}{d} (1 - V^{K(x)-j+1}) - \\
 &\quad P_{x:\overline{n}|}^1 \left(\frac{1-V^{n-j}}{d} \right)) \\
 &= A_{x+j:n-j}^1 - P_{x:\overline{n}|}^1 \cdot \frac{1}{d} (1 - A_{x+j:n-j}^1) \\
 &= A_{x+j:n-j}^1 - P_{x:\overline{n}|}^1 \cdot \ddot{a}_{x+j:n-j} \quad (2.66)
 \end{aligned}$$

untuk $j = 0, 1, 2, \dots, n-1$ dan $K(x) = j, j+1, j+2, \dots$

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Langkah Penelitian

1. Studi Literatur

Tahapan studi literatur, informasi mengenai premi dan cadangan asuransi jiwa berjangka dikumpulkan, serta data suku bunga stokastik dengan menggunakan metode *Vasicek* dan hukum mortalita *Weibull*. Literatur yang digunakan antara lain buku, majalah, dan *website* resmi asuransi jiwa.

2. Data Penelitian

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tabel Mortalita Indonesia (TMI) IV tahun 2019 dan suku bunga Bank Indonesia dalam jangka waktu 5 tahun (April 2019 sampai dengan Maret 2024).

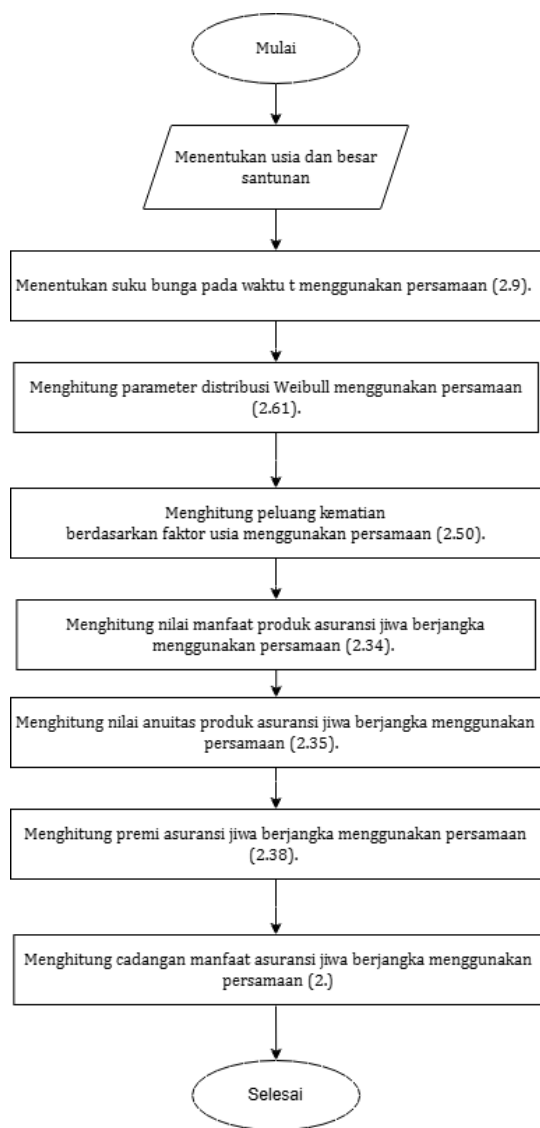
3. Analisis Data

Analisis data untuk menghitung premi dan cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka dengan suku bunga stokastik menggunakan hukum mortalita *Weibull*, mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mengetahui usia tertanggung atau pemegang polis.
2. Mengasumsikan besar santunan.

3. Mengidentifikasi suku bunga pada waktu t menggunakan persamaan (2.9).
4. Menghitung parameter distribusi *Weibull* menggunakan persamaan (2.61).
5. Menghitung peluang kematian berdasarkan faktor usia menggunakan persamaan (2.50).
6. Menghitung nilai manfaat asuransi jiwa berjangka menggunakan persamaan (2.34).
7. Menghitung nilai anuitas asuransi jiwa berjangka menggunakan persamaan (2.35).
8. Menghitung premi tahunan asuransi jiwa berjangka menggunakan persamaan (2.38).
9. Menghitung cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka menggunakan persamaan (2.66).

B. Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Asuransi jiwa berjangka merupakan jenis asuransi yang memberikan perlindungan selama jangka waktu tertentu dan hanya mengembalikan pembayaran selama jangka waktu tersebut. Dalam pembahasan kali ini, premi dan cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka akan ditentukan dengan menggunakan hukum mortalita *Weibull* dan suku bunga stokastik. Sebelum menentukan premi dan cadangan manfaat, diperlukan untuk menghitung peluang kematian, peluang hidup, anuitas, dan nilai manfaat dengan menggunakan hukum mortalita *Weibull* dan suku bunga stokastik, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengetahui Usia Tertanggung atau Pemegang Polis.

Perhitungan premi dan cadangan manfaat dihitung untuk seseorang berusia antara 0 hingga 111 tahun yang membeli asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun. Namun, seseorang berusia 0 tahun yang membeli asuransi untuk jangka waktu pembayaran 5 tahun digunakan sebagai simulasi perhitungan premi dan cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka.

2. Mengetahui Besar Santunan.

Besar uang pertanggungan yang diasumsikan sebesar Rp. 100.000.000, di mana besar santunan tersebut sangat umum digunakan sebagai ilustrasi sehingga memudahkan peneliti melakukan perhitungan. Kemudian tabel mortalita yang digunakan sebagai acuan untuk menghitung premi dan cadangan manfaat yaitu tabel mortalita Indonesia IV tahun 2019 yang dilihat pada lampiran (1), di mana TMI IV ini adalah acuan terbaru untuk perusahaan asuransi jiwa di Indonesia.

3. Menentukan suku bunga r_t untuk setiap t .

Dalam penelitian ini, penentuan tingkat suku bunga stokastik r_t menggunakan persamaan (2.1). Data yang digunakan dalam mengestimasi parameter dengan persamaan di atas adalah data suku bunga bulanan dari Bank Indonesia selama lima tahun dari bulan April 2019 hingga Maret 2024, yang dapat dilihat pada lampiran (2).

Berdasarkan model suku bunga yang digunakan, diperoleh hasil pada Tabel 4.1, dimana $r_{t_{i-1}}$ merupakan suku bunga periode awal dan r_{t_i} merupakan suku bunga periode akhir. Hasil tersebut digunakan dalam menghitung estimasi parameter dari tingkat suku bunga model *Vasicek*.

Tabel 4.1 Perhitungan untuk Eliminasi OLS Parameter
Suku Bunga *Vasicek*

i	$r_{t_{i-1}}$	r_{t_i}	$(r_{t_{i-1}})^2$	$(r_{t_i})^2$	$r_{t_{i-1}}r_{t_i}$
1	0,0600	0,0600	0,0036	0,0036	0,0036
2	0,0600	0,0600	0,0036	0,0036	0,0036
3	0,0600	0,0575	0,0036	0,0033	0,00345
4	0,0575	0,0550	0,0033	0,0030	0,0031625
5	0,0550	0,0525	0,0030	0,0028	0,0028875
6	0,0525	0,0500	0,0028	0,0025	0,002625
7	0,0500	0,0500	0,0025	0,0025	0,0025
8	0,0500	0,0500	0,0025	0,0025	0,0025
9	0,0500	0,0500	0,0025	0,0025	0,0025
10	0,0500	0,0475	0,0025	0,0023	0,002375
11	0,0475	0,0450	0,0023	0,0020	0,0021375
12	0,0450	0,0450	0,0020	0,0020	0,002025
13	0,0450	0,0450	0,0020	0,0020	0,002025
14	0,0450	0,0425	0,0020	0,0018	0,0019125
15	0,0425	0,0400	0,0018	0,0016	0,0017
16	0,0400	0,0400	0,0016	0,0016	0,0016
17	0,0400	0,0400	0,0016	0,0016	0,0016
18	0,0400	0,0400	0,0016	0,0016	0,0016
19	0,0400	0,0375	0,0016	0,0014	0,0015
20	0,0375	0,0375	0,0014	0,0014	0,00140625
21	0,0375	0,0375	0,0014	0,0014	0,00140625
22	0,0375	0,0350	0,0014	0,0012	0,0013125
23	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
24	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
25	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
26	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
27	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
28	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
29	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
30	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
31	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
32	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
33	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
34	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
35	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
36	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
37	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225

38	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
39	0,0350	0,0350	0,0012	0,0012	0,001225
40	0,0350	0,0375	0,0012	0,0014	0,0013125
41	0,0375	0,0425	0,0014	0,0018	0,00159375
42	0,0425	0,0475	0,0018	0,0023	0,00201875
43	0,0475	0,0525	0,0023	0,0028	0,00249375
44	0,0525	0,0550	0,0028	0,0030	0,0028875
45	0,0550	0,0575	0,0030	0,0033	0,0031625
46	0,0575	0,0575	0,0033	0,0033	0,00330625
47	0,0575	0,0575	0,0033	0,0033	0,00330625
48	0,0575	0,0575	0,0033	0,0033	0,00330625
49	0,0575	0,0575	0,0033	0,0033	0,00330625
50	0,0575	0,0575	0,0033	0,0033	0,00330625
51	0,0575	0,0575	0,0033	0,0033	0,00330625
52	0,0575	0,0575	0,0033	0,0033	0,00330625
53	0,0575	0,0575	0,0033	0,0033	0,00330625
54	0,0575	0,0600	0,0033	0,0036	0,00345
55	0,0600	0,0600	0,0036	0,0036	0,0036
56	0,0600	0,0600	0,0036	0,0036	0,0036
57	0,0600	0,0600	0,0036	0,0036	0,0036
58	0,0600	0,0600	0,0036	0,0036	0,0036
59	0,0600	0,0600	0,0036	0,0036	0,0036
Jumlah	2,7250	2,7250	0,1317	0,1317	0,1316

Berdasarkan tabel di atas, statistik ringkas yang diperlukan untuk perhitungan OLS dapat ditentukan menggunakan persamaan (2.15), sebagai berikut:

$$S_x = \sum_{i=1}^n r_{t_{i-1}} = 2,7250$$

$$S_y = \sum_{i=1}^n r_{t_i} = 2,7250$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (r_{t_{i-1}})^2 = 0,1317$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n (r_{t_i})^2 = 0,1317$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n r_{t_{i-1}} \cdot r_{t_i} = 0,1316$$

Langkah awal sebelum melakukan estimasi parameter ditentukan terlebih dahulu fluktuasi atau

perubahan waktu dari tingkat suku bunga yaitu Δt . Untuk mempermudah perhitungan, peneliti mengasumsikan bentuk yang sederhana, yaitu:

Misalkan $t = 1$

Maka, $\Delta t = (t + 1) - t = (1 + 1) - 1 = 1$

Setelah didapatkan nilai $\Delta t = 1$, maka langkah berikutnya melakukan perhitungan estimasi parameter k dengan menggunakan persamaan (2.17), estimasi parameter θ menggunakan persamaan (2.18) dan estimasi parameter σ menggunakan persamaan (2.19).

Estimasi Parameter k dapat ditentukan sebagai berikut,

$$k = - \frac{\ln\left(\frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2}\right)}{\Delta t}$$

$$k = - \frac{\ln\left(\frac{(59)(0,1316) - (2,7250)(2,7250)}{(59)(0,1317) - (2,7850)^2}\right)}{1}$$

$$k = - \left(\ln\left(\frac{0,33988}{0,34467}\right)\right)$$

$$k = -(\ln(0,98609))$$

$$k = -(-0,01401)$$

$$k = 0,01401$$

Selanjutnya estimasi Parameter θ diperoleh sebagai berikut,

$$\theta = \frac{S_y - \left(\frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2}\right) S_x}{n \left[1 - \left(\frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2}\right)\right]}$$

$$\theta = \frac{(2,7250) - \left(\frac{(59)(0,1316) - (2,7250)(2,7250)}{(59)(0,1317) - (2,7250)^2}\right)(2,7250)}{(59) \left[1 - \left(\frac{(59)(0,1316) - (2,7250)(2,7250)}{(59)(0,1317) - (2,7250)^2}\right)\right]}$$

$$\theta = \frac{0,000642}{1-0,98609}$$

$$\theta = \frac{0,000642}{0,013908}$$

$$\theta = 0,04619$$

Sedangkan estimasi Parameter σ yakni,

$$\sigma = \epsilon_{sd} \sqrt{\frac{-2 \ln \left(\frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2} \right)}{\Delta t \left(1 - \left(\frac{nS_{xy} - S_x S_y}{nS_{xx} - S_x^2} \right)^2 \right)}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(59)(0,1317) - (2,7250)^2 - (0,98609)((59)(0,1316) - (2,7250)(2,7250))}{(59)(59-2)}} \sqrt{\frac{-2 \ln(0,98609)}{1(1-(0,98609)^2)}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,009521}{(60)(58)}} \sqrt{\frac{0,02811}{0,02762}}$$

$$\sigma = 0,001683 \cdot 1,01407$$

$$\sigma = 0,00169$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka didapatkan hasil dari estimasi parameter suku bunga stokastik model *Vasicek* yaitu $k = 0,01401$, $\theta = 0,04619$ dan $\sigma = 0,00169$. Selanjutnya dilakukan perhitungan suku bunga r_t menggunakan persamaan (2.9).

$$r_t = r_0 e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) + \sigma e^{-kt} \int_0^t e^{ks} dW(s)$$

$$r_t = 0,06 \times e^{-(0,01401 \times 1)} + (0,04619)(1 - e^{-(0,01401 \times 1)}) + (0,00169)e^{-(0,01401 \times 1)} \int_0^1 e^{0,01401s} dW(s)$$

$$r_t = 0,06 \times 0,98609 + (0,04619)(1 - 0,98609) + (0,00169 \cdot 0,98609) \int_0^1 e^{0,01401s} dW(s)$$

$$r_t = 0,05916 + (0,04619)(0,01391) + (0,00169 \cdot 0,98609) \int_0^1 e^{0,01401s} dW(s)$$

$$r_t = 0,05916 + 0,000642 + (0,00169 \cdot 0,98609) \int_0^1 e^{0,01401s} dW(s)$$

$$\begin{aligned}
r_t &= 0,05981 + (0,00169 \cdot 0,98609) \int_0^1 e^{0,01401s} dW(s) \\
r_t &= 0,05981 + (0,00169 \cdot 0,98609) \times \left[\frac{100000}{1401} e^{0,01401s} \right]_0^1 \\
r_t &= 0,05698 + 0,001671 \times \left(\frac{100000}{1401} e^{0,01401(1)} - \right. \\
&\quad \left. \frac{100000}{1401} e^{0,01401(0)} \right) \\
r_t &= 0,05698 + 0,001671 \times \left(\frac{100000}{1401} e^{0,01401} - \frac{100000}{1401} \right) \\
r_t &= 0,05698 + 0,001671 \times (-0,99272) \\
r_t &= 0,05815
\end{aligned}$$

Didapatkan nilai $r_t = 0,05815$, dimana r_t merupakan nilai peramalan perhitungan suku bunga stokastik model *Vasicek*. Kemudian akan dicari faktor diskon (v), dimana:

$$\begin{aligned}
v &= \left(\frac{1}{1+r_t} \right) \\
v &= \left(\frac{1}{1+0,05815} \right) \\
v &= 0,94505
\end{aligned}$$

4. Estimasi Parameter Distribusi *Weibull*

Tahapan selanjutnya setelah didapatkan nilai suku bunga model *Vasicek*, yaitu melakukan estimasi parameter distribusi *Weibull* dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Selain itu, penyesuaian dilakukan dengan memulai pengamatan untuk membangun model kematian yang dilakukan pada usia dewasa yaitu pada usia 16 hingga 79 tahun. Hal ini dikarenakan pada rentang usia tersebut tingkat penetrasi asuransi paling tinggi di Indonesia (AAJI, 2019). Hasil estimasi

parameter distribusi *Weibull* menggunakan persamaan (2.61), berdasarkan nilai pada Tabel Mortalitas Indonesia 2019 untuk laki-laki adalah

$$\begin{aligned}
 \beta &= (X'X)^{-1}(X'Y) \\
 \beta &= \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \ln(x_1) & \ln(x_2) & \dots & \ln(x_n) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & \ln(x_1) \\ 1 & \ln(x_2) \\ \vdots & \vdots \\ 1 & \ln(x_n) \end{pmatrix} \right]^{-1} \\
 &\quad \times \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \ln(x_1) & \ln(x_2) & \dots & \ln(x_n) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \ln[-\ln s(x_1)] \\ \ln[-\ln s(x_2)] \\ \vdots \\ \ln[-\ln s(x_n)] \end{pmatrix} \right] \\
 \beta &= \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \ln(16) & \ln(17) & \dots & \ln(79) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & \ln(16) \\ 1 & \ln(17) \\ \vdots & \vdots \\ 1 & \ln(79) \end{pmatrix} \right]^{-1} \\
 &\quad \times \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \ln(16) & \ln(17) & \dots & \ln(79) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \ln[-\ln s(16)] \\ \ln[-\ln s(17)] \\ \vdots \\ \ln[-\ln s(79)] \end{pmatrix} \right] \\
 \beta &= \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 2,77259 & 2,83321 & \dots & 4,36945 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 2,77259 \\ 1 & 2,83321 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & 4,36945 \end{pmatrix} \right]^{-1} \\
 &\quad \times \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 2,77259 & 2,83321 & \dots & 4,36945 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} -6,17999 \\ -6,0966 \\ \vdots \\ -1,21647 \end{pmatrix} \right] \\
 \beta &= \begin{pmatrix} -16,07261 \\ 3,21271 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan parameter β dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) untuk laki-laki menggunakan Program R sebagai berikut:

Tabel 4.2 Tabel Hasil *Output* Estimasi Parameter untuk Laki-Laki

Parameter	Estimasi	<i>Standart error</i>	Nilai-t	<i>p-value</i>	<i>Adj. R-kuadrat</i>
β_0	-16,0726	0,3343	-48,0732	$3,34 \times 10^{-50}$	0,9558
β_1	3,2127	0,0877	36,6271	$3,08 \times 10^{-43}$	

Berdasarkan Tabel 4.2 dan persamaan (2.62), didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\ln[-\ln s(x)] = 16,0726 + 3,2127 \ln x$$

Sehingga dengan hipotesis

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

Kesimpulan dari hipotesis di atas adalah tolak H_0 , karena nilai probabilitas dari variabel β_1 lebih kecil dari yang merupakan taraf nyata. Dengan taraf nyata sebesar 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa parameter layak digunakan untuk menghitung tabel mortalitas. Berdasarkan nilai *adjusted R-squared*, 95,58% data dapat dijelaskan oleh model mortalitas. Maka dari itu, hasil estimasi parameter distribusi *Weibull* pada Tabel Mortalita Indonesia IV tahun 2019, menggunakan persamaan (2.63) adalah

$$\alpha = 3,2127$$

$$\beta = e^{\left(\frac{-16,0726}{-3,2127}\right)} = 148,832997$$

Tabel Mortalitas Indonesia 2019 untuk perempuan juga dapat digunakan untuk menentukan parameter *Weibull*. Dengan memulai pengamatan pada usia 16 hingga 79 tahun, maka dilakukan perubahan pada model mortalitas. Oleh karena itu, hasil estimasi parameter distribusi *Weibull* pada Tabel Mortalitas Indonesia 2019, menggunakan persamaan (2.61) untuk perempuan adalah

$$\begin{aligned}
 \beta &= (X'X)^{-1}(X'Y) \\
 \beta &= \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \ln(x_1) & \ln(x_2) & \dots & \ln(x_n) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & \ln(x_1) \\ 1 & \ln(x_2) \\ \vdots & \vdots \\ 1 & \ln(x_n) \end{pmatrix} \right]^{-1} \\
 &\quad \times \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \ln(x_1) & \ln(x_2) & \dots & \ln(x_n) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \ln[-\ln s(x_1)] \\ \ln[-\ln s(x_2)] \\ \vdots \\ \ln[-\ln s(x_n)] \end{pmatrix} \right] \\
 \beta &= \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \ln(16) & \ln(17) & \dots & \ln(79) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & \ln(16) \\ 1 & \ln(17) \\ \vdots & \vdots \\ 1 & \ln(79) \end{pmatrix} \right]^{-1} \\
 &\quad \times \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \ln(16) & \ln(17) & \dots & \ln(79) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \ln[-\ln s(16)] \\ \ln[-\ln s(17)] \\ \vdots \\ \ln[-\ln s(79)] \end{pmatrix} \right] \\
 \beta &= \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 2,77259 & 2,83321 & \dots & 4,36945 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 2,77259 \\ 1 & 2,83321 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & 4,36945 \end{pmatrix} \right]^{-1} \\
 &\quad \times \left[\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 2,77259 & 2,83321 & \dots & 4,36945 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} -6,67652 \\ -6,64526 \\ \vdots \\ -1,53408 \end{pmatrix} \right] \\
 \beta &= \begin{pmatrix} -16,8296 \\ 3,3182 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan parameter β dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) untuk perempuan menggunakan Program R sebagai berikut:

Tabel 4.3 Tabel Hasil *Output* Estimasi Parameter untuk Perempuan

Parameter	Estimasi	Standart error	Nilai-t	p-value	Adj. R-kuadrat
β_0	-16,8296	0,3279	-51,329	$6,75 \times 10^{-52}$	0,9599
β_1	3,3182	0,0860	38,575	$1,48 \times 10^{-44}$	

Berdasarkan Tabel 4.3 dan persamaan (2.62), didapatkan persamaan sebagai berikut

$$\ln[-\ln s(x)] = 16.8296 + 3.3182 \ln x$$

Sehingga dengan hipotesis

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

Kesimpulan dari hipotesis diatas adalah tolak H_0 , karena nilai probabilitas dari variabel β_1 lebih kecil dari yang merupakan taraf nyata. Dengan taraf nyata sebesar 5%, maka dapat disimpulkan bahwa parameter layak digunakan untuk menghitung tabel mortalitas. Berdasarkan nilai *adjusted R-squared*, 95,99% data dapat dijelaskan oleh model mortalitas. Maka dari itu, hasil estimasi parameter distribusi *Weibull* pada Tabel Mortalita Indonesia IV tahun 2019, menggunakan persamaan (2.63) adalah

$$\alpha = 3,3182$$

$$\beta = e^{\left(\frac{-12,4276}{-2,4471}\right)} = 159,4776$$

5. Menghitung Peluang Kematian

Tahapan berikutnya setelah didapat parameter distribusi *Weibull*, akan dicari probabilitas hidup dan probabilitas kematian. Sebagai simulasi akan dihitung seorang laki-laki berusia 0 tahun dan mengikuti asuransi jiwa selama 5 tahun. Untuk menghitung probabilitas hidup seorang laki-laki menggunakan persamaan (2.49), akan diperoleh

$${}_np_x = e^{-\frac{(x+n)^\alpha - x^\alpha}{\beta^\alpha}}$$

$${}_5p_0 = e^{-\frac{(0+5)^{3,21271} - 0^{3,21271}}{148,83300^{3,21271}}}$$

$${}_5p_0 = e^{-\frac{176,02980 - 0}{9555362,660666}}$$

$${}_5p_0 = e^{-0,00001842}$$

$${}_5p_0 = 0,9999815781$$

Sedangkan dalam menghitung probabilitas meninggal seorang laki-laki menggunakan persamaan (2.50), akan diperoleh

$${}_nq_x = 1 - {}_np_x$$

$${}_5q_0 = 1 - {}_5p_0$$

$${}_5q_0 = 1 - 0,9999815781$$

$${}_5q_0 = 0,0000184219$$

Kemudian menghitung probabilitas hidup dan probabilitas meninggalnya. Sebagai simulasi akan

dihitung seorang perempuan berusia $x = 0$ tahun dan mengikuti asuransi jiwa selama $n = 5$ tahun.

Untuk menghitung probabilitas hidup seorang perempuan menggunakan persamaan (2.49), akan diperoleh

$$\begin{aligned} {}_n p_x &= e^{-\frac{(x+n)^\alpha - x^\alpha}{\beta^\alpha}} \\ {}_5 p_0 &= e^{-\frac{(0+5)^{3,31820} - 0^{3,31820}}{159,47760^{3,31820}}} \\ {}_5 p_0 &= e^{-\frac{208,60379 - 0}{20.370.322,03106}} \\ {}_5 p_0 &= e^{-0,00001024} \\ {}_5 p_0 &= 0,9999898 \end{aligned}$$

Sedangkan dalam menghitung probabilitas meninggal seorang perempuan menggunakan persamaan (2.50), akan diperoleh

$$\begin{aligned} {}_n q_x &= 1 - {}_n p_x \\ {}_5 q_0 &= 1 - {}_5 p_0 \\ {}_5 q_0 &= 1 - 0,9999898 \\ {}_5 q_0 &= 0,000010248 \end{aligned}$$

Perhitungan peluang hidup dan peluang kematian untuk seseorang berusia 0 sampai 111 tahun yang membeli asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun dijelaskan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Peluang Hidup dan Peluang Kematian untuk Laki-Laki dan Perempuan

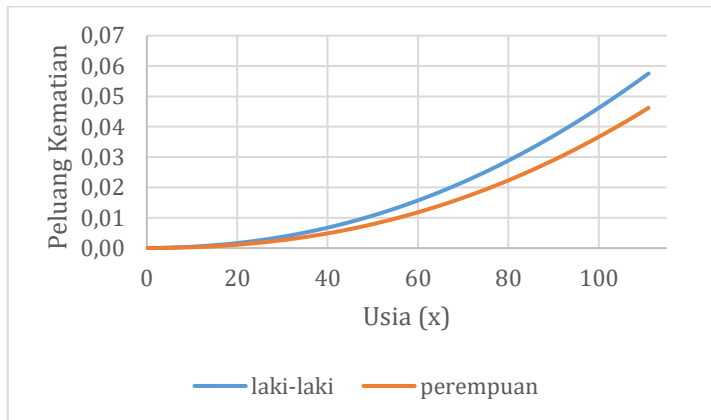
Usia (x)	Laki-Laki		Perempuan	
	${}_5p_x$	${}_5q_x$	${}_5p_x$	${}_5q_x$
0	0,99998	0,000018	0,99999	0,00001
1	0,99997	0,000033	0,99998	0,00002
2	0,99995	0,000053	0,99997	0,00003
3	0,99992	0,000080	0,99995	0,00005
4	0,99989	0,000113	0,99993	0,00007
5	0,99985	0,000152	0,99991	0,00009
6	0,99980	0,000199	0,99988	0,00012
7	0,99975	0,000252	0,99984	0,00016
8	0,99969	0,000313	0,99980	0,00020
9	0,99962	0,000382	0,99976	0,00024
10	0,99954	0,000457	0,99971	0,00029
11	0,99946	0,000541	0,99965	0,00035
12	0,99937	0,000632	0,99959	0,00041
13	0,99927	0,000732	0,99953	0,00047
14	0,99916	0,000839	0,99945	0,00055
15	0,99905	0,000955	0,99937	0,00063
16	0,99892	0,001078	0,99929	0,00071
17	0,99879	0,001211	0,99920	0,00080
18	0,99865	0,001351	0,99910	0,00090
19	0,99850	0,001500	0,99899	0,00101
20	0,99834	0,001658	0,99888	0,00112
21	0,99818	0,001825	0,99877	0,00123
22	0,99800	0,002000	0,99864	0,00136
23	0,99782	0,002184	0,99851	0,00149
24	0,99762	0,002377	0,99837	0,00163
25	0,99742	0,002579	0,99823	0,00177
26	0,99721	0,002790	0,99807	0,00193
27	0,99699	0,003010	0,99791	0,00209
28	0,99676	0,003240	0,99775	0,00225

29	0,99652	0,003478	0,99757	0,00243
30	0,99627	0,003726	0,99739	0,00261
31	0,99602	0,003984	0,99720	0,00280
32	0,99575	0,004250	0,99701	0,00299
33	0,99547	0,004527	0,99680	0,00320
34	0,99519	0,004812	0,99659	0,00341
35	0,99489	0,005108	0,99637	0,00363
36	0,99459	0,005412	0,99614	0,00386
37	0,99427	0,005727	0,99591	0,00409
38	0,99395	0,006051	0,99566	0,00434
39	0,99361	0,006385	0,99541	0,00459
40	0,99327	0,006729	0,99515	0,00485
41	0,99292	0,007083	0,99489	0,00511
42	0,99255	0,007446	0,99461	0,00539
43	0,99218	0,007819	0,99433	0,00567
44	0,99180	0,008203	0,99403	0,00597
45	0,99140	0,008596	0,99373	0,00627
46	0,99100	0,008999	0,99342	0,00658
47	0,99059	0,009412	0,99311	0,00689
48	0,99016	0,009836	0,99278	0,00722
49	0,98973	0,010269	0,99245	0,00755
50	0,98929	0,010713	0,99211	0,00789
51	0,98883	0,011167	0,99175	0,00825
52	0,98837	0,011631	0,99139	0,00861
53	0,98790	0,012105	0,99103	0,00897
54	0,98741	0,012589	0,99065	0,00935
55	0,98692	0,013084	0,99026	0,00974
56	0,98641	0,013589	0,98987	0,01013
57	0,98590	0,014104	0,98946	0,01054
58	0,98537	0,014630	0,98905	0,01095
59	0,98483	0,015166	0,98863	0,01137
60	0,98429	0,015712	0,98820	0,01180
61	0,98373	0,016269	0,98776	0,01224
62	0,98316	0,016836	0,98731	0,01269
63	0,98259	0,017413	0,98686	0,01314

64	0,98200	0,018001	0,98639	0,01361
65	0,98140	0,018600	0,98591	0,01409
66	0,98079	0,019209	0,98543	0,01457
67	0,98017	0,019828	0,98494	0,01506
68	0,97954	0,020458	0,98443	0,01557
69	0,97890	0,021098	0,98392	0,01608
70	0,97825	0,021749	0,98340	0,01660
71	0,97759	0,022411	0,98287	0,01713
72	0,97692	0,023083	0,98233	0,01767
73	0,97623	0,023765	0,98178	0,01822
74	0,97554	0,024458	0,98122	0,01878
75	0,97484	0,025162	0,98065	0,01935
76	0,97412	0,025876	0,98007	0,01993
77	0,97340	0,026601	0,97949	0,02051
78	0,97266	0,027337	0,97889	0,02111
79	0,97192	0,028083	0,97828	0,02172
80	0,97116	0,028839	0,97767	0,02233
81	0,97039	0,029607	0,97704	0,02296
82	0,96962	0,030384	0,97641	0,02359
83	0,96883	0,031173	0,97577	0,02423
84	0,96803	0,031972	0,97511	0,02489
85	0,96722	0,032782	0,97445	0,02555
86	0,96640	0,033602	0,97378	0,02622
87	0,96557	0,034433	0,97309	0,02691
88	0,96473	0,035274	0,97240	0,02760
89	0,96387	0,036126	0,97170	0,02830
90	0,96301	0,036989	0,97099	0,02901
91	0,96214	0,037862	0,97027	0,02973
92	0,96125	0,038746	0,96954	0,03046
93	0,96036	0,039641	0,96880	0,03120
94	0,95945	0,040546	0,96805	0,03195
95	0,95854	0,041461	0,96729	0,03271
96	0,95761	0,042388	0,96652	0,03348
97	0,95668	0,043324	0,96574	0,03426
98	0,95573	0,044272	0,96495	0,03505

99	0,95477	0,045230	0,96415	0,03585
100	0,95380	0,046198	0,96334	0,03666
101	0,95282	0,047177	0,96252	0,03748
102	0,95183	0,048166	0,96169	0,03831
103	0,95083	0,049166	0,96086	0,03914
104	0,94982	0,050177	0,96001	0,03999
105	0,94880	0,051198	0,95915	0,04085
106	0,94777	0,052229	0,95828	0,04172
107	0,94673	0,053271	0,95741	0,04259
108	0,94568	0,054323	0,95652	0,04348
109	0,94461	0,055386	0,95562	0,04438
110	0,94354	0,056459	0,95472	0,04528
111	0,94246	0,057542	0,95380	0,04620

Adapun hasil Tabel 4.4 dibuat dalam bentuk grafik untuk mempermudah melihat perbedaan yang ada.



Gambar 4.1 Grafik Peluang Kematian untuk Laki-Laki dan Perempuan

Berdasarkan Gambar 4.1, dapat dilihat bahwa secara grafik peluang kematian laki-laki dan perempuan

meningkat secara signifikan seiring bertambahnya usia. Namun kenaikan peluang kematian laki-laki lebih besar dibandingkan perempuan, yang menunjukkan bahwa peluang kematian laki-laki lebih tinggi dibandingkan peluang kematian perempuan pada setiap usia. Hal ini sesuai dengan Tabel Mortalita Indonesia IV tahun 2019, yang mana menyatakan bahwa peluang kematian laki-laki lebih tinggi dibandingkan peluang kematian perempuan.

6. Menghitung Nilai Sekarang Aktuaria (*Actuarial Present Value /APV*)

Nilai sekarang aktuaria dapat ditentukan dengan melibatkan tingkat suku bunga *Vasicek*, nilai peluang hidup dan peluang meninggal seseorang. Sebagai simulasi, perhitungan nilai tunai anuitas untuk seseorang berusia 0 tahun yang membeli asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun. Untuk menghitung nilai sekarang aktuaria asuransi jiwa berjangka 5 tahun untuk seorang laki-laki menggunakan persamaan (2.34), akan diperoleh

$$\begin{aligned} A_{x:\overline{n}|}^1 &= \sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} \cdot {}_k p_x \cdot q_{x+k} \\ A_{0:\overline{5}|}^1 &= \sum_{k=0}^{5-1} v^{k+1} \cdot {}_k p_0 \cdot q_{0+k} \\ A_{0:\overline{5}|}^1 &= v^1 \cdot {}_0 p_0 \cdot q_{0+0} + v^2 \cdot {}_1 p_0 \cdot q_{0+1} + v^3 \cdot {}_2 p_0 \cdot q_{0+2} + v^4 \cdot \\ &\quad {}_3 p_0 \cdot q_{0+3} + v^5 \cdot {}_4 p_0 \cdot q_{0+4} \end{aligned}$$

$$A_{0:\bar{5}}^1 = \left[v^1 \cdot \left(e^{-\frac{(0+0)^3, 21271-0^3, 21271}{148,83300^3, 21271}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{(0+0+1)^3, 21271-0^3, 21271}{148,83300^3, 21271}} \right) \right] +$$

$$\left[v^2 \cdot \left(e^{-\frac{(0+1)^3, 21271-0^3, 21271}{148,83300^3, 21271}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{(0+1+1)^3, 21271-0^3, 21271}{148,83300^3, 21271}} \right) \right] +$$

$$\left[v^3 \cdot \left(e^{-\frac{(0+2)^3, 21271-0^3, 21271}{148,83300^3, 21271}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{(0+2+1)^3, 21271-0^3, 21271}{148,83300^3, 21271}} \right) \right] +$$

$$\left[v^4 \cdot \left(e^{-\frac{(0+3)^3, 21271-0^3, 21271}{148,83300^3, 21271}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{(0+3+1)^3, 21271-0^3, 21271}{148,83300^3, 21271}} \right) \right] +$$

$$\left[v^5 \cdot \left(e^{-\frac{(0+4)^3, 21271-0^3, 21271}{148,83300^3, 21271}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{(0+4+1)^3, 21271-0^3, 21271}{148,83300^3, 21271}} \right) \right]$$

$$A_{0:\bar{5}}^1 = 0,94505^1 \cdot 1 \cdot 0,00000011 + 0,94505^2 \cdot 0,99999990 \cdot$$

$$0,00000087 + 0,94505^3 \cdot 0,99999903 \cdot 0,00000260 +$$

$$0,94505^4 \cdot 0,99999643 \cdot 0,00000543 + 0,94505^5 \cdot$$

$$0,99999101 \cdot 0,00000943$$

$$A_{0:\bar{5}}^1 = 0,0000145$$

Sedangkan untuk menghitung nilai sekarang aktuarial asuransi jiwa berjangka 5 tahun untuk seorang perempuan, akan diperoleh

$$A_{x:\bar{n}}^1 = \sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} \cdot {}_k p_x \cdot q_{x+k}$$

$$A_{0:\bar{5}}^1 = \sum_{k=0}^{5-1} v^{k+1} \cdot {}_k p_0 \cdot q_{0+k}$$

$$A_{0:\bar{5}}^1 = v^1 \cdot {}_0 p_0 \cdot q_{0+0} + v^2 \cdot {}_1 p_0 \cdot q_{0+1} + v^3 \cdot {}_2 p_0 \cdot q_{0+2} + v^4 \cdot$$

$${}_3 p_0 \cdot q_{0+3} + v^5 \cdot {}_4 p_0 \cdot q_{0+4}$$

$$A_{0:\bar{5}}^1 = \left[v^1 \cdot \left(e^{-\frac{(0+0)^3, 31820-0^3, 31820}{159,47760^3, 31820}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{(0+0+1)^3, 31820-0^3, 31820}{159,47760^3, 31820}} \right) \right] +$$

$$\left[v^2 \cdot \left(e^{-\frac{(0+1)^3, 31820-0^3, 31820}{159,47760^3, 31820}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{(0+1+1)^3, 31820-0^3, 31820}{159,47760^3, 31820}} \right) \right] +$$

$$\left[v^3 \cdot \left(e^{-\frac{(0+2)^3, 31820-0^3, 31820}{159,47760^3, 31820}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{(0+2+1)^3, 31820-0^3, 31820}{159,47760^3, 31820}} \right) \right] +$$

$$\left[v^4 \cdot \left(e^{-\frac{(0+3)^3, 31820-0^3, 31820}{159,47760^3, 31820}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{(0+3+1)^3, 31820-0^3, 31820}{159,47760^3, 31820}} \right) \right] +$$

$$\left[v^5 \cdot \left(e^{-\frac{(0+4)^3, 31820-0^3, 31820}{159,47760^3, 31820}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{(0+4+1)^3, 31820-0^3, 31820}{159,47760^3, 31820}} \right) \right]$$

$$A_{0:\overline{5}|}^1 = 0,94505^1 \cdot 1 \cdot 0,000000049 + 0,94505^2 \cdot 0,99999995 \cdot 0,00000044 + 0,94505^3 \cdot 0,99999951 \cdot 0,00000139 + 0,94505^4 \cdot 0,99999812 \cdot 0,0000030 + 0,94505^5 \cdot 0,99999512 \cdot 0,00000536$$

$$A_{0:\overline{5}|}^1 = 0,00000805$$

Hasil nilai sekarang aktuarial dinyatakan dalam satuan rupiah karena manfaat merupakan suatu pembayaran dari perusahaan asuransi kepada nasabah. Berikut perhitungan nilai sekarang aktuarial untuk seseorang berusia 0 sampai 111 tahun yang membeli asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun.

Tabel 4.5 Nilai Sekarang Aktuarial Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun

Usia (x)	$A_{x:\overline{5} }^1$		Usia (x)	$A_{x:\overline{5} }^1$	
	Laki-Laki	Perempuan		Laki-Laki	Perempuan
0	0,0000145	0,00000805	56	0,0114605	0,0085426
1	0,0000263	0,0000149	57	0,0118961	0,0088836
2	0,0000429	0,0000247	58	0,0123404	0,0092321
3	0,0000648	0,0000379	59	0,0127935	0,0095882
4	0,0000920	0,0000547	60	0,0132554	0,0099519
5	0,0001249	0,0000752	61	0,0137261	0,0103231
6	0,0001636	0,0000997	62	0,0142056	0,0107020
7	0,0002083	0,0001284	63	0,0146940	0,0110886
8	0,0002591	0,0001613	64	0,0151912	0,0114828
9	0,0003162	0,0001986	65	0,0156973	0,0118848
10	0,0003797	0,0002405	66	0,0162123	0,0122945
11	0,0004497	0,0002871	67	0,0167362	0,0127121
12	0,0005263	0,0003385	68	0,0172690	0,0131374
13	0,0006097	0,0003948	69	0,0178108	0,0135705

14	0,0006998	0,0004561	70	0,0183614	0,0140115
15	0,0007969	0,0005225	71	0,0189210	0,0144603
16	0,0009009	0,0005942	72	0,0194896	0,0149171
17	0,0010120	0,0006711	73	0,0200671	0,0153818
18	0,0011303	0,0007535	74	0,0206536	0,0158544
19	0,0012557	0,0008413	75	0,0212491	0,0163349
20	0,0013885	0,0009347	76	0,0218536	0,0168235
21	0,0015287	0,0010338	77	0,0224670	0,0173201
22	0,0016762	0,0011386	78	0,0230895	0,0178247
23	0,0018313	0,0012492	79	0,0237209	0,0183373
24	0,0019939	0,0013656	80	0,0243614	0,0188580
25	0,0021641	0,0014880	81	0,0250109	0,0193867
26	0,0023420	0,0016164	82	0,0256694	0,0199236
27	0,0025276	0,0017509	83	0,0263369	0,0204685
28	0,0027210	0,0018915	84	0,0270134	0,0210216
29	0,0029222	0,0020384	85	0,0276989	0,0215829
30	0,0031313	0,0021915	86	0,0283935	0,0221523
31	0,0033483	0,0023509	87	0,0290970	0,0227298
32	0,0035733	0,0025167	88	0,0298096	0,0233156
33	0,0038063	0,0026890	89	0,0305313	0,0239095
34	0,0040474	0,0028677	90	0,0312619	0,0245117
35	0,0042965	0,0030531	91	0,0320016	0,0251221
36	0,0045538	0,0032450	92	0,0327502	0,0257407
37	0,0048193	0,0034436	93	0,0335079	0,0263676
38	0,0050929	0,0036488	94	0,0342746	0,0270027
39	0,0053749	0,0038609	95	0,0350503	0,0276461
40	0,0056651	0,0040797	96	0,0358350	0,0282977
41	0,0059636	0,0043054	97	0,0366287	0,0289577
42	0,0062705	0,0045381	98	0,0374314	0,0296259
43	0,0065858	0,0047776	99	0,0382431	0,0303025
44	0,0069095	0,0050241	100	0,0390637	0,0309873
45	0,0072416	0,0052777	101	0,0398933	0,0316805

46	0,0075822	0,0055384	102	0,0407319	0,0323820
47	0,0079314	0,0058061	103	0,0415794	0,0330918
48	0,0082890	0,0060810	104	0,0424359	0,0338099
49	0,0086552	0,0063632	105	0,0433013	0,0345364
50	0,0090300	0,0066525	106	0,0441756	0,0352712
51	0,0094135	0,0069491	107	0,0450589	0,0360144
52	0,0098055	0,0072531	108	0,0459511	0,0367659
53	0,0102062	0,0075643	109	0,0468521	0,0375258
54	0,0106156	0,0078830	110	0,0477620	0,0382940
55	0,0110337	0,0082091	111	0,0486808	0,0390706

7. Menghitung Nilai Tunai Anuitas Hidup Produk Asuransi Jiwa Berjangka

Nilai anuitas dapat ditentukan dengan melibatkan tingkat suku bunga *Vasicek* dan nilai peluang hidup seseorang. Sebagai simulasi, perhitungan nilai tunai anuitas untuk seseorang berusia 0 tahun yang membeli asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun. Untuk menghitung nilai tunai anuitas hidup seorang laki-laki menggunakan persamaan (2.34), akan diperoleh

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} v^k \cdot {}_k p_x$$

$$\ddot{a}_{0:\overline{5}|} = \sum_{k=0}^{5-1} v^k \cdot {}_k p_0$$

$$\ddot{a}_{0:\overline{5}|} = v^0 \cdot {}_0 p_0 + v^1 \cdot {}_1 p_0 + v^2 \cdot {}_2 p_0 + v^3 \cdot {}_3 p_0 + v^4 \cdot {}_4 p_0$$

$$\begin{aligned}
\ddot{a}_{0:\bar{5}|} = & v^0 \cdot \left(e^{-\left(\frac{(0+0)^{3,21271} - (0)^{3,21271}}{148,83300^{3,21271}} \right)} \right) + v^1 \cdot \\
& \left(e^{-\left(\frac{(0+1)^{3,21271} - (0)^{3,21271}}{148,83300^{3,21271}} \right)} \right) + v^2 \cdot \\
& \left(e^{-\left(\frac{(0+2)^{3,21271} - (0)^{3,21271}}{148,83300^{3,21271}} \right)} \right) + v^3 \cdot \\
& \left(e^{-\left(\frac{(0+3)^{3,21271} - (0)^{3,21271}}{148,83300^{3,21271}} \right)} \right) + v^4 \cdot \\
& \left(e^{-\left(\frac{(0+4)^{3,21271} - (0)^{3,21271}}{148,83300^{3,21271}} \right)} \right)
\end{aligned}$$

$$\ddot{a}_{0:\bar{5}|} = 4,47983$$

Berikutnya untuk menghitung nilai tunai anuitas hidup seorang perempuan menggunakan persamaan (2.34), akan diperoleh

$$\begin{aligned}
\ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= \sum_{k=0}^{n-1} v^k \cdot {}_k p_x \\
\ddot{a}_{0:\bar{5}|} &= \sum_{k=0}^{5-1} v^k \cdot {}_k p_0 \\
\ddot{a}_{0:\bar{5}|} &= v^0 \cdot {}_0 p_0 + v^1 \cdot {}_1 p_0 + v^2 \cdot {}_2 p_0 + v^3 \cdot {}_3 p_0 + \\
& v^4 \cdot {}_4 p_0 \\
\ddot{a}_{0:\bar{5}|} &= v^0 \cdot \left(e^{-\left(\frac{(0+0)^{3,31820} - (0)^{3,31820}}{159,47760^{3,31820}} \right)} \right) + v^1 \cdot \\
& \left(e^{-\left(\frac{(0+1)^{3,31820} - (0)^{3,31820}}{159,47760^{3,31820}} \right)} \right) + v^2 \cdot \\
& \left(e^{-\left(\frac{(0+2)^{3,31820} - (0)^{3,31820}}{159,47760^{3,31820}} \right)} \right) + v^3 \cdot
\end{aligned}$$

$$\left(e^{-\left(\frac{(0+3)^{3,31820} - (0)^{3,31820}}{159,47760^{3,31820}} \right)} \right) + v^4 \cdot$$

$$\left(e^{-\left(\frac{(0+4)^{3,31820} - (0)^{3,31820}}{159,47760^{3,31820}} \right)} \right)$$

$$\ddot{a}_{0:\overline{5}|} = 4,47984$$

Karena anuitas adalah suatu bentuk pembayaran, hasil perhitungan anuitas ditampilkan dalam satuan rupiah. Berikut adalah perhitungan nilai tunai anuitas bagi seseorang yang berusia 0 hingga 111 tahun yang memiliki asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun.

Tabel 4.6 Nilai Anuitas Produk Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun

Usia (x)	$\ddot{a}_{x:\overline{5} }$		Usia (x)	$\ddot{a}_{x:\overline{5} }$	
	Laki-Laki	Perempuan		Laki-Laki	Perempuan
0	4,47983	4,47984	56	4,45769	4,46337
1	4,47982	4,47983	57	4,45684	4,46270
2	4,47979	4,47981	58	4,45596	4,46202
3	4,47976	4,47979	59	4,45507	4,46132
4	4,47971	4,47977	60	4,45416	4,46060
5	4,47966	4,47973	61	4,45323	4,45987
6	4,47959	4,47969	62	4,45228	4,45913
7	4,47951	4,47964	63	4,45132	4,45836
8	4,47942	4,47958	64	4,45033	4,45759
9	4,47932	4,47952	65	4,44933	4,45680
10	4,47921	4,47944	66	4,44831	4,45599

11	4,47908	4,47936	67	4,44728	4,45516
12	4,47894	4,47926	68	4,44622	4,45432
13	4,47878	4,47916	69	4,44515	4,45347
14	4,47862	4,47905	70	4,44406	4,45260
15	4,47843	4,47892	71	4,44295	4,45171
16	4,47824	4,47879	72	4,44182	4,45081
17	4,47803	4,47865	73	4,44067	4,44989
18	4,47781	4,47849	74	4,43951	4,44895
19	4,47757	4,47833	75	4,43832	4,44800
20	4,47732	4,47815	76	4,43712	4,44703
21	4,47705	4,47796	77	4,43590	4,44605
22	4,47677	4,47777	78	4,43466	4,44505
23	4,47647	4,47755	79	4,43341	4,44403
24	4,47616	4,47733	80	4,43213	4,44300
25	4,47584	4,47710	81	4,43084	4,44195
26	4,47550	4,47685	82	4,42952	4,44088
27	4,47514	4,47660	83	4,42819	4,43980
28	4,47477	4,47633	84	4,42684	4,43870
29	4,47438	4,47604	85	4,42548	4,43759
30	4,47398	4,47575	86	4,42409	4,43645
31	4,47356	4,47544	87	4,42268	4,43530
32	4,47312	4,47512	88	4,42126	4,43414
33	4,47267	4,47479	89	4,41982	4,43296
34	4,47220	4,47445	90	4,41835	4,43176
35	4,47172	4,47409	91	4,41687	4,43054
36	4,47122	4,47372	92	4,41537	4,42931
37	4,47070	4,47333	93	4,41386	4,42806
38	4,47017	4,47293	94	4,41232	4,42679
39	4,46962	4,47252	95	4,41076	4,42550

40	4,46906	4,47210	96	4,40919	4,42420
41	4,46847	4,47166	97	4,40760	4,42288
42	4,46788	4,47120	98	4,40599	4,42155
43	4,46726	4,47074	99	4,40435	4,42019
44	4,46663	4,47026	100	4,40270	4,41882
45	4,46598	4,46976	101	4,40104	4,41744
46	4,46531	4,46925	102	4,39935	4,41603
47	4,46463	4,46873	103	4,39764	4,41461
48	4,46393	4,46819	104	4,39592	4,41317
49	4,46321	4,46764	105	4,39417	4,41171
50	4,46247	4,46708	106	4,39241	4,41024
51	4,46172	4,46650	107	4,39063	4,40875
52	4,46095	4,46590	108	4,38883	4,40724
53	4,46016	4,46529	109	4,38701	4,40571
54	4,45936	4,46467	110	4,38517	4,40417
55	4,45853	4,46403	111	4,38331	4,40261

8. Menghitung Premi Asuransi Jiwa Berjangka

Perhitungan premi asuransi jiwa berjangka dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.37). Sebagai simulasi, akan dihitung premi asuransi jiwa berjangka 5 tahun untuk seseorang yang berusia 0 tahun dengan uang pertanggungan sebesar Rp100.000.000.

Premi untuk seorang laki-laki, sebagai berikut:

$$P_{x:\overline{n}|}^1 = \frac{A_{x:\overline{n}|}^1}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \times 100.000.000$$

$$P_{0:\overline{5}|}^1 = \frac{A_{0:\overline{5}|}^1}{\ddot{a}_{0:\overline{5}|}} \times 100.000.000$$

$$P_{0:\overline{5}|}^1 = \frac{0,0000145}{4,47983} \times 100.000.000$$

$$P_{0:\overline{5}|}^1 = 0,00000324 \times 100.000.000$$

$$P_{0:\overline{5}|}^1 = 323,665$$

Sedangkan untuk premi seorang perempuan, sebagai berikut:

$$P_{x:\overline{n}|}^1 = \frac{A_{x:\overline{n}|}^1}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \times 100.000.000$$

$$P_{0:\overline{5}|}^1 = \frac{A_{0:\overline{5}|}^1}{\ddot{a}_{0:\overline{5}|}} \times 100.000.000$$

$$P_{0:\overline{5}|}^1 = \frac{0,00000805}{4,47984} \times 100.000.000$$

$$P_{0:\overline{5}|}^1 = 0,00000180 \times 100.000.000$$

$$P_{0:\overline{5}|}^1 = 179,635$$

Berikut hasil perhitungan premi untuk seorang laki-laki dan perempuan yang berusia 0 sampai 111 tahun yang membeli asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun.

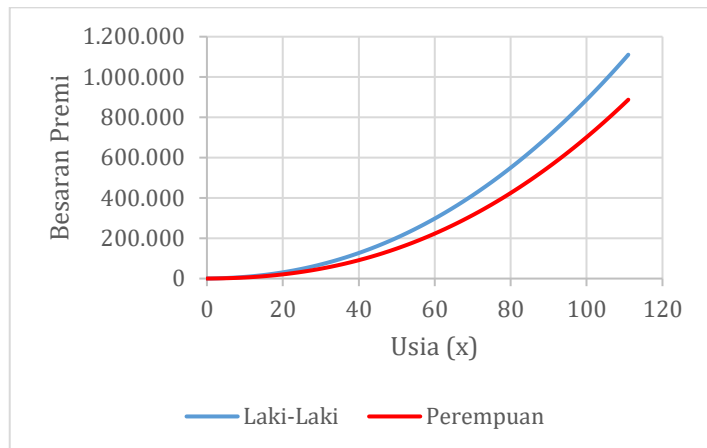
Tabel 4.7 Premi Tahunan Untuk Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun

Usia (x)	$P_{x:\overline{5} }^1$		Usia (x)	$P_{x:\overline{5} }^1$	
	Laki-Laki	Perempuan		Laki-Laki	Perempuan
0	323,665	179,635	56	257.094,981	191.393,609
1	586,997	332,215	57	266.917,144	199.063,637
2	958,674	552,418	58	276.940,797	206.905,100
3	1.445,876	846,895	59	287.166,595	214.918,868
4	2.054,225	1.221,052	60	297.595,179	223.105,803
5	2.788,448	1.679,550	61	308.227,182	231.466,753

6	3.652,656	2.226,522	62	319.063,225	240.002,557
7	4.650,513	2.865,711	63	330.103,920	248.714,042
8	5.785,329	3.600,549	64	341.349,867	257.602,025
9	7.060,136	4.434,216	65	352.801,659	266.667,312
10	8.477,735	5.369,680	66	364.459,876	275.910,699
11	10.040,730	6.409,733	67	376.325,092	285.332,974
12	11.751,560	7.557,012	68	388.397,870	294.934,912
13	13.612,521	8.814,017	69	400.678,763	304.717,280
14	15.625,781	10.183,133	70	413.168,318	314.680,837
15	17.793,397	11.666,637	71	425.867,072	324.826,330
16	20.117,328	13.266,712	72	438.775,552	335.154,500
17	22.599,441	14.985,453	73	451.894,278	345.666,077
18	25.241,524	16.824,880	74	465.223,763	356.361,782
19	28.045,291	18.786,939	75	478.764,510	367.242,330
20	31.012,388	20.873,511	76	492.517,015	378.308,426
21	34.144,400	23.086,418	77	506.481,765	389.560,765
22	37.442,855	25.427,425	78	520.659,242	401.000,038
23	40.909,228	27.898,243	79	535.049,918	412.626,924
24	44.544,946	30.500,538	80	549.654,258	424.442,096
25	48.351,389	33.235,928	81	564.472,721	436.446,220
26	52.329,895	36.105,989	82	579.505,758	448.639,952
27	56.481,762	39.112,256	83	594.753,812	461.023,944
28	60.808,250	42.256,230	84	610.217,321	473.598,836
29	65.310,585	45.539,371	85	625.896,714	486.365,265
30	69.989,957	48.963,109	86	641.792,415	499.323,859
31	74.847,528	52.528,840	87	657.904,840	512.475,237
32	79.884,427	56.237,931	88	674.234,400	525.820,015
33	85.101,755	60.091,719	89	690.781,498	539.358,799
34	90.500,589	64.091,514	90	707.546,531	553.092,189
35	96.081,975	68.238,599	91	724.529,890	567.020,779
36	101.846,939	72.534,232	92	741.731,959	581.145,156
37	107.796,481	76.979,648	93	759.153,117	595.465,899
38	113.931,580	81.576,056	94	776.793,736	609.983,582
39	120.253,192	86.324,646	95	794.654,182	624.698,773
40	126.762,254	91.226,585	96	812.734,815	639.612,032
41	133.459,681	96.283,020	97	831.035,990	654.723,914
42	140.346,372	101.495,077	98	849.558,055	670.034,967

43	147.423,204	106.863,864	99	868.301,353	685.545,734
44	154.691,039	112.390,472	100	887.266,221	701.256,751
45	162.150,720	118.075,970	101	906.452,990	717.168,548
46	169.803,076	123.921,415	102	925.861,986	733.281,649
47	177.648,917	129.927,844	103	945.493,530	749.596,573
48	185.689,040	136.096,278	104	965.347,935	766.113,831
49	193.924,226	142.427,724	105	985.425,513	782.833,932
50	202.355,242	148.923,172	106	1.005.726,565	799.757,375
51	210.982,841	155.583,599	107	1.026.251,392	816.884,656
52	219.807,760	162.409,967	108	1.047.000,287	834.216,265
53	228.830,728	169.403,224	109	1.067.973,538	851.752,686
54	238.052,455	176.564,304	110	1.089.171,427	869.494,398
55	247.473,643	183.894,130	111	1.110.594,233	887.441,873

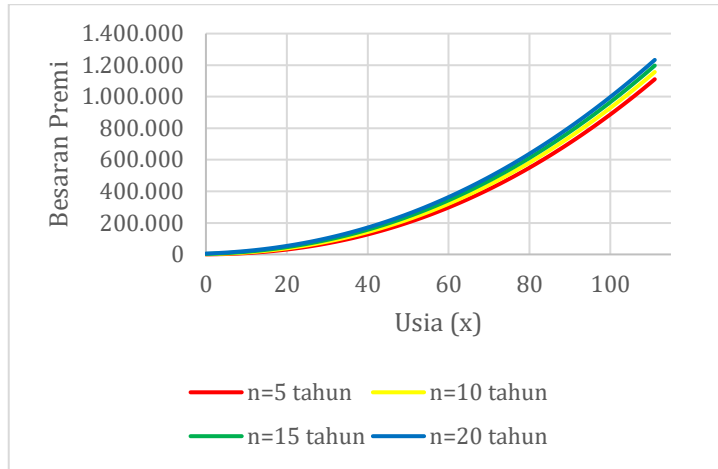
Adapun hasil pada Tabel 4.7 dibuat menjadi grafik, agar mempermudah membandingkan perbedaannya.



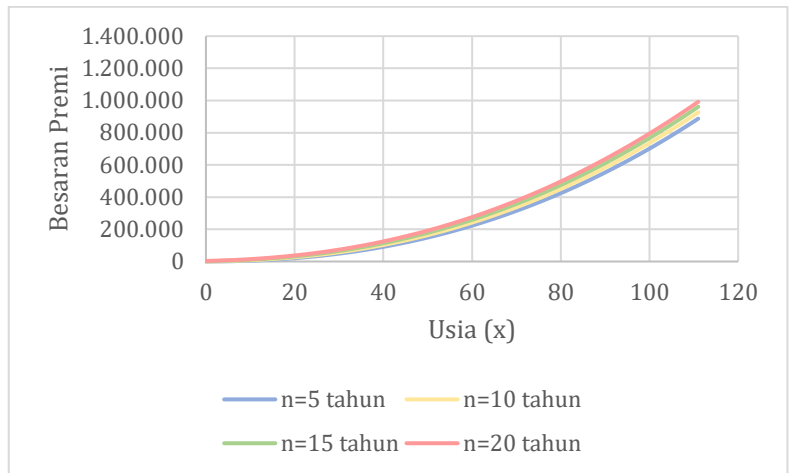
Gambar 4.2 Grafik Besaran Premi Asuransi Jiwa Berjangka untuk Laki-Laki dan Perempuan

Gambar 4.2 merupakan grafik garis dari besaran premi tahunan asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun untuk laki-laki dan perempuan. Garis berwarna biru menunjukkan besaran premi untuk laki-laki dan garis berwarna merah. Pada grafik tersebut garis berwarna biru dan merah mengalami kenaikan yang signifikan, yang artinya besaran premi seorang laki-laki dan perempuan meningkat seiring bertambahnya usia, karena dengan bertambahnya usia maka risiko kematian juga meningkat. Akan tetapi seorang laki-laki memiliki premi lebih tinggi dibandingkan perempuan, hal ini sesuai dengan Gambar 4.1, di mana peluang kematian laki-laki lebih tinggi dibandingkan peluang kematian perempuan.

Besaran premi asuransi berjangka selama 10 tahun, 15 tahun, 20 tahun juga dilakukan perhitungan oleh peneliti, sebagai bentuk perbandingan pada beberapa periode. Dengan uang pertanggungan sebesar Rp. 100.000.000 untuk seorang laki-laki dan perempuan yang berusia 0 tahun sampai 111 tahun. Berikut hasil perhitungan premi disajikan dalam bentuk grafik:



Gambar 4.3 Grafik Besaran Premi Asuransi Jiwa Berjangka untuk Laki-Laki



Gambar 4.4 Grafik Besaran Premi Asuransi Jiwa Berjangka untuk Perempuan

Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 merupakan grafik garis dari besaran premi tahunan asuransi jiwa berjangka selama 10 tahun, 15 tahun dan 20 tahun untuk seorang laki-laki dan perempuan yang berusia 0 tahun hingga 111 tahun. Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa semua garis mengalami kenaikan yang drastis seiring bertambahnya usia, ini berarti besaran premi asuransi jiwa berjangka baik selama 5 tahun, 10 tahun, 15 tahun dan 20 tahun terus meningkat seiring bertambahnya usia. Hal ini dikarenakan seiring bertambahnya usia, maka makin tinggi pula peluang kematian dan risiko kematiannya.

9. Menghitung Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka

Perhitungan cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka dengan metode prospektif dapat ditentukan menggunakan persamaan (2.65). Sebagai simulasi, akan dihitung cadangan manfaat pada tahun pertama dengan jangka waktu 5 tahun untuk seseorang yang berusia 0 tahun. Cadangan manfaat untuk seorang laki-laki, sebagai berikut:

$${}_jV_{x:n}^1 = \left(A_{x+j:n-j}^1 - P_{x:n}^1 \cdot \ddot{a}_{x+j:n-j} \right)$$

$${}_1V_{0:5}^1 = \left(A_{0+1:5-1}^1 - P_{0:5}^1 \cdot \ddot{a}_{0+1:5-1} \right)$$

$$\begin{aligned}
{}_1V_{0:\overline{5}|}^1 &= \left[\sum_{k=0}^{(5-1)-1} v^{k+1} \cdot {}_kp_{(0+1)} \cdot q_{(0+1)+k} \right] - \left[\frac{A_{0:\overline{5}|}^1}{\ddot{a}_{0:\overline{5}|}} \right] \cdot \\
&\quad \left[\sum_{k=0}^{(5-1)-1} v^k \cdot {}_kp_{(0+1)} \right] \\
{}_1V_{0:\overline{5}|}^1 &= \left[\left(v^{0+1} \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+0)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{((0+1)+0+1)^\alpha - (0+1+0)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) \right) + \right. \\
&\quad \left(v^{1+1} \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+1)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{((0+1)+1+1)^\alpha - (0+1+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) \right) + \\
&\quad \left(v^{2+1} \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+2)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{((0+1)+2+1)^\alpha - (0+1+2)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) \right) + \\
&\quad \left. \left(v^{3+1} \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+3)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{((0+1)+3+1)^\alpha - (0+1+3)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) \right) \right] - \\
&\quad \left[\frac{A_{0:\overline{5}|}^1}{\ddot{a}_{0:\overline{5}|}} \right] \cdot \left[\left(v^0 \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+0)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) + \left(v^1 \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+1)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) + \right. \\
&\quad \left. \left(v^2 \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+2)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) + \left(v^3 \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+3)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) \right] \\
{}_1V_{0:\overline{5}|}^1 &= (0,00001524 - 0,00000324 \cdot 3,6818) \\
{}_1V_{0:\overline{5}|}^1 &= 0,00000332
\end{aligned}$$

Jika diketahui uang pertanggungan sebesar Rp.100.000.000, maka besar cadangan manfaat adalah

$${}_1V_{0:\overline{5}|}^1 = 0,00000332 \cdot 100.000.000$$

$${}_1V_{0:\overline{5}|}^1 = 332,020$$

Perbandingan nilai cadangan manfaat pada tahun pertama hingga tahun kelima untuk seorang laki-laki yang berusia 0 sampai 111 tahun dengan uang pertanggungan sebesar Rp100.000.000.

Tabel 4.8 Cadangan Manfaat Auransi Jiwa Berjangka
Untuk Laki-Laki

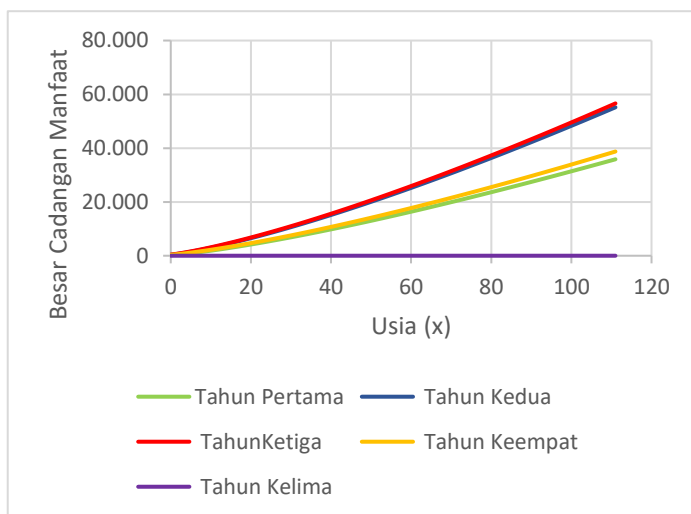
Usia (x)	${}_1V_{x:\overline{5} }^1$	${}_2V_{x:\overline{5} }^1$	${}_3V_{x:\overline{5} }^1$	${}_4V_{x:\overline{5} }^1$	${}_5V_{x:\overline{5} }^1$
0	332,020	607,256	725,131	567,246	0
1	534,573	926,867	1.059,360	799,383	0
2	754,499	1.270,260	1.415,842	1.045,612	0
3	987,418	1.632,087	1.789,974	1.303,206	0
4	1.230,972	2.009,262	2.178,989	1.570,479	0
5	1.483,619	2.399,702	2.580,972	1.846,240	0
6	1.744,259	2.801,883	2.994,503	2.129,599	0
7	2.012,055	3.214,636	3.418,477	2.419,854	0
8	2.286,351	3.637,029	3.852,007	2.716,439	0
9	2.566,612	4.068,296	4.294,360	3.018,884	0
10	2.852,394	4.507,801	4.744,923	3.326,792	0
11	3.143,322	4.955,001	5.203,168	3.639,823	0
12	3.439,074	5.409,427	5.668,643	3.957,681	0
13	3.739,370	5.870,672	6.140,948	4.280,108	0
14	4.043,962	6.338,375	6.619,733	4.606,874	0
15	4.352,634	6.812,217	7.104,685	4.937,775	0
16	4.665,189	7.291,911	7.595,522	5.272,627	0
17	4.981,453	7.777,198	8.091,991	5.611,262	0
18	5.301,266	8.267,846	8.593,862	5.953,531	0
19	5.624,483	8.763,639	9.100,923	6.299,294	0
20	5.950,972	9.264,382	9.612,983	6.648,425	0
21	6.280,611	9.769,896	10.129,864	7.000,808	0
22	6.613,288	10.280,014	10.651,401	7.356,333	0
23	6.948,898	10.794,581	11.177,443	7.714,902	0
24	7.287,344	11.313,454	11.707,847	8.076,420	0
25	7.628,537	11.836,500	12.242,482	8.440,800	0
26	7.972,391	12.363,593	12.781,223	8.807,962	0
27	8.318,827	12.894,616	13.323,956	9.177,828	0
28	8.667,772	13.429,458	13.870,571	9.550,328	0
29	9.019,154	13.968,016	14.420,965	9.925,392	0
30	9.372,907	14.510,191	14.975,041	10.302,958	0
31	9.728,969	15.055,890	15.532,707	10.682,966	0
32	10.087,280	15.605,025	16.093,877	11.065,357	0

33	10.447,784	16.157,512	16.658,467	11.450,077	0
34	10.810,426	16.713,273	17.226,400	11.837,076	0
35	11.175,156	17.272,230	17.797,600	12.226,304	0
36	11.541,925	17.834,312	18.371,997	12.617,714	0
37	11.910,685	18.399,449	18.949,522	13.011,261	0
38	12.281,392	18.967,576	19.530,111	13.406,904	0
39	12.654,004	19.538,628	20.113,700	13.804,601	0
40	13.028,478	20.112,546	20.700,230	14.204,313	0
41	13.404,775	20.689,271	21.289,645	14.606,003	0
42	13.782,858	21.268,746	21.881,888	15.009,635	0
43	14.162,689	21.850,918	22.476,908	15.415,174	0
44	14.544,234	22.435,735	23.074,652	15.822,588	0
45	14.927,457	23.023,146	23.675,073	16.231,844	0
46	15.312,327	23.613,103	24.278,123	16.642,912	0
47	15.698,810	24.205,560	24.883,756	17.055,762	0
48	16.086,878	24.800,471	25.491,928	17.470,366	0
49	16.476,498	25.397,793	26.102,598	17.886,696	0
50	16.867,643	25.997,483	26.715,722	18.304,726	0
51	17.260,285	26.599,500	27.331,263	18.724,429	0
52	17.654,395	27.203,804	27.949,180	19.145,782	0
53	18.049,949	27.810,357	28.569,437	19.568,759	0
54	18.446,919	28.419,121	29.191,998	19.993,338	0
55	18.845,281	29.030,060	29.816,827	20.419,496	0
56	19.245,010	29.643,138	30.443,890	20.847,211	0
57	19.646,083	30.258,321	31.073,154	21.276,462	0
58	20.048,477	30.875,575	31.704,586	21.707,229	0
59	20.452,168	31.494,868	32.338,155	22.139,490	0
60	20.857,135	32.116,167	32.973,831	22.573,228	0
61	21.263,356	32.739,442	33.611,583	23.008,422	0
62	21.670,810	33.364,662	34.251,383	23.445,055	0
63	22.079,477	33.991,797	34.893,203	23.883,109	0
64	22.489,337	34.620,819	35.537,014	24.322,566	0
65	22.900,369	35.251,699	36.182,790	24.763,410	0
66	23.312,554	35.884,409	36.830,504	25.205,623	0
67	23.725,874	36.518,923	37.480,132	25.649,189	0
68	24.140,311	37.155,214	38.131,647	26.094,094	0
69	24.555,844	37.793,256	38.785,025	26.540,322	0
70	24.972,458	38.433,024	39.440,243	26.987,857	0

71	25.390,135	39.074,492	40.097,277	27.436,685	0
72	25.808,856	39.717,636	40.756,103	27.886,793	0
73	26.228,607	40.362,433	41.416,700	28.338,165	0
74	26.649,369	41.008,859	42.079,045	28.790,789	0
75	27.071,127	41.656,890	42.743,117	29.244,650	0
76	27.493,864	42.306,505	43.408,894	29.699,737	0
77	27.917,565	42.957,680	44.076,357	30.156,037	0
78	28.342,215	43.610,395	44.745,484	30.613,536	0
79	28.767,798	44.264,627	45.416,256	31.072,223	0
80	29.194,299	44.920,356	46.088,653	31.532,086	0
81	29.621,703	45.577,560	46.762,656	31.993,113	0
82	30.049,996	46.236,219	47.438,246	32.455,293	0
83	30.479,164	46.896,314	48.115,404	32.918,614	0
84	30.909,192	47.557,823	48.794,112	33.383,067	0
85	31.340,066	48.220,729	49.474,353	33.848,638	0
86	31.771,772	48.885,011	50.156,109	34.315,320	0
87	32.204,297	49.550,651	50.839,362	34.783,100	0
88	32.637,628	50.217,630	51.524,095	35.251,968	0
89	33.071,751	50.885,930	52.210,292	35.721,916	0
90	33.506,653	51.555,531	52.897,936	36.192,932	0
91	33.942,321	52.226,418	53.587,011	36.665,008	0
92	34.378,743	52.898,571	54.277,501	37.138,134	0
93	34.815,905	53.571,974	54.969,390	37.612,300	0
94	35.253,796	54.246,609	55.662,662	38.087,498	0
95	35.692,403	54.922,459	56.357,303	38.563,719	0
96	36.131,713	55.599,508	57.053,297	39.040,953	0
97	36.571,715	56.277,739	57.750,629	39.519,192	0
98	37.012,397	56.957,135	58.449,284	39.998,428	0
99	37.453,746	57.637,680	59.149,249	40.478,652	0
100	37.895,752	58.319,359	59.850,509	40.959,856	0
101	38.338,403	59.002,155	60.553,049	41.442,032	0
102	38.781,686	59.686,053	61.256,856	41.925,172	0
103	39.225,591	60.371,037	61.961,917	42.409,267	0
104	39.670,107	61.057,092	62.668,217	42.894,311	0
105	40.115,222	61.744,203	63.375,743	43.380,296	0
106	40.560,925	62.432,355	64.084,481	43.867,213	0
107	41.007,206	63.121,532	64.794,420	44.355,057	0
108	41.454,052	63.811,721	65.505,545	44.843,819	0

109	41.901,455	64.502,907	66.217,845	45.333,492	0
110	42.349,402	65.195,074	66.931,305	45.824,069	0
111	42.797,884	65.888,210	67.645,915	46.315,543	0

Hasil perhitungan cadangan manfaat dari tahun pertama hingga tahun kelima pada Tabel 4.8 dibentuk menjadi grafik agar mudah untuk membandingkannya.



Gambar 4.5 Grafik Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun untuk Laki-Laki

Gambar 4.5 merupakan grafik garis dari nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun untuk laki-laki. Garis berwarna hijau menunjukkan cadangan manfaat pada tahun pertama, garis berwarna biru menunjukkan cadangan manfaat

tahun kedua, garis berwarna merah menunjukkan cadangan manfaat tahun ketiga, garis berwarna kuning menunjukkan cadangan manfaat tahun keempat dan garis berwarna ungu menunjukkan cadangan manfaat tahun kelima. Pada grafik tersebut terlihat bahwa garis berwarna hijau, biru, merah, kuning mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan bahwasanya nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka terjadi peningkatan di setiap usia, baik pada tahun pertama sampai tahun keempat. Sedangkan untuk garis berwarna ungu yang berimpitan dengan sumbu x menunjukkan bahwa besar cadangan manfaat pada tahun kelima bernilai nol, artinya perusahaan asuransi tidak perlu menyiapkan cadangan manfaat. Hal ini dikarenakan pada awal polis asuransi, perusahaan telah mendapatkan pendapatan perusahaan lebih besar dibandingkan besar manfaat yang harus dikeluarkan oleh perusahaan asuransi.

Perhitungan simulasi selanjutnya, akan dihitung cadangan manfaat pada tahun pertama seorang perempuan yang berusia 0 tahun dengan jangka waktu 5 tahun, sebagai berikut:

$${}_jV_{x:n}^1 = \left(A_{x+j:n-j}^1 - P_{x:n}^1 \cdot \ddot{a}_{x+j:n-j} \right)$$

$${}_1V_{0:5}^1 = \left(A_{0+1:5-1}^1 - P_{0:5}^1 \cdot \ddot{a}_{0+1:5-1} \right)$$

$$\begin{aligned}
{}_1V_{0:\overline{5}|}^1 &= \left[\sum_{k=0}^{(5-1)-1} v^{k+1} \cdot {}_kp_{(0+1)} \cdot q_{(0+1)+k} \right] - \left[\frac{A_{0:\overline{5}|}^1}{\ddot{a}_{0:\overline{5}|}} \right] \cdot \\
&\quad \left[\sum_{k=0}^{(5-1)-1} v^k \cdot {}_kp_{(0+1)} \right] \\
{}_1V_{0:\overline{5}|}^1 &= \left[\left(v^{0+1} \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+0)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{((0+1)+0+1)^\alpha - (0+1+0)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) \right) + \right. \\
&\quad \left(v^{1+1} \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+1)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{((0+1)+1+1)^\alpha - (0+1+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) \right) + \\
&\quad \left(v^{2+1} \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+2)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{((0+1)+2+1)^\alpha - (0+1+2)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) \right) + \\
&\quad \left. \left(v^{3+1} \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+3)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{((0+1)+3+1)^\alpha - (0+1+3)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) \right) \right] - \\
&\quad \left[\frac{A_{0:\overline{5}|}^1}{\ddot{a}_{0:\overline{5}|}} \right] \cdot \left[\left(v^0 \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+0)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) + \left(v^1 \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+1)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) + \right. \\
&\quad \left. \left(v^2 \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+2)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) + \left(v^3 \cdot e^{-\left(\frac{((0+1)+3)^\alpha - (0+1)^\alpha}{\beta^\alpha} \right)} \right) \right] \\
{}_1V_{0:\overline{5}|}^1 &= (0,000008466 - 0,00000180 \cdot 3,68219) \\
{}_1V_{0:\overline{5}|}^1 &= 0,000001852
\end{aligned}$$

Jika diketahui uang pertanggungan sebesar Rp.100.000.000, maka besar cadangan manfaat adalah

$${}_1V_{0:\overline{5}|}^1 = 0,0000018557 \cdot 100.000.000$$

$${}_1V_{0:\overline{5}|}^1 = 185,171$$

Perbandingan nilai cadangan manfaat pada tahun pertama hingga tahun kelima untuk seorang perempuan yang berusia 0 sampai 111 tahun dengan uang pertanggungan sebesar Rp100.000.000.

Tabel 4.9 Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka
untuk Perempuan

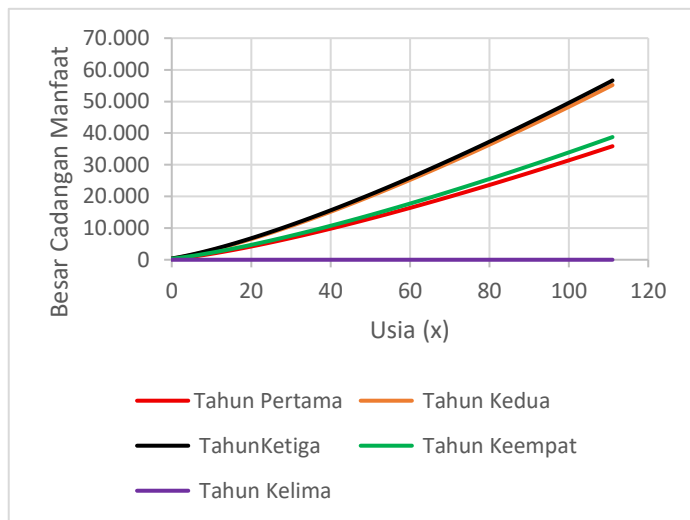
Usia (x)	${}_1V_{x:\overline{5} }^1$	${}_2V_{x:\overline{5} }^1$	${}_3V_{x:\overline{5} }^1$	${}_4V_{x:\overline{5} }^1$	${}_5V_{x:\overline{5} }^1$
0	185,171	341,964	412,882	326,604	0
1	307,478	537,844	620,287	472,216	0
2	445,494	755,575	848,381	631,052	0
3	595,776	990,890	1.093,452	800,899	0
4	756,383	1.241,225	1.353,186	980,334	0
5	926,014	1.504,806	1.625,940	1.168,334	0
6	1.103,718	1.780,310	1.910,476	1.364,117	0
7	1.288,761	2.066,705	2.205,813	1.567,058	0
8	1.480,558	2.363,155	2.511,154	1.776,646	0
9	1.678,627	2.668,970	2.825,832	1.992,453	0
10	1.882,563	2.983,565	3.149,284	2.214,112	0
11	2.092,021	3.306,438	3.481,022	2.441,307	0
12	2.306,702	3.637,154	3.820,621	2.673,761	0
13	2.526,343	3.975,328	4.167,705	2.911,230	0
14	2.750,712	4.320,621	4.521,941	3.153,494	0
15	2.979,601	4.672,727	4.883,031	3.400,357	0
16	3.212,824	5.031,372	5.250,702	3.651,642	0
17	3.450,213	5.396,306	5.624,711	3.907,186	0
18	3.691,613	5.767,302	6.004,832	4.166,844	0
19	3.936,884	6.144,153	6.390,861	4.430,478	0
20	4.185,897	6.526,666	6.782,607	4.697,963	0
21	4.438,531	6.914,664	7.179,895	4.969,185	0
22	4.694,677	7.307,983	7.582,562	5.244,034	0
23	4.954,231	7.706,469	7.990,457	5.522,412	0
24	5.217,097	8.109,981	8.403,437	5.804,224	0
25	5.483,185	8.518,383	8.821,371	6.089,382	0
26	5.752,410	8.931,551	9.244,133	6.377,804	0
27	6.024,694	9.349,366	9.671,607	6.669,413	0
28	6.299,962	9.771,717	10.103,681	6.964,135	0
29	6.578,141	10.198,498	10.540,251	7.261,900	0
30	6.859,167	10.629,609	10.981,217	7.562,644	0
31	7.142,974	11.064,956	11.426,487	7.866,304	0
32	7.429,502	11.504,449	11.875,970	8.172,820	0

33	7.718,695	11.948,002	12.329,581	8.482,137	0
34	8.010,496	12.395,534	12.787,239	8.794,201	0
35	8.304,854	12.846,965	13.248,867	9.108,961	0
36	8.601,718	13.302,222	13.714,392	9.426,368	0
37	8.901,040	13.761,233	14.183,741	9.746,375	0
38	9.202,775	14.223,930	14.656,847	10.068,938	0
39	9.506,877	14.690,247	15.133,645	10.394,012	0
40	9.813,305	15.160,120	15.614,072	10.721,558	0
41	10.122,018	15.633,489	16.098,069	11.051,535	0
42	10.432,975	16.110,296	16.585,577	11.383,906	0
43	10.746,140	16.590,483	17.076,541	11.718,633	0
44	11.061,474	17.073,997	17.570,907	12.055,681	0
45	11.378,944	17.560,785	18.068,622	12.395,017	0
46	11.698,515	18.050,796	18.569,638	12.736,607	0
47	12.020,152	18.543,981	19.073,905	13.080,420	0
48	12.343,825	19.040,293	19.581,377	13.426,424	0
49	12.669,502	19.539,684	20.092,008	13.774,591	0
50	12.997,153	20.042,112	20.605,755	14.124,891	0
51	13.326,748	20.547,532	21.122,574	14.477,297	0
52	13.658,259	21.055,902	21.642,425	14.831,781	0
53	13.991,659	21.567,181	22.165,268	15.188,318	0
54	14.326,919	22.081,330	22.691,063	15.546,882	0
55	14.664,014	22.598,310	23.219,772	15.907,449	0
56	15.002,918	23.118,083	23.751,360	16.269,994	0
57	15.343,607	23.640,613	24.285,790	16.634,495	0
58	15.686,055	24.165,864	24.823,027	17.000,929	0
59	16.030,239	24.693,800	25.363,037	17.369,273	0
60	16.376,136	25.224,389	25.905,787	17.739,507	0
61	16.723,724	25.757,597	26.451,246	18.111,610	0
62	17.072,979	26.293,391	26.999,381	18.485,561	0
63	17.423,881	26.831,740	27.550,162	18.861,341	0
64	17.776,408	27.372,613	28.103,559	19.238,930	0
65	18.130,539	27.915,980	28.659,543	19.618,310	0
66	18.486,255	28.461,810	29.218,085	19.999,462	0
67	18.843,534	29.010,076	29.779,157	20.382,369	0
68	19.202,358	29.560,749	30.342,732	20.767,013	0
69	19.562,707	30.113,800	30.908,783	21.153,377	0
70	19.924,563	30.669,204	31.477,284	21.541,444	0

71	20.287,906	31.226,932	32.048,209	21.931,198	0
72	20.652,720	31.786,959	32.621,534	22.322,623	0
73	21.018,986	32.349,260	33.197,234	22.715,704	0
74	21.386,687	32.913,808	33.775,284	23.110,425	0
75	21.755,805	33.480,580	34.355,661	23.506,771	0
76	22.126,323	34.049,550	34.938,343	23.904,728	0
77	22.498,226	34.620,696	35.523,305	24.304,282	0
78	22.871,496	35.193,993	36.110,526	24.705,418	0
79	23.246,117	35.769,419	36.699,985	25.108,124	0
80	23.622,074	36.346,950	37.291,658	25.512,384	0
81	23.999,351	36.926,565	37.885,527	25.918,187	0
82	24.377,933	37.508,242	38.481,569	26.325,519	0
83	24.757,803	38.091,958	39.079,764	26.734,368	0
84	25.138,948	38.677,693	39.680,093	27.144,721	0
85	25.521,353	39.265,425	40.282,535	27.556,566	0
86	25.905,003	39.855,134	40.887,071	27.969,891	0
87	26.289,883	40.446,800	41.493,683	28.384,685	0
88	26.675,980	41.040,402	42.102,351	28.800,935	0
89	27.063,280	41.635,921	42.713,057	29.218,631	0
90	27.451,768	42.233,337	43.325,783	29.637,761	0
91	27.841,430	42.832,631	43.940,510	30.058,314	0
92	28.232,255	43.433,783	44.557,222	30.480,280	0
93	28.624,227	44.036,776	45.175,901	30.903,648	0
94	29.017,335	44.641,590	45.796,529	31.328,408	0
95	29.411,564	45.248,208	46.419,090	31.754,549	0
96	29.806,902	45.856,610	47.043,567	32.182,061	0
97	30.203,337	46.466,780	47.669,944	32.610,935	0
98	30.600,855	47.078,700	48.298,205	33.041,161	0
99	30.999,444	47.692,352	48.928,333	33.472,729	0
100	31.399,092	48.307,719	49.560,312	33.905,629	0
101	31.799,787	48.924,784	50.194,128	34.339,853	0
102	32.201,515	49.543,530	50.829,765	34.775,391	0
103	32.604,266	50.163,941	51.467,208	35.212,234	0
104	33.008,028	50.785,999	52.106,441	35.650,374	0
105	33.412,788	51.409,690	52.747,450	36.089,801	0
106	33.818,535	52.034,995	53.390,220	36.530,507	0
107	34.225,258	52.661,901	54.034,738	36.972,484	0
108	34.632,944	53.290,390	54.680,987	37.415,722	0

109	35.041,583	53.920,447	55.328,955	37.860,215	0
110	35.451,163	54.552,056	55.978,628	38.305,953	0
111	35.861,673	55.185,202	56.629,991	38.752,929	0

Sedangkan hasil perhitungan cadangan manfaat untuk perempuan dari tahun pertama hingga tahun kelima pada Tabel 4.9 dibentuk menjadi grafik agar mudah untuk membandingkannya.



Gambar 4.6 Grafik Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka 5 Tahun untuk Perempuan

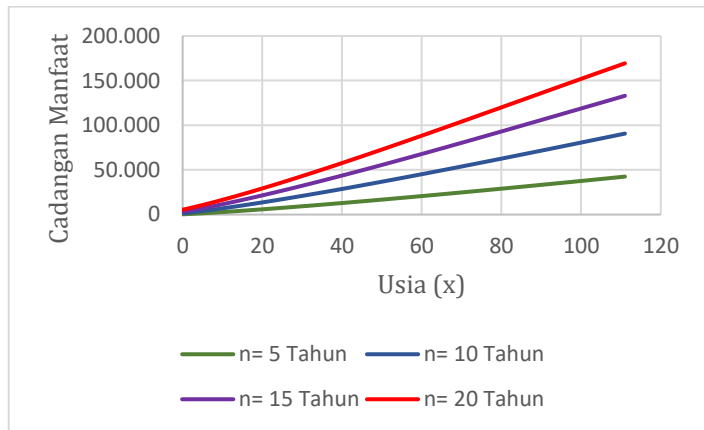
Gambar 4.6 adalah grafik garis dari nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun untuk perempuan. Garis berwarna merah menunjukkan cadangan manfaat tahun pertama, garis berwarna

cokelat menunjukkan cadangan manfaat tahun kedua, garis berwarna hitam menunjukkan cadangan manfaat tahun ketiga, garis berwarna hijau menunjukkan cadangan manfaat tahun keempat dan garis berwarna ungu menunjukkan cadangan manfaat tahun kelima. Pada grafik tersebut terlihat bahwa garis berwarna merah, cokelat, hitam, hijau bergerak ke atas. Hal ini menunjukkan bahwasanya nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka mengalami peningkatan di setiap usia, baik pada tahun pertama sampai tahun keempat. Sedangkan untuk garis berwarna ungu yang berimpitan dengan sumbu x menunjukkan bahwa besar cadangan manfaat pada tahun kelima bernilai nol, artinya perusahaan asuransi tidak perlu menyiapkan cadangan manfaat. Hal ini dikarenakan pada awal polis asuransi, perusahaan telah mendapatkan pendapatan perusahaan lebih besar dibandingkan besar manfaat yang harus dikeluarkan oleh perusahaan asuransi.

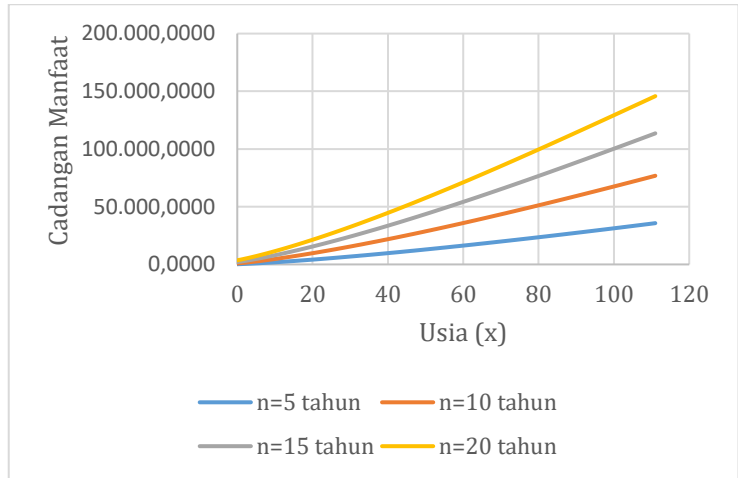
Berdasarkan Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 menunjukkan bahwa nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka pada tahun pertama sampai tahun keempat, serta pada seluruh rentang usia, nilai cadangan manfaat untuk laki-laki lebih besar dibandingkan dengan nilai cadangan manfaat untuk perempuan . Hal ini dipengaruhi oleh

besaran premi untuk laki-laki lebih tinggi dibandingkan besaran premi untuk perempuan yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.

Dilakukan perhitungan cadangan manfaat pada tahun pertama untuk asuransi jiwa berjangka selama 10 tahun, 15 tahun dan 20 tahun. Pada seorang laki-laki dan perempuan yang berusia 0 tahun sampai 111 tahun dengan uang pertanggungan sebesar Rp. 100.000.000. Hasil perhitungan cadangan manfaat dibuat dalam bentuk grafik, sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik Cadangan Manfaat pada Tahun Pertama Asuransi Jiwa Berjangka untuk Laki-Laki



Gambar 4.8 Grafik Cadangan Manfaat pada Tahun Pertama Asuransi Jiwa Berjangka untuk Perempuan

Gambar 4.7 dan 4.8 adalah garis grafik cadangan manfaat pada tahun pertama asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun, 10 tahun, 15 tahun dan 20 tahun untuk seorang laki-laki dan perempuan yang berusia 0 tahun hingga 111 tahun dengan uang pertanggungan sebesar Rp. 100.000.000. Berdasarkan kedua grafik di atas menunjukkan bahwa nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun, 10 tahun, 15 tahun dan 20 tahun baik laki-laki maupun perempuan mengalami peningkatan yang drastis seiring bertambahnya usia. Hal ini dikarenakan peluang kematian dan besaran premi terus meningkat seiring bertambahnya usia. Namun nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka selama 5

tahun, 10 tahun, 15 tahun dan 20 tahun untuk seorang laki-laki lebih besar dibandingkan cadangan manfaat untuk seorang perempuan. Hal ini terjadi karena peluang hidup seorang laki-laki lebih tinggi daripada peluang hidup seorang perempuan.

Berdasarkan hasil perhitungan besaran premi dan nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka yang telah dilakukan sebelumnya. Diperoleh hasil akhir yang mendukung peneliti sebelumnya yaitu semakin lama jangka waktu mengikuti asuransi, maka berasan premi yang harus dibayarkan juga akan semakin besar. Hal ini dapat terjadi karena peluang kematian akan meningkat seiring bertambahnya usia, sehingga semakin lama jangka waktu mengikuti asuransi, risiko yang akan ditanggung perusahaan semakin besar, maka jumlah premi meningkat seiring bertambah lama jangka waktu mengikuti asuransi jiwa. Begitu pula dengan nilai cadangan manfaat, semakin lama periode asuransi jiwa berjangka, maka nilai cadangan akan semakin besar, karena semakin lama perlindungan yang diberikan oleh perusahaan asuransi (Ramadhanty, dkk. 2023).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah dibahas dapat disimpulkan bahwa besaran premi dan cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka selama 5 tahun dengan uang pertanggungan sebesar Rp. 100.000.000 menggunakan hukum mortalita *Weibull* dengan tingkat suku bunga stokastik *Vasicek* yaitu didapatkan besaran premi tahunan untuk seorang laki-laki dan perempuan yang berusia 0 tahun masing-masing yaitu senilai Rp. 323,665 untuk laki-laki dan sebesar Rp. 179,635 untuk perempuan. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa besaran premi tahunan meningkat seiring bertambahnya usia, hal ini disebabkan oleh tingkat risiko kematian yang mana semakin bertambahnya usia maka risiko kematian juga meningkat. Akan tetapi seorang laki-laki memiliki premi lebih tinggi dibandingkan perempuan, hal ini sesuai dengan tabel mortalitas yang mana peluang meninggal laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan.

Hasil perhitungan nilai cadangan manfaat tahun pertama untuk seorang laki-laki dan perempuan yang berusia 0 tahun masing-masing yaitu senilai Rp. 332,020

untuk laki-laki dan sebesar Rp. 185,171 untuk perempuan. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkan nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka mengalami peningkatan di setiap usia, baik pada tahun pertama sampai tahun keempat. Sedangkan besar cadangan manfaat pada tahun kelima bernilai nol, artinya perusahaan asuransi tidak perlu menyiapkan cadangan manfaat. Hal ini dikarenakan pada awal polis asuransi, perusahaan telah mendapatkan pendapatan perusahaan lebih besar dibandingkan besar manfaat yang harus dikeluarkan oleh perusahaan asuransi. Kemudian nilai cadangan manfaat asuransi jiwa berjangka pada tahun pertama sampai tahun keempat, serta pada seluruh rentang usia, nilai cadangan manfaat untuk laki-laki lebih besar dibandingkan dengan nilai cadangan manfaat untuk perempuan. Hal ini dipengaruhi oleh besaran premi untuk laki-laki lebih tinggi dibandingkan besaran premi untuk perempuan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penelitian ini menggunakan cadangan manfaat metode prospektif dan program aplikasi yang digunakan adalah *Micro VBA for Excel*. Pada penelitian selanjutnya, penulis

menyarankan untuk melakukan pengembangan perhitungan dengan cadangan manfaat metode yang lain seperti *New Jersey*, *Canadian*, *Premium Sufficiency*, atau metode yang lainnya. Sedangkan untuk aplikasi bahasa pemrograman yang lain seperti JavaScript, Python, C/C++, SQL dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, N. 2020. *Perhitungan Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Endowmen Semikontinu menggunakan Metode Full Preliminary Term*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Anita, A.F, Rosita, S. & Arsita, S. 2023. Penerapan Metode De-Moivre Dalam Perhitungan Premi Asuransi Jiwa Seumur Hidup Dengan Tingkat Suku Bunga Stokastik. *Jurnal Aktuaria*. 2(1):1-6.
- Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia (AAJI). (2019). *Tabel Mortalitas Indonesia IV*. Jakarta: Rumah AAJI
- Ayranci, G. 2013. *Distributions Of The Parameters In Vasicek Model*. Master Thesis. Izmir: Yasar University.
- Bachyurah, Maulidi, I., Syahrini, I., & Nurmaulidar, N. 2020. Analisis Cadangan Manfaat Dengan Menggunakan Metode Retrospektif Pada Asuransi Jiwa Berjangka. *Jurnal Stastistika dan Matematika*. 2(1):1-13.
- Bank Indonesia. (n.d.). *BI-Rate*. Diakses 5 Mei 2024, dari <https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/BI-Rate.aspx>.
- Brigo, D., & Mercurio, F. (2001). *Interest rate models: theory and practice*. Vol. 2. Berlin: Springer.
- Devi, A.E.F, Widana, I.N. & Jayanegara, K. 2021. Penentuan Cadangan Premi Asuransi Dwiguna Menggunakan

- Metode Illinois Berdasarkan Hukum Mortalitas Weibull. *Jurnal Matematika*. 10(4): 229-334.
- Effendhie, A.R. 2015. *Matematika Aktuaria Dengan Software R*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Fauzi, W. 2019. *Hukum Asuransi di Indonesia*. Padang: Andalas University Press.
- Finan, M.B. 2011. *A Reading Of The Theory Of Life Contingency Models: A Preparation For Exam MLC/3L*. Russellville: Arkansas Tech University.
- Gasmara, D.D. 2018. *Perhitungan Nilai Premi Tahunan Asuransi Jiwa Endowmen dengan Hukum Mortalitas Weibull Menggunakan Suku Bunga Stokastik*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya.
- Idayanti, S. & Aryani, F.D. 2020. *Hukum Asuransi*. Yogyakarta: Tanah Air Beta.
- Indriani, R. & Sari, D.P. 2020. Perhitungan Dana *Tabarru'* Asuransi Syariah Menggunakan Hukum Mortalitas Makeham dengan Metode *Cost of Insurance*. *Journal of Mathematics UNP*. 3(2): 23-27.
- Kleinbaum, D.G., & Klein, M. 1996. *Survival analysis a self-learning text*. New York: Springer.
- Maulani, E.M. 2016. *Perhitungan Nilai Premi dan Tunai Manfaat Asuransi dengan Bunga Stokastik Menggunakan Model*

- Vasicek Dan CIR*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Nofridawati, N. 2012. Premi Asuransi Jiwa Pada Akhir Tahun Kematian dan Pada Saat Kematian Terjadi. *Jurnal Matematika UNAND*. 1(2): 79-84.
- Novika, F., Kurniawan, H., Bakarbessy, L., Yulita, T., Lewaherilla, N., Sinay, L.J., Azka, M., Azizah, Mahrani, D., Lestari, F., Addini, F.F., Siahaan, R.M.H., Lestia, A.S. & Listiani, A. 2022. *Pengantar Matematika Aktuaria*. Jakarta Selatan: Scifintech Andrew Wijaya.
- Otaya, L.G. 2016. Distribusi Probabilitas Weibull Dan Aplikasinya. *TADBIR: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*. 4(2): 44-66.
- Putri, F. S. & Agustianto, M. A. 2021. Asuransi dalam Pandangan Ekonomi Islam. *Al Iqtishod: Jurnal Pemikiran dan Penelitian Ekonomi Islam*. 9(1): 55-72.
- Indonesia. 2014. *Undang-Undang Nomor 40 Tahun 2014 tentang Perasuransian*. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara.
- Ramadhanty, A., & Erliana, W. 2023. Penentuan Premi dan Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa *Last Survivor* Menggunakan Hukum Mortalitas *Beard-Makeham*. *MILANG Journal of Mathematics and Its Applications*, 19(2), 141-151.

- Ronaldo, R. 2018. *Why is Insurance So Important*. Gorontalo: Ideas Publishing.
- Santoso, A.P., Hastuti, I. & Chotidjah, E. 2021. *Pengantar Hukum Asuransi*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Sembiring, R.K. 1986. *Asuransi I*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Setyanto, G.R., Noviyanti, L. & Indrayatna, F. 2022. *Matematika Asuransi Jiwa I*. Sumedang: Unpad Press
- Sihotang, J. 2003. *Matematika Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Soetiono. 2016. *Perasuransian*. Otoritas Jasa Keuangan.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Sukirno, S. 2016. *Makroekonomi Modern*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Syahrini, I., Alfira, M., Nurmaulidar. & Maulidi, I. 2019. Aplikasi Metode *Entry Age Normal* dan *Projected Unit Credit* untuk Iuran Normal dan Kewajiban Aktuaria pada Dana Pensiun PNS. *Journal of Data Analysis*. 2(1): 43-52.
- Syifamillah, F. R., Siswanah, E., & Miasary, S. D. (2022). Penentuan Premi Tahunan Dan Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Dwiguna Murni pada Status *Last Survivor* dengan Tiga Orang Tertanggung. *UJMC (Unisda Journal of Mathematics and Computer Science)*, 8(2), 59-70.

- Sypkens, R. 2010. *Risk Properties and Parameter Estimation on Mean Reversion and Garch Models*. Disertasi. Pretoria: *University Of South Africa*
- Widia, R. & Subhan, M. 2019. Penerapan Hukum Weibull Pada Metode *New Jersey* Dalam Penentuan Cadangan Premi Asuransi Dwiguna Status *Joint Life*. *Journal of Mathematics UNP*. 2(3): 39-43.
- Zayanti, D.A. 2015. *Pemodelan Asuransi Jiwa Berdasarkan Asumsi Mortalita Weibull*. Prosiding Seminar Nasional FMIPA UT. Tangerang Selatan 22 Oktober 2015.
- Zeytun, S. & Gupta, A. 2007. *A Comparative Study of the Vasicek and the CIR Model of the Short Rate*. *Berichte des Fraunhofer ITWM*. Kaiserslautern: *Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Mortalita Indonesia IV Tahun 2019

Usia (x)	Laki-Laki		Perempuan	
	p_x	q_x	p_x	q_x
0	0,00524	0,99476	0,00266	0,99734
1	0,00053	0,99947	0,00041	0,99959
2	0,00042	0,99958	0,00031	0,99969
3	0,00034	0,99966	0,00024	0,99976
4	0,00029	0,99971	0,00021	0,99979
5	0,00026	0,99974	0,0002	0,9998
6	0,00023	0,99977	0,00022	0,99978
7	0,00021	0,99979	0,00023	0,99977
8	0,0002	0,9998	0,00022	0,99978
9	0,0002	0,9998	0,00021	0,99979
10	0,00019	0,99981	0,00019	0,99981
11	0,00019	0,99981	0,00018	0,99982
12	0,00019	0,99981	0,0002	0,9998
13	0,0002	0,9998	0,00022	0,99978
14	0,00023	0,99977	0,00023	0,99977
15	0,00027	0,99973	0,00023	0,99977
16	0,00031	0,99969	0,00024	0,99976
17	0,00037	0,99963	0,00024	0,99976
18	0,00043	0,99957	0,00025	0,99975
19	0,00047	0,99953	0,00026	0,99974
20	0,00049	0,99951	0,00027	0,99973
21	0,00049	0,99951	0,00028	0,99972
22	0,00049	0,99951	0,0003	0,9997
23	0,00049	0,99951	0,00032	0,99968
24	0,0005	0,9995	0,00034	0,99966
25	0,00052	0,99948	0,00038	0,99962
26	0,00055	0,99945	0,00042	0,99958
27	0,0006	0,9994	0,00046	0,99954
28	0,00065	0,99935	0,00049	0,99951
29	0,0007	0,9993	0,00052	0,99948

30	0,00075	0,99925	0,00056	0,99944
31	0,00081	0,99919	0,0006	0,9994
32	0,00087	0,99913	0,00064	0,99936
33	0,00093	0,99907	0,00069	0,99931
34	0,00099	0,99901	0,00074	0,99926
35	0,00107	0,99893	0,0008	0,9992
36	0,00116	0,99884	0,00086	0,99914
37	0,00127	0,99873	0,00093	0,99907
38	0,00139	0,99861	0,001	0,999
39	0,00155	0,99845	0,00108	0,99892
40	0,00173	0,99827	0,00118	0,99882
41	0,00193	0,99807	0,00128	0,99872
42	0,00216	0,99784	0,00141	0,99859
43	0,00241	0,99759	0,00154	0,99846
44	0,0027	0,9973	0,00169	0,99831
45	0,00302	0,99698	0,00187	0,99813
46	0,00338	0,99662	0,00209	0,99791
47	0,00377	0,99623	0,0023	0,9977
48	0,00418	0,99582	0,00253	0,99747
49	0,00461	0,99539	0,00277	0,99723
50	0,00508	0,99492	0,00305	0,99695
51	0,00556	0,99444	0,00335	0,99665
52	0,00609	0,99391	0,00368	0,99632
53	0,00667	0,99333	0,00403	0,99597
54	0,00727	0,99273	0,00442	0,99558
55	0,00789	0,99211	0,00483	0,99517
56	0,00847	0,99153	0,00524	0,99476
57	0,00898	0,99102	0,00563	0,99437
58	0,00939	0,99061	0,00601	0,99399
59	0,00971	0,99029	0,00636	0,99364
60	0,00999	0,99001	0,00671	0,99329
61	0,01024	0,98976	0,00707	0,99293
62	0,01046	0,98954	0,00746	0,99254
63	0,01071	0,98929	0,00788	0,99212
64	0,01104	0,98896	0,00833	0,99167

65	0,01146	0,98854	0,00883	0,99117
66	0,01199	0,98801	0,0094	0,9906
67	0,0126	0,9874	0,01005	0,98995
68	0,01329	0,98671	0,01076	0,98924
69	0,01405	0,98595	0,0115	0,9885
70	0,01485	0,98515	0,01229	0,98771
71	0,01574	0,98426	0,01314	0,98686
72	0,0167	0,9833	0,01406	0,98594
73	0,01777	0,98223	0,01508	0,98492
74	0,01895	0,98105	0,0162	0,9838
75	0,02026	0,97974	0,01743	0,98257
76	0,02369	0,97631	0,01879	0,98121
77	0,02738	0,97262	0,0203	0,9797
78	0,0313	0,9687	0,02326	0,97674
79	0,03693	0,96307	0,0288	0,9712
80	0,04518	0,95482	0,03569	0,96431
81	0,05527	0,94473	0,04208	0,95792
82	0,06732	0,93268	0,04907	0,95093
83	0,08228	0,91772	0,0552	0,9448
84	0,09478	0,90522	0,06086	0,93914
85	0,10465	0,89535	0,06715	0,93285
86	0,11533	0,88467	0,07318	0,92682
87	0,12698	0,87302	0,08155	0,91845
88	0,13947	0,86053	0,09045	0,90955
89	0,15271	0,84729	0,10001	0,89999
90	0,16659	0,83341	0,10913	0,89087
91	0,17991	0,82009	0,11521	0,88479
92	0,1939	0,8061	0,12499	0,87501
93	0,20874	0,79126	0,13826	0,86174
94	0,22451	0,77549	0,15451	0,84549
95	0,24126	0,75874	0,17429	0,82571
96	0,25715	0,74285	0,19155	0,80845
97	0,27419	0,72581	0,20596	0,79404
98	0,29249	0,70751	0,22227	0,77773
99	0,31215	0,68785	0,23736	0,76264

100	0,33331	0,66669	0,2581	0,7419
101	0,35163	0,64837	0,28068	0,71932
102	0,37132	0,62868	0,30562	0,69438
103	0,3925	0,6075	0,33315	0,66685
104	0,41527	0,58473	0,36369	0,63631
105	0,43973	0,56027	0,39318	0,60682
106	0,46602	0,53398	0,42883	0,57117
107	0,49429	0,50571	0,46604	0,53396
108	0,52467	0,47533	0,50427	0,49573
109	0,55733	0,44267	0,54477	0,45523
110	0,59244	0,40756	0,58702	0,41298
111	1	0	1	0

Lampiran 2 Suku Bunga Bank Indonesia

Tanggal	BI-7Day-RR
25 April 2019	0,0600
16 Mei 2019	0,0600
20 Juni 2019	0,0600
18 Juli 2019	0,0575
22 Agustus 2019	0,0550
19 September 2019	0,0525
24 Oktober 2019	0,0500
21 November 2019	0,0500
19 Desember 2019	0,0500
23 Januari 2020	0,0500
20 Februari 2020	0,0475
19 Maret 2020	0,0450
14 April 2020	0,0450
19 Mei 2020	0,0450
18 Juni 2020	0,0425
16 Juli 2020	0,0400
19 Agustus 2020	0,0400
17 September 2020	0,0400
13 Oktober 2020	0,0400
19 November 2020	0,0375
17 Desember 2020	0,0375
21 Januari 2021	0,0375
18 Februari 2021	0,0350
18 Maret 2021	0,0350
20 April 2021	0,0350
25 Mei 2021	0,0350
17 Juni 2021	0,0350
22 Juli 2021	0,0350
19 Agustus 2021	0,0350
21 September 2021	0,0350
19 Oktober 2021	0,0350
18 November 2021	0,0350

16 Desember 2021	0,0350
20 Januari 2022	0,0350
10 Februari 2022	0,0350
17 Maret 2022	0,0350
19 April 2022	0,0350
24 Mei 2022	0,0350
23 Juni 2022	0,0350
21 Juli 2022	0,0350
23 Agustus 2022	0,0375
22 September 2022	0,0425
20 Oktober 2022	0,0475
17 November 2022	0,0525
22 Desember 2022	0,0550
19 Januari 2023	0,0575
16 Februari 2023	0,0575
16 Maret 2023	0,0575
18 April 2023	0,0575
25 Mei 2023	0,0575
22 Juni 2023	0,0575
25 Juli 2023	0,0575
24 Agustus 2023	0,0575
21 September 2023	0,0575
19 Oktober 2023	0,0600
23 November 2023	0,0600
21 Desember 2023	0,0600
17 Januari 2024	0,0600
21 Februari 2024	0,0600
20 Maret 2024	0,0600

Lampiran 3 *Script Micro VBA for Excel* untuk Perhitungan Cadangan Manfaat

Option Explicit

Function NilaiTunaiAnuitas(x As Integer, alpha As Double, beta As Double, v As Double, n As Integer) As Double

Dim k As Integer

Dim total As Double

total = 0

For k = 0 To n - 1

total = total + (v ^ k) * Exp(-(((x + k) ^ alpha - (x ^ alpha)) / (beta ^ alpha)))

Next k

NilaiTunaiAnuitas = total

End Function

Function NilaiSekarangAktuaria(x As Integer, alpha As Double, beta As Double, v As Double, n As Integer) As Double

Dim k As Integer

Dim total As Double

total = 0

```

For k = 0 To n - 1

    total = total + (v ^ (k + 1)) * Exp(-(((x + k) ^ alpha - (x ^
alpha)) / (beta ^ alpha))) * _

    (1 - Exp(-(((x + k + 1) ^ alpha - (x + k) ^ alpha) / (beta
^ alpha))))))

Next k

NilaiSekarangAktuarial = total

```

End Function

Function CadanganRetrospektif(x As Integer, alpha As Double,
beta As Double, v As Double, premi As Double, n As Integer, UP
As Double) As Double

Dim k As Integer

Dim total1 As Double

Dim total2 As Double

Dim px_k As Double

Dim qx_k As Double

total1 = 0

total2 = 0

For k = 0 To n - 2

$$px_k = \text{Exp}(-(((x + 1 + k) ^ \alpha - (x + 1) ^ \alpha) / (\text{beta} ^ \alpha)))$$

$$qx_k = 1 - \text{Exp}(-(((x + 2 + k) ^ \alpha - (x + 1 + k) ^ \alpha) / (\text{beta} ^ \alpha)))$$

$$\text{total1} = \text{total1} + (v ^ (k + 1)) * px_k * qx_k$$

$$\text{total2} = \text{total2} + (v ^ k) * px_k$$

Next k

$$\text{CadanganRetrospektif} = \text{UP} * \text{total1} - \text{premi} * \text{total2}$$

End Function

Sub HitungSemuaNilai()

Dim usia As Integer

Dim alpha As Double

Dim beta As Double

Dim v As Double

Dim n As Integer

Dim UP As Double

Dim ws As Worksheet

Dim row As Integer

' Input Box

alpha = CDbI(InputBox("Masukkan nilai alpha (misal 3,21271):"))

beta = CDbI(InputBox("Masukkan nilai beta (misal 148,832997):"))

n = CInt(InputBox("Masukkan durasi kontrak asuransi (dalam tahun), misal 5:"))

' Konstanta

v = 0.942999 ' faktor diskonto

UP = 100000000 ' Uang Pertanggungan

' Buat worksheet baru

Set ws = ThisWorkbook.Sheets.Add

ws.Name = "Cadangan_" & Format(Now, "hhmmss")

' Header tabel

ws.Cells(1, 1).Value = "Usia (x)"

ws.Cells(1, 2).Value = "Nilai Tunai Anuitas"

ws.Cells(1, 3).Value = "Nilai Sekarang Aktuaria"

ws.Cells(1, 4).Value = "Premi"

```

ws.Cells(1, 5).Value = "Cadangan Manfaat (Retrospektif)"

row = 2

For usia = 0 To 111

    Dim nilaiTunai As Double

    Dim nilaiAktuaria As Double

    Dim premi As Double

    Dim cadangan As Double

        nilaiTunai = NilaiTunaiAnuitas(usia, alpha, beta, v, n)

        nilaiAktuaria = NilaiSekarangAktuaria(usia, alpha, beta, v,
n)

        If nilaiTunai <> 0 Then

            premi = (nilaiAktuaria / nilaiTunai) * UP

        Else

            premi = 0

        End If

        cadangan = CadanganRetrospektif(usia, alpha, beta, v,
premi, n, UP)

        ws.Cells(row, 1).Value = usia

```

```
ws.Cells(row, 2).Value = nilaiTunai  
ws.Cells(row, 3).Value = nilaiAktuaria  
ws.Cells(row, 4).Value = premi  
ws.Cells(row, 5).Value = cadangan  
  
    row = row + 1  
  
Next usia  
  
End Sub
```

Lampiran 4 *Script* R Studio untuk Estimasi Parameter Distribusi *Weibull*

```
> EstimasiParameter <- read.csv2("~/EstimasiParameter.csv")  
> View(EstimasiParameter)  
> data=data.frame(EstimasiParameter)  
> y=data$ln..ln.sx.  
> x=data$ln.x  
> shapiro.test(y)
```

Shapiro-Wilk normality test

data: y

W = 0.93905, p-value = 0.003429

```
> regresisederhana=lm(y~x)
```

```
> regresisederhana
```

Call:

```
lm(formula = y ~ x)
```

Coefficients:

(Intercept)	x
-15.761	3.134

```
> summary(regresisederhana)
```

Call:

```
lm(formula = y ~ x)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.42682	-0.21029	-0.03824	0.08633	0.89122

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-15.76091	0.34151	-46.15	<2e-16 ***
x	3.13415	0.08993	34.85	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3183 on 62 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9514, Adjusted R-squared: 0.9507

F-statistic: 1215 on 1 and 62 DF, p-value: < 2.2e-16

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Nugroho Aji Norcahyo
2. Tempat, Tgl.Lahir : Depok, 18 Desember 2003
3. Alamat Rumah : Betek RT. 01/RW. 02, Sumberagung,
Batuwarno, Wonogiri, Jawa Tengah
4. Email : nugrohoajinorcahyo@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 2 Sumberagung (2009-2015)
2. SMP Negeri 1 Tirtomoyo (2015-2018)
3. SMA Negeri 1 Baturetno (2018-2021)

Penulis

Nugroho Aji Norcahyo
2108046028