

**APLIKASI *COST OF INSURANCE* DALAM PERHITUNGAN
DANA TABARRU DENGAN SUKU BUNGA STOKASTIK PADA
ASURANSI JIWA BERJANGKA N-TAHUN**

SKRIPSI

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



Oleh : **HANNA ZHARIFA MARMU'ASYIFA**

NIM : 2108046044

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

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : HANNA ZHARIFA MARMU'ASYIFA

Nim : 2108046044

Jurusan/Program Studi : MATEMATIKA/MATEMATIKA

menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**APLIKASI *COST OF INSURANCE* DALAM PERHITUNGAN
DANA TABARRU DENGAN SUKU BUNGA STOKASTIK
PADA ASURANSI JIWA BERJANGKA N-TAHUN**

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

Semarang, 4 Juni 2025

uat pernyataan,



HANNA ZHARIFA MARMU'ASYIFA
NIM: 2108046044

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : HANNA ZHARIFA MARMU'ASYIFA

Nim : 2108046044

Jurusan/Program Studi : MATEMATIKA/MATEMATIKA

menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**APLIKASI *COST OF INSURANCE* DALAM PERHITUNGAN
DANA TABARRU DENGAN SUKU BUNGA STOKASTIK
PADA ASURANSI JIWA BERJANGKA N-TAHUN**

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

Semarang, 4 Juni 2025

Pembuat pernyataan,

HANNA ZHARIFA MARMU'ASYIFA
NIM: 2108046044



KEMENTERIAN AGAMA R.I
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **APLIKASI *COST OF INSURANCE* DALAM
PERHITUNGAN DANA TABARRU DENGAN SUKU BUNGA
STOKASTIK PADA ASURANSI JIWA BERJANGKA N-TAHUN**

Penulis : HANNA ZHARIFA MARMU'ASYIFA

NIM : 2108046044

Jurusan : MATEMATIKA

Telah diujikan dalam siding 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, 25 Juni 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Yolanda Norasia, M.Si

Dinni Rahma Oktaviani, M.Si

NIP : 199409232019032011 NIP : 199410092019032017

Penguji III,

Penguji IV,

Zulaikha, M.Sc

Seftina diyah Miasary, M.Sc.

NIP : 199204092019032017 NIP : 19870921201932010

Pembimbing,

Seftina Diyah Miasary, M.Sc.
NIP. 19870921201932010



KEMENTERIAN AGAMA R.I
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **APLIKASI *COST OF INSURANCE* DALAM PERHITUNGAN DANA TABARRU DENGAN SUKU BUNGA STOKASTIK PADA ASURANSI JIWA BERJANGKA N-TAHUN**

Penulis : HANNA ZHARIFA MARMU'ASYIFA

NIM : 2108046044

Jurusan : MATEMATIKA

Telah diujikan dalam siding 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, ... 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

.....
NIP :

Penguji III,

.....
NIP :

Penguji IV,

.....
NIP :

.....
NIP :

Pembimbing,

Seftina Diyah Miasary, M.Sc.
NIP. 19870921201932010

NOTA DINAS

Semarang, 4 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi MATEMATIKA
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum warahmatullahi wabarokatuh

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

Judul : APLIKASI *COST OF INSURANCE* DALAM
PERHITUNGAN DANA TABARRU DENGAN
SUKU BUNGA STOKASTIK PADA ASURANSI
JIWA BERJANGKA N-TAHUN

Nama : HANNA ZHARIFA MARMU'ASYIFA

NIM : 2108046044

Jurusan : MATEMATIKA

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

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh

Pembimbing,



Seftina Diyah Miasary, M.Sc.
NIP. 19870921201932010

NOTA DINAS

Semarang, 4 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi MATEMATIKA
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum warahmatullahi wabarokatuh

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

Judul : APLIKASI *COST OF INSURANCE* DALAM PERHITUNGAN DANA TABARRU DENGAN SUKU BUNGA STOKASTIK PADA ASURANSI JIWA BERJANGKA N-TAHUN

Nama : HANNA ZHARIFA MARMU'ASYIFA

NIM : 2108046044

Jurusan : MATEMATIKA

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

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pembimbing,

Seftina Diyah Miasary, M.Sc.
NIP. 19870921201932010

ABSTRAK

Penelitian ini membahas penerapan metode *Cost of Insurance* (COI) dalam perhitungan dana tabarru' pada asuransi jiwa berjangka n-tahun dengan mempertimbangkan pengaruh suku bunga stokastik. Meskipun sistem bunga tidak digunakan secara eksplisit dalam asuransi syariah, perhitungan nilai investasi tetap memerlukan pendekatan matematis terhadap suku bunga. Suku bunga dalam penelitian ini dimodelkan secara stokastik menggunakan model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR) untuk menggambarkan fluktuasi tingkat suku bunga secara realistis dari waktu ke waktu. Proses ini melibatkan estimasi parameter model CIR menggunakan data *BI-7Day RR* periode Januari 2015 hingga Desember 2024, serta simulasi suku bunga selama 120 bulan. Nilai rata-rata suku bunga yang diperoleh digunakan untuk menentukan fungsi diskon, yang kemudian digunakan dalam perhitungan COI bersama dengan nilai mortalitas dari Tabel Mortalita Indonesia 2019 dan asumsi biaya pengelolaan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai COI dan dana tabarru bersifat fluktuatif mengikuti dinamika suku bunga. Selain itu, nilai dana tabarru peserta laki-laki cenderung lebih tinggi dibandingkan perempuan pada usia yang sama, disebabkan oleh perbedaan risiko kematian. Simulasi ini memberikan gambaran penting tentang ketidakpastian pasar dan mendukung penggunaan model stokastik dalam pengelolaan asuransi jiwa syariah.

Kata kunci : Dana Tabarru, *Cost of Insurance*, Suku Bunga Stokastik, Model *Cox-Ingersoll-Ross*, Asuransi Jiwa Syariah.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Aplikasi *Cost of Insurance* dalam Perhitungan Dana Tabarru Dengan Suku Bunga Stokastik Pada Asuransi Jiwa Berjangka N-Tahun”** ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Dalam Proses Penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Nizar Ali, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Prof. Dr. Mushadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
3. Any Muanalifah, M.Si., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Matematika.
4. Seftina Diah Miasary, M.Sc. Selaku Dosen Wali serta Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, arahan, serta masukan yang sangat berharga dalam membimbing penulis dari awal masa studi hingga skripsi ini selesai di Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang.
5. Seluruh Dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan ilmu-ilmunya kepada peneliti.

6. Kedua orang tua peneliti, Bapak Marno dan Ibu Muayanah. Serta saudara Idlaal Nazhif Marmu'asyifa yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan materi yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman Matematika B Angkatan 2021 Yang selalu menemani penulis selama di bangku perkuliahan.
8. Teman-teman seimbang peminatan keuangan Matematika angkatan 2021 yang selalu memberi motivasi dan semangat selama penyusunan skripsi.
9. Teman-teman seperjuangan : Wiwit, Salma, Arum, Dhiva, Frischa, Fina, Desti, Salsa, Nabila, Anam, Fadil, Jafar, Apif, dan Adnan yang telah memberikan warna dalam kehidupan penulis selama ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan, motivasi, serta inspirasi dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, sehingga sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan turut berkontribusi dalam pengembangan ilmu matematika.

Semarang, 4 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

**APLIKASI *COST OF INSURANCE* DALAM PERHITUNGAN
DANA TABARRU DENGAN SUKU BUNGA STOKASTIK PADA
ASURANSI JIWA BERJANGKA N-TAHUN..... i**

PERNYATAAN KEASLIAN iii

NOTA DINAS vi

ABSTRAK viii

KATA PENGANTAR..... ix

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR.....xiv

DAFTAR LAMPIRAN..... xv

BAB I PENDAHULUAN 16

A. Latar Belakang.....16

B. Rumusan Masalah.....22

C. Batasan Masalah.....23

D. Tujuan Penelitian.....23

E. Manfaat Penelitian.....24

BAB II LANDASAN TEORI.....25

A. Asuransi Syariah.....25

B. Tabel Mortalita.....27

C. Suku Bunga.....29

D. *Cost of Insurance*.....37

BAB III METODE PENELITIAN 39

A. Langkah Penelitian.....39

B. Alur Penelitian.....41

BAB IV.....	43
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
A. Asumsi masalah.....	43
B. Estimasi parameter.....	44
C. Rata-rata nilai suku bunga dengan CIR.....	46
D. Fungsi diskon dari suku bunga stokastik.....	49
E. <i>Cost of Insurance (COI)</i>	51
F. Dana Tabarru.....	56
BAB V	62
PENUTUP	62
A. Kesimpulan.....	62
B. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data BI-7-Day Repo Rate Bulan Januari 2015 hingga Desember 2024.....	45
Tabel 4. 2 Besar nilai parameter dengan model CIR.....	46
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan nilai suku bunga.....	47
Tabel 4. 4 nilai fungsi diskon dengan simulasi 120 bulan.....	50
Tabel 4. 5 Nilai qx pada laki-laki dan perempuan.....	52
Tabel 4. 6 Nilai COI peserta laki-laki usia 30 tahun simulasi 120 bulan.....	53
Tabel 4.7 Nilai COI peserta perempuan usia 30 tahun simulasi 120 bulan.....	54
Tabel 4. 8 Besar dana tabbaru peserta laki-laki usia 30-39 tahun	57
Tabel 4. 9 Besar dana tabbaru peserta perempuan usia 30-39 tahun	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	42
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	42
Gambar 4. 1 Simulasi suku bunga model CIR.....	48
Gambar 4. 2 Grafik Coi Laki-laki dan Perempuan usia 30 tahun.	55
Gambar 4. 3 Grafik dana tabarru laki-laki dan Perempuan usia 30 tahun.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Script perhitungan CIR.....	69
Lampiran 2 Data suku bunga	70
Lampiran 3 Hasil simulasi CIR 120 kali untuk menentukan ri	71
Lampiran 4 Hasil investasi dan fungsi diskon	73
Lampiran 5 Nilai COI Laki-laki dan Perempuan.....	77
Lampiran 6 Besar dana tabarru laki-laki dan perempuan usia 30 tahun.....	81
Lampiran 7 Script Grafik COI dan Dana Tabarru.....	81

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring meningkatnya perkembangan zaman saat ini, pertumbuhan asuransi khususnya asuransi syariah di Indonesia juga mengalami peningkatan. Meskipun peningkatan asuransi syariah tidak sepesat perbankan syariah, saat ini masyarakat mulai mengenal ekonomi syariah, yang secara tidak langsung turut memperkenalkan keberadaan asuransi syariah. Asuransi syariah merupakan asuransi yang berprinsip tolong-menolong dan tanpa adanya riba. Hal ini dapat menjadi salah pilihan untuk masyarakat di Indonesia yang mayoritas memiliki jumlah masyarakat muslim terbanyak di dunia yang menginginkan kegiatan ekonomi khususnya asuransi yang halal (Prudential, 2021) .

Secara etimologi kata asuransi berasal dari Bahasa Inggris *insurance* artinya perlindungan. Asuransi pada dasarnya merupakan perlindungan terhadap resiko dan musibah yang telah atau mungkin terjadi. Dalam konteks islam, asuransi dikenal dengan istilah asuransi syariah. Fatwa dewan syariah menjelaskan

bahwa asuransi syariah merupakan kegiatan tolong menolong atau tabarru antar pemegang polis untuk menghadapi resiko dan telah sesuai dengan syariat islam, Amin dan Qoimmudin (2020). Keuntungan pada asuransi syariah terdapat dana tabarru atau dana hibah, pengelolaan dana yang transparan, pembagian dana hasil investasi secara adil, dan manfaatnya sesuai syariat islam (Prudential, 2021).

Produk dari asuransi jiwa konvensional maupun asuransi jiwa syariah dibagi menjadi dua, yang pertama asuransi jiwa berjangka dan asuransi jiwa seumur hidup. Asuransi jiwa syariah berjangka menjamin pemegang polis dalam jangka waktu tertentu dan akan diberikan keuntungannya apabila pemegang polis meninggal pada waktu perlindungan yang telah ditentukan. Sedangkan asuransi jiwa seumur hidup merupakan jenis asuransi yang memberikan uang pertanggungan selama masa pertanggungan polis berlaku (Segara, 2019).

Namun, beberapa literatur lain mengklasifikasi jenis asuransi jiwa tradisional menjadi tiga jenis, salah satunya ditambahkan dengan asuransi jiwa dwiguna. Seperti pendapat Prudential (2021) asuransi jiwa tradisional dapat dibedakan menjadi tiga jenis utama.

Pertama asuransi jiwa berjangka n-tahun yaitu dengan memberikan perlindungan berdasarkan kontrak untuk periode tertentu dan hanya menjamin pertanggungan selama jangka waktu tersebut. Kedua asuransi jiwa dwiguna yaitu dengan memberikan manfaat Jika pemegang polis masih hidup hingga masa pertanggungan berakhir. Ketiga asuransi jiwa seumur hidup pada asuransi ini bersifat permanen karena menyediakan perlindungan sepanjang hidup. Oleh karena itu, bagi pemegang polis yang hanya menginginkan perlindungan asuransi untuk jangka waktu tertentu, asuransi jiwa berjangka dengan durasi n-tahun dapat menjadi pilihan yang tepat.

Dana tabarru merupakan salah satu prinsip yang digunakan pada asuransi jiwa syariah. Tabarru sendiri memiliki makna sumbangan yang diberikan pemegang polis asuransi syariah yang dibayarkan secara ikhlas. Tujuan dari dana tabarru ini untuk tolong menolong atau dana yang akan digunakan untuk klaim manfaat asuransi lainnya (Safira, Nasrullah, & Fatima, 2021).

Salah satu metode dalam perhitungan dana tabarru pada asuransi syariah yaitu *Cost of Insurance* (COI). Metode ini diterapkan dalam matematika keuangan, khususnya untuk menghitung premi

asuransi, termasuk dalam menentukan besaran dana tabarru pada asuransi jiwa syariah. Dalam penerapannya, metode ini melibatkan berbagai komponen seperti asumsi terkait hasil investasi, biaya pengelolaan, faktor diskon, dan tabel mortalitas yang digunakan untuk mendukung proses perhitungan. Jenis tabel mortalita yang digunakan adalah tabel mortalita Indonesia 2019 (Wulandari, Fauziah, & Fitriyati, 2023).

Meskipun dalam asuransi syariah tidak digunakan sistem bunga, perhitungan matematis seperti penentuan nilai investasi tetap membutuhkan pendekatan menggunakan suku bunga, terutama dalam konteks permodelan stokastik. Selain itu pada asuransi syariah ini suku bunga digunakan untuk menentukan besarnya faktor diskon. Suku bunga yang akan digunakan yaitu suku bunga stokastik. Suku bunga stokastik adalah proses perubahan suku bunga yang tidak menentu berdasarkan waktu tertentu atau dapat dikatakan fluktuatif. Dalam perhitungan suku bunga ini menggunakan metode *Cox Ingersoll Ross* (CIR). Pada asuransi syariah tidak memiliki sistem suku bunga, akan tetapi terdapat sistem bagi hasil sehingga suku bunga akan mempengaruhi pada besar investasi (Alwi, Anriani, & Abdal, 2019).

Penelitian oleh Muzakki (2020) membahas asuransi syariah yang berfokus pada perhitungan dana tabarru. Penelitian ini menggunakan dua jenis hukum mortalita yaitu hukum mortalita Makeham dan hukum mortalita Gompertz. Perhitungan dana tabarru pada penelitian ini menggunakan metode *Cost of Insurance*. Hasil perhitungan menunjukkan adanya perbedaan diantara dua hukum mortalita Makeham dan hukum mortalita Gompertz. Perbedaan tersebut terjadi karena pada parameter A menjadi salah satu faktor yang lebih memperhitungkan kematian selain usia. Selain itu, dalam perhitungan *Cost of Insurance* investasi dan besar biaya pengelolaan juga mempengaruhi besar kecilnya dana tabarru.

Wulandari (2023) dalam penelitiannya menjelaskan mengenai perhitungan asuransi syariah dan dana tabarru menggunakan tabel mortalita Indonesia 2019 dan hukum mortalita serta metode *Cost of Insurance*. Hasil dari penelitian ini yaitu perhitungan dana tabarru pada setiap pemegang polis asuransi syariah tanpa sistem tabungan yang dihitung menggunakan Tabel Mortalita Indonesia 2019, Gompertz, Mahekam, dan De Moivre yang dihitung menggunakan metode *Cost of Insurance*. Penelitian ini

menyimpulkan bahwa dana tabarru akan bertambah sesuai dengan pertambahan usia, uang pertanggungan, dan uang pengelolaanya. Dana tabarru akan lebih kecil nilainya apabila nilai investasi pada asuransi lebih besar. Selain itu, diketahui bahwa jika menggunakan hukum metode Makeham, nilai dana tabarru lebih kecil dibandingkan dengan metode lainya. Metode yang memiliki nilai dana tabarru terbesar yaitu dengan metode De Moivre.

Penelitian yang dituliskan Medikasari (2020) menjelaskan mengenai aplikasi pada suku bunga konstan serta suku bunga stokastik pada perhitungan asuransi dwiguna. Penelitian ini menghitung nilai *present value* dan premi tahunan pada asuransi jiwa dwiguna dengan menggunakan masa asuransi selama 10 tahun dan menggunakan sistem suku bunga konstan dan stokastik. Suku bunga stokastik dianalisis menggunakan model Vasicek dan model *Cox Ingersoll Ross* (CIR). Hasil perbandingan dari ketiga metode menunjukkan bahwa dalam perhitungan aktuaria, perbedaan nilai awal dan jenis pada tingkat bunga yang berbeda dapat menghasilkan perbedaan yang cukup besar. Perbandingan antara suku bunga konstan dan suku bunga stokastik, diketahui bahwa nilai manfaat

yang diperoleh lebih besar dibandingkan premi yang dibayarkan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini, penulis mengembangkan ketiga penelitian terdahulu dengan menghitung dana tabarru dengan menggunakan metode *Cost of Insurance*. Selain itu, perhitungan asuransi dilakukan menggunakan bantuan tabel mortalita Indonesia 2019. Penelitian ini akan menggunakan sistem suku bunga stokastik untuk mengetahui besar dana tabarru pada setiap perubahan suku bunga pada setiap tahunnya. Berdasarkan uraian tersebut, disusunlah skripsi berjudul Aplikasi *Cost of Insurance* dalam Perhitungan Dana Tabarru dengan Suku Bunga Stokastik Pada Asuransi Jiwa Berjangka n -tahun. Perhitungan pada penelitian ini menggunakan bantuan software R-Studio.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu,

1. Berapakah besar nilai investasi pada asuransi syariah jiwa berjangka n -tahun?

2. Berapakah besar dana tabarru yang dikeluarkan oleh pemegang polis menggunakan metode *Cost of Insurance*?

C. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dituliskan, batasan masalah pada penelitian ini yaitu,

1. Suku bunga stokastik dihitung dengan metode *Cox Ingersoll Ross* (CIR).
2. Data suku bunga indonesia pada Bank Indonesia selama sepuluh tahun terakhir yaitu Januari 2015 hingga Desember 2024.
3. Perhitungan peluang kematian pada asuransi menggunakan Tabel Mortalita Indonesia 2019.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dituliskan, tujuan dari penelitian ini yaitu,

1. Mengetahui besar nilai investasi secara stokastik yang akan digunakan dalam perhitungan dana tabarru.
2. Mengetahui besar dana tabarru yang dikeluarkan dengan perhitungan *Cost of Insurance*.

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat dituliskan manfaat penelitian sebagai berikut,

1. Manfaat akademis

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dalam penerapan dana tabarru asuransi syariah pada bidang asuransi jiwa berjangka n -tahun dengan model stokastik. Sehingga, dapat memberikan wawasan terkait dana tabarru dan asuransi jiwa syariah secara stokastik.

2. Manfaat praktis

Pada penelitian ini diharapkan bisa menjadi alat pertimbangan ketika hendak menentukan jenis asuransi syariah yang akan digunakan.

3. Manfaat teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk semua pihak yang akan menambah pengetahuan mengenai asuransi terutama asuransi syariah dalam kehidupan sehari-hari.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Asuransi Syariah

Asuransi syariah merupakan salah satu produk asuransi yang menggunakan prinsip tolong menolong antar pemegang polis dalam bentuk investasi atau tabarru serta mendapatkan pengembalian dana dalam menghadapi resiko berdasarkan akad yang mengutamakan prinsip syariah. Artinya, terdapat kontrak pertanggungan suatu resiko antara pemegang polis dengan perusahaan asuransi. Setelah kontrak dibuat, pemegang polis diwajibkan membayarkan premi asuransi. Pada akhir masa pertanggungan, pemegang polis akan menerima manfaat berupa uang pertanggungan sesuai dengan ketentuan yang telah disepakati (Soemitra, 2015).

1. Dana Tabarru

Menurut Hasan (2014), tabarru secara bahasa berarti pemberian, yang dalam pelaksanaannya tidak mengharapkan imbalan. Secara istilah, tabarru adalah memberikan sumbangan dengan asas tolong menolong secara sukarela. Oleh karena itu, tabarru digunakan sebagai prinsip dasar pada asuransi

syariah. Kegiatan tabarru ini sudah berlandaskan pada prinsip-prinsip yang terdapat dalam Al-Quran dan Sunnah.

Penerapan pada kegiatan asuransi syariah pada pembayaran premi dilakukan tidak hanya digunakan untuk memenuhi tabungan investasi saja, akan tetapi juga dialokasikan ke dalam dana tolong-menolong yang disebut dana tabarru. Secara matematis besar dana tabarru dapat dihitung dengan mengalikan besar manfaat yang disimbolkan dengan b_t dan nilai *Cost of Insurance*. Sehingga menurut Prabowo, A. (2022) secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut

$$\text{Dana tabarru} = COI \times (b_t) \quad (2.1)$$

dengan :

b_t = besar manfaat

COI = nilai *Cost of Insurance*

2. Asuransi syariah jiwa berjangka n -tahun

Asuransi jiwa berjangka n -tahun merupakan perjanjian antara pemegang polis dan perusahaan asuransi yang telah disepakati oleh kedua pihak. Masa pertanggungan pada asuransi ini berlangsung selama n -tahun, dan premi yang dibayarkan juga

berlaku selama periode tersebut. Apabila pemegang polis meninggal sebelum masa pertanggungan berakhir, uang pertanggungan akan diberikan kepada ahli waris atau wali yang telah ditunjuk. Jika pemegang polis masih *survive* pada masa pertanggungan selesai, maka akan tetap mendapatkan uang manfaat sesuai dengan perjanjian. Perbedaan ini menjadi pembeda utama antara asuransi jiwa berjangka syariah dan konvensional Gatot (2022). Menurut Bowers (1997), Asuransi jiwa berjangka n -tahun dengan memberi satu unit pada akhir tahun kematian dituliskan sebagai berikut:

$$b_t = \begin{cases} 1, & \text{untuk } t \geq n \\ 0, & \text{untuk } t < n \end{cases} \quad (2.2)$$

Diketahui t adalah usia pada pemegang polis dan n adalah jangka waktu dalam tahun. Jika pemegang polis meninggal sebelum jangka waktu n , maka akan memperoleh uang manfaat sebanyak 1. Oleh karena itu, pada asuransi syariah apabila nasabah meninggal pada sebelum jangka waktu n , tetap akan memperoleh nilai manfaatnya.

B. Tabel Mortalita

Perhitungan asuransi pastinya tidak terlepas dengan tabel mortalita terutama dalam perhitungan premi maupun dana tabarru. Tabel mortalita menunjukkan peluang meninggal pada suatu kelompok umur tertentu dan tabel diperoleh berdasarkan data pemegang polis di setiap perusahaan asuransi dalam jangka tertentu. Tabel mortalita ini biasanya dibedakan menurut jenis kelamin, umur, banyak kematian, dan banyak kelahiran atau *survive* (Futami, 1993).

Notasi pada tabel mortalitas dapat dituliskan sebagai berikut (Fitria, Satyahadewi, & Kiftiah, 2016):

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

Diketahui :

x = umur pemegang polis

l_x = jumlah orang yang hidup pada usia x

l_{x+1} = jumlah orang yang hidup pada usia $x+1$

d_x = jumlah orang yang meninggal pada usia x

Sehingga peluang survive usia (x) untuk mencapai ($x + t$) tahun dapat dituliskan sebagai berikut :

$${}_t p_x = \frac{l_x + 1}{l_x} \quad (2.4)$$

Peluang orang meninggal di usia x tahun dalam jangka waktu t tahun, dapat dituliskan sebagai berikut:

$${}_tq_x = \frac{(l_x) - (l_x + 1)}{l_x} \quad (2.5)$$

$${}_tq_x = 1 - p_x \quad (2.6)$$

Diketahui :

p_x = kemungkinan orang itu survive

q_x = kemungkinan orang itu meninggal

Setelah mengetahui peluang kematian, komponen penting lain yang berperan dalam perhitungan dana tabarru adalah suku bunga.

C. Suku Bunga

Suku bunga merupakan salah satu faktor utama untuk menghitung besarnya asuransi. Besar kecilnya pembayaran yang akan dilakukan dipengaruhi oleh tingkat suku bunga yang telah ditetapkan. Menurut Futami (1993) dalam menghitung besar bunga yang berdasarkan besar pokok serta lama investasinya dinamakan bunga sederhana dan dapat dituliskan sebagai berikut,

$$I = P \times n \times i \quad (2.7)$$

Di mana :

I = besarnya bunga berdasarkan pokok dan investasi

P = besar pokok yang dikeluarkan

n = jangka investasi dalam tahun

i = tingkat bunganya.

Selain itu, suku bunga majemuk merupakan perhitungan suku bunga dengan besar pokok jangka investasinya adalah akumulasi dari besar pokok sebelumnya dan besar bunga yang diperoleh. Suku bunga majemuk dapat dituliskan sebagai berikut,

$$P_n = P(1 + i)^n \quad (2.8)$$

Di mana :

P_n = besarnya bunga majemuk berdasarkan pokok dan investasi

P = besar pokok yang dikeluarkan

n = jangka investasi dalam tahun

i = tingkat bunganya.

Bunga majemuk juga mendefinisikan suatu fungsi v . Sehingga dapat dituliskan sebagai berikut,

$$v = \frac{1}{1 + i} \quad (2.9)$$

Di mana :

v = fungsi diskon

i = tingkat bunga.

1. Suku Bunga Stokastik

Menurut Taylor dan Karlin (1998), kata stokastik berasal dari kata *greed* yang memiliki arti acak atau random. Sehingga, suku bunga stokastik secara umum dapat dikatakan suku bunga yang berubah-ubah. Dalam penerapannya suku bunga ini sering terjadi pada suku bunga Indonesia yang fluktuatif. Maka dapat dituliskan persamaan stokastik sebagai berikut:

$$dr(t) = \mu(r(t), t)dt + \sigma(r(t), t)dW(t) \quad (2.10)$$

Diketahui :

- t = waktu
- r_t = suku bunga pada waktu ke t
- $W(t)$ = proses Wiener.

Berdasarkan rumus yang telah dituliskan diketahui bahwa $\mu(r(t), t)dt$ adalah koefisien drift atau persamaan deterministik dan $\sigma(r(t), t)$ merupakan koefisien difusi atau sering disebut persamaan stokastik yang menunjukkan fluktuasi.

2. Cox Ingersoll Ross (CIR)

Suku bunga stokastik dapat dihitung menggunakan metode *Cox Ingersoll Ross* (CIR). Penggunaan metode ini karena menggambarkan pergerakan suku bunga secara fluktuatif. Perhitungan ini akan memperoleh hasil yang lebih

realistis sesuai dengan waktu dan keadaan. Model CIR dapat dituliskan sebagai berikut (Ekawati, Ahmad, & Hikmah, 2021) :

$$dr(t) = k(\theta - r(t))dt + \sigma\sqrt{r(t)}dW(t) \quad (2.11)$$

Diketahui :

- $r(t)$ = tingkat suku bunga waktu ke t
- k = kecepatan pada tingkat bunga untuk menuju keseimbangan
- θ = mean berjangka panjang pada tingkat suku bunga
- σ = suatu pergerakan tidak menentu pada tingkat suku bunga
- $W(t)$ = proses Wiener.

Untuk memudahkan perhitungan karena suku bunga bersifat kompleks dan tidak konstan, maka dilakukan penurunan dengan memisalkan

$$y(t) = r(t)e^{kt} \quad (2.12)$$

Setelah memisalkan, maka dilakukan pendiferensial menggunakan turunan rantai (*chain rule*) persamaan (2.12) terhadap t , sehingga diperoleh persamaan

$$dy(t) = \frac{d}{dt}(r(t) \cdot e^{kt})$$

$$\begin{aligned}
 dy(t) &= e^{kt} dr(t) + r(t) \cdot \frac{d}{dt}(e^{kt}) \cdot dt \\
 dy(t) &= e^{kt} dr(t) + k e^{kt} r(t) dt
 \end{aligned} \tag{2.13}$$

Setelah melakukan pendiferensialan, substitusikan persamaan dengan model CIR ke dalam persamaan (2.13), dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 dy(t) &= e^{kt} [k(\theta - r(t))dt + \sigma\sqrt{r(t)}dW(t)] + k e^{kt} r(t) dt \\
 dy(t) &= k\theta e^{kt} dt - k r(t) e^{kt} dt + \sigma\sqrt{r(t)} e^{kt} dW(t) \\
 &\quad + k r(t) e^{kt} dt \\
 dy(t) &= k\theta e^{kt} dt + \sigma\sqrt{r(t)} e^{kt} dW(t)
 \end{aligned} \tag{2.14}$$

Kemudian dilakukan pengintegralan untuk mengembalikan ke persamaan awal dan memperoleh solusi eksplisit. Dintegrasikan dari 0 hingga t , dan diperoleh persamaan sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 \int_0^t dy(s) &= \int_0^t k\theta e^{ks} ds + \int_0^t \sigma\sqrt{r(s)} e^{ks} dW(s) \\
 y(t) - y(0) &= \int_0^t k\theta e^{ks} ds + \int_0^t \sigma\sqrt{r(s)} e^{ks} dW(s) \\
 y(t) &= y(0) + \int_0^t k\theta e^{ks} ds + \int_0^t \sigma\sqrt{r(s)} e^{ks} dW(s)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan yang telah di integralkan dengan $y(0) = r(0) \cdot e^{k \cdot 0} = r(0)$ maka diperoleh persamaan yang dituliskan sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
y(t) &= r(0) + k\theta \int_0^t e^{ks} ds + \int_0^t \sigma \sqrt{r(s)} e^{ks} dW(s) \\
y(t) &= r(0) + k\theta \cdot \frac{1}{k} (e^{kt} - 1) + \sigma \int_0^t \sqrt{r(s)} e^{ks} dW(s) \\
r(t) \cdot e^{kt} &= r(0) + \theta (e^{kt} - 1) + \sigma \int_0^t \sqrt{r(s)} e^{ks} dW(s) \\
r(t) &= \frac{r(0) + \theta(e^{kt} - 1) + \sigma \int_0^t \sqrt{r(s)} e^{ks} dW(s)}{e^{kt}} \\
r(t) &= r(0) e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) + \sigma e^{-kt} \int_0^t \sqrt{r(s)} e^{ks} dW(s) \quad (2.15)
\end{aligned}$$

Diketahui :

$r(0) e^{-kt}$	= pengaruh dari nilai awal pada suku bunga.
$\theta(1 - e^{-kt})$	= pergerakan <i>mean reversion</i> atau pergerakan menuju nilai rata rata θ (suku bunga jangka Panjang).
$\sigma e^{-kt} \int_0^t \sqrt{r(s)} e^{ks} dW(s)$	= faktor stokastik serta proses Wiener.

Berdasarkan persamaan eksplisit (2.15) yang telah dituliskan, maka dapat diketahui nilai ekspektasi dapat dituliskan sebagai berikut,

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

Dengan menggunakan sifat ekspektasi dari integral Itô terhadap proses wiener maka diperoleh persamaan nilai ekspektasi pada CIR sebagai berikut,

$$\begin{aligned} E[r(t)] &= r(0)e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) + 0 \\ E[r(t)] &= r(0)e^{-kt} + \theta(1 - e^{-kt}) \end{aligned} \quad (2.16)$$

Diketahui :

$r(0)$ = nilai awal pada tingkat suku bunga di waktu $t = 0$

e^{-kt} = faktor eksponensial yang berkurang sejalan dengan waktu dan mendekati suku bunga jangka panjang.

Selain nilai ekspektasi, variansi dapat dituliskan sebagai berikut,

$$Var(r(t)) = r(0) \frac{\sigma^2}{k} (e^{-kt} - 2e^{-2kt}) + \theta \left(\frac{\sigma^2}{2k} \right) (1 - e^{-kt})^2 \quad (2.17)$$

Di mana :

σ^2 = varians dari faktor random atau acak.

$\frac{\sigma^2}{k}$ dan $\left(\frac{\sigma^2}{2k} \right)$ = volatilitas pada suku bunga.

Model CIR pada dasarnya dituliskan dalam bentuk kontinu. Namun, dalam praktiknya data berbentuk diskrit. Berdasarkan hal ini dapat dituliskan bentuk persamaan secara diskrit untuk memudahkan perhitungan komputasi dengan diskritasi Euler Maruyama menurut Mao, X. (2015) adalah sebagai berikut,

$$dx(t) = a(x, t)dt + b(x, t)dW(t)$$

Pendekatan diskrit

$$x_t + \Delta t = x_t + a(x, t)\Delta t + b(x, t)\Delta Wt$$

Di mana :

$$\Delta Wt = W(t + \Delta t) - W(t) \sim \mathcal{N}(0, \Delta t)$$

$$\Delta Wt = \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}, \text{ dengan } \varepsilon_t \sim \mathcal{N}(0, 1)$$

Dengan ΔWt mempresentasikan perubahan proses wiener selama interval waktu Δt . Kemudian substitusikan pendekatan dengan persamaan CIR (2.11) dimana $a(x, t)$ atau fungsi deterministiknya adalah $k(\theta - r(t))$ dan $b(x, t)$ atau fungsi stokastiknya adalah $\sigma\sqrt{r(t)}$. Maka dapat dituliskan perhitungan secara diskrit sebagai berikut,

$$\begin{aligned} r_t + \Delta t &= r_t + k(\theta - r(t))\Delta t + \sqrt{r(t)}\varepsilon_t\sqrt{\Delta t} \\ r(t + 1) &= r(t) + k(\theta - r(t))\Delta t + \sigma\sqrt{r(t)}\varepsilon_t\sqrt{\Delta t} \end{aligned} \quad (2.18)$$

Untuk mengetahui nilai parameter estimasi, maka dapat dituliskan parameter estimasi k , θ , dan σ sebagai berikut,

$$k = \frac{n^2 - 2n + 1 + \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - (n-1) \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t}}{(n^2 - 2n + 1 - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t}) \Delta t} \quad (2.19)$$

$$\theta = \frac{(n-1) \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} - \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t} \sum_{t=1}^{n-1} r_t}{n^2 - 2n + 1 + \sum_{t=1}^{n-1} r_{t+1} \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - \sum_{t=1}^{n-1} r_t \sum_{t=1}^{n-1} \frac{1}{r_t} - (n-1) \sum_{t=1}^{n-1} \frac{r_{t+1}}{r_t}} \quad (2.20)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n^2} \sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{r_{t+1} - r_t}{\sqrt{r_t}} - \frac{\theta}{\sqrt{r_t}} - k\sqrt{r_t} \right)^2} \quad (2.21)$$

Diketahui :

r_t = volatilitas suku bunga pada waktu t

r_{t+1} = kemungkinan suku bunga pada waktu ke $t = 1$

n = ukuran sampel

Δt = selisih waktu antar data

k = parameter kecepatan tingkat bunga.

D. Cost of Insurance

Dana tabarru dalam perhitungan asuransi syariah dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Cost Of Insurance*. Perhitungan *Cost of Insurance* terbagi menjadi beberapa komponen, yakni: tabel mortalita dengan q_x , kemudian suatu investasi (i), dan asumsi pada biaya pengelolaanya (α). Perhitungan secara matematis

dituliskan sebagai berikut (Wulandari, Fauziah, & Fitriyati, 2023):

$$COI = \frac{v \cdot q_x}{1 - \alpha} \quad (2.22)$$

$$\text{Dengan, } v = \frac{1}{1+i}$$

Dimana :

v = fungsi diskon

i = besar investasi yang dipengaruhi suku bunga stokastik selama sepuluh tahun

q_x = kemungkinan orang itu meninggal pada tabel mortalita

α = biaya pengelolaanya

Besar kecilnya nilai *Cost of insurance* ini dipengaruhi oleh besar investasi. Besar kecilnya nilai investasi dipengaruhi oleh tinggi rendahnya suku bunga.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Langkah Penelitian

Bab ini membahas langkah-langkah yang diambil dalam penelitian. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut.:

1. Studi Literatur

Tahapan awal pada penelitian ini dengan melakukan studi literatur. Pengumpulan informasi serta pemahaman mengenai dana tabarru dengan menggunakan metode *Cost of Insurance* dan perhitungan menggunakan suku bunga stokastik yang dihitung menggunakan model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR). Literatur yang digunakan yaitu buku, jurnal, dan web resmi bank Indonesia serta asuransi jiwa pada aktuarial.

2. Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan adalah data yang bersumber dari website resmi Bank Indonesia terkait *BI-7Day Reverse Repo Rate (BI-7Day RR)* dengan data bulanan pada periode Januari 2015 hingga Desember 2024. Penelitian ini juga menggunakan Tabel Mortalita Indonesia 2019

(TMI) yang bersumber dari halaman resmi asuransi untuk membantu dalam perhitungan.

3. Asumsi Masalah

Asumsi masalah yang dilakukan pada tahapan ini seperti, pengambilan asumsi besar manfaat (b_t), usia (x) tahun pemegang polis hingga jangka waktu n -tahun, (n) tahun untuk lamanya masa perjanjian polis dan (α) biaya pengelolaan pada perhitungan COI.

4. Estimasi Parameter

Estimasi parameter adalah tahap awal yang dilakukan untuk menentukan besar nilai suku bunga secara stokastik. Parameter pada penelitian ini sangat mempengaruhi besar nilai rata-rata suku bunga. Perhitungan parameter (k), (θ), dan (σ) menggunakan persamaan (2.19), (2.20), dan (2.21).

5. Rata-rata Nilai Suku Bunga CIR

Rata-rata nilai suku bunga secara stokastik digunakan untuk membantu menentukan besar investasi. Perhitungan suku bunga stokastik ini menggunakan metode *Cox Ingersoll Ross* (CIR). Rata-rata suku bunga disimbolkan dengan $r(t)$ dan perhitungannya dengan *Cox Ingersoll Ross* (CIR) yaitu menggunakan persamaan (2.18).

6. Fungsi Diskon dari Suku Bunga Stokastik

Fungsi diskon yang digunakan dalam perhitungan *Cost of Insurance* (COI) adalah suatu nilai yang dipengaruhi oleh investasi dan suku bunga stokastik. Untuk menentukan besarnya fungsi diskon dari suku bunga stokastik menurut Futami (1993) menggunakan persamaan (2.9).

7. *Cost of Insurance*

Cost of Insurance merupakan peran penting dalam perhitungan dan metode dalam menghitung dana tabarru. Hal ini juga memerlukan bantuan Tabel Mortalita Indonesia 2019 dan suku bunga secara stokastik. Dalam perhitungannya, *Cost of insurance* menggunakan persamaan (2.22).

8. Dana Tabarru

Perhitungan besar dana tabarru pada penelitian ini disebut juga dana tolong menolong pada asuransi jiwa berjangka n -tahun. Pada perhitungan dana tabarru maka pemegang polis akan mengetahui besar dana tabarru yang dikeluarkan, persamaan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah persamaan (2.1).

B. Alur Penelitian

Berikut merupakan diagram dalam penelitian perhitungan Dana Tabarru :



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perhitungan besar dana tabarru pada penelitian ini menggunakan metode *Cost of Insurance* (COI) dengan nilai investasi berdasarkan suku bunga stokastik pada asuransi jiwa berjangka n -tahun memiliki langkah penyelesaian sebagai berikut:

A. Asumsi masalah

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa asumsi dasar untuk menyederhanakan perhitungan dan fokus pada analisis utama. Pertama, produk asuransi jiwa yang dikaji adalah asuransi jiwa berjangka n -tahun (*term life insurance*) dengan jangka waktu perlindungan selama sepuluh tahun dan dalam perhitungannya menggunakan data historis *BI-7Day Reverse Repo Rate (BI-7Day RR)* dengan data bulanan pada periode Januari 2015 hingga Desember 2024. Dalam hal ini, peserta diasumsikan memulai keikutsertaan pada usia 30 tahun, baik untuk jenis kelamin laki-laki maupun perempuan, sehingga perhitungan probabilitas kematian q_x . Besar nilai q_x pada laki-laki 0,00075 dan q_x pada perempuan sebesar 0,00056.

Data ini mengacu pada data tabel mortalitas Indonesia 2019 untuk usia tersebut.

Selanjutnya, besaran biaya pengelolaan yang dikenakan oleh menurut Hasan N. (2014) perusahaan asuransi mengasumsikan sebesar 30% atau 0,3 biaya pengelolaan yang dibayarkan peserta. Nilai ini digunakan sebagai parameter α dalam perhitungan *Cost of Insurance* (COI). Penelitian juga mengasumsikan bahwa nilai manfaat asuransi nilai b_t yang akan dibayarkan kepada ahli waris jika peserta meninggal dunia selama masa pertanggungan adalah sebesar Rp100.000.000. Seluruh asumsi ini digunakan sebagai dasar untuk menghitung besarnya COI dan dana tabarru menggunakan simulasi suku bunga stokastik berdasarkan model *Cox Ingersoll Ross* (CIR).

B. Estimasi parameter

Pada perhitungan estimasi parameter menggunakan suku bunga stokastik, karena bersifat fluktuatif dengan metode *Cox Ingersoll Ross* untuk menghasilkan nilai yang lebih realistis berdasarkan waktu. Parameter yang digunakan pada perhitungan ini adalah (k) yang merupakan kecepatan tingkat bunga menuju keseimbangan, (θ) adalah rata-rata jangka panjang, dan (σ) sebagai pergerakan tidak menentu pada tingkat suku bunga. Data yang digunakan pada

penelitian ini adalah data sekunder bulanan suku bunga BI-7-Day Repo Rate periode bulan Januari 2015 hingga Desember 2024. Pada data suku bunga ini bersumber pada website resmi bank indonesia. Data BI-7-Day Repo Rate ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data BI-7-Day Repo Rate Bulan Januari 2015 hingga Desember 2024

n	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	7,75	7,25	4,75	4,25	6	5	3,75	3,5	5,75	6
2	7,5	7	4,75	4,25	6	4,75	3,5	3,5	5,75	6
3	7,5	6,75	4,75	4,25	6	4,5	3,5	3,5	5,75	6
4	7,5	6,75	4,75	4,25	6	4,5	3,5	3,5	5,75	6,25
5	7,5	6,75	4,75	4,75	6	4,5	3,5	3,5	5,75	6,25
6	7,5	6,5	4,75	5,25	6	4,25	3,5	3,5	5,75	6,25
7	7,5	6,5	4,75	5,25	5,75	4	3,5	3,5	5,75	6,25
8	7,5	5,25	4,5	5,5	5,5	4	3,5	3,75	5,75	6,25
9	7,5	5	4,25	5,75	5,25	4	3,5	4,25	5,75	6
10	7,5	4,75	4,25	5,75	5	4	3,5	4,75	6	6
11	7,5	4,75	4,25	6	5	3,75	3,5	5,25	6	6
12	7,5	4,75	4,25	6	5	3,75	3,5	5,5	6	6

Sumber : BI-7-Day Repo Rate Bank Indonesia BPS Indonesia

Berdasarkan data suku bunga BI-7-Day Repo Rate bulan Januari 2015 sampai Desember 2024 dapat diketahui besar estimasi pada setiap parameter pada model (CIR) dengan menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel. Parameter yang dihasilkan pada model ini disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Besar nilai parameter dengan model CIR

Parameter	Nilai
k	0,0991
θ	5,095
σ	0,1161

Sumber : Data yang diolah menggunakan Microsoft excel

Tabel 4.2 menunjukkan hasil dari estimasi parameter pada model CIR dengan suku bunga stokastik pada *BI-7-Day Repo Rate*. Dengan memperoleh nilai k sebesar 0,0991 artinya Ini menunjukkan seberapa cepat suku bunga akan kembali ke rata-ratanya setelah mengalami kenaikan atau penurunan. Semakin besar nilai k semakin cepat suku bunga kembali lagi ke nilai normalnya. Kemudian nilai θ sebesar 5,095 mengindikasikan nilai ini mengasumsikan bahwa jangka panjangnya mendekati angka tersebut. Terakhir nilai σ sebesar 0,1161 menunjukkan tingkat volatilitas besar suku bunga bisa berubah secara acak dari waktu ke waktu. Semakin besar nilainya, semakin fluktuatif pergerakan suku bunganya. Setelah memperoleh hasil estimasi maka selanjutnya dapat menghitung rata rata suku bunga dengan CIR.

C. Rata-rata nilai suku bunga dengan CIR.

Setelah memperoleh estimasi parameter proses selanjutnya menghitung rata rata nilai suku bunga model CIR. Penggunaan model CIR menurut Kamila (2021) akan

menghasilkan suku bunga selalu positif dibandingkan metode Vasicek. Oleh karena itu dengan nilai $r(0) = 7,75$, waktu $t = 10 \text{ tahun}$ total waktu dalam tahun, dan $n = 120$ yang merupakan jumlah langkah waktu dalam bulan. Pada perhitungan ini dapat diselesaikan dengan persamaan (2.18) dengan menggunakan bantuan *software* R-Studio dan disimulasikan sebanyak 120 kali. Kemudian diperoleh hasil yang disajikan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil perhitungan nilai suku bunga

Sumber : Data yang diolah

Perhitungan	Hasil
Simulasi ke 1	7,8379
Simulasi ke 2	6,9257
Simulasi ke 3	6,4776
Simulasi ke 4	6,2476
.	.
.	.
.	.
Simulasi ke 117	2,6451
Simulasi ke 118	2,8938
Simulasi ke 119	3,0970
Simulasi ke 120	2,6522

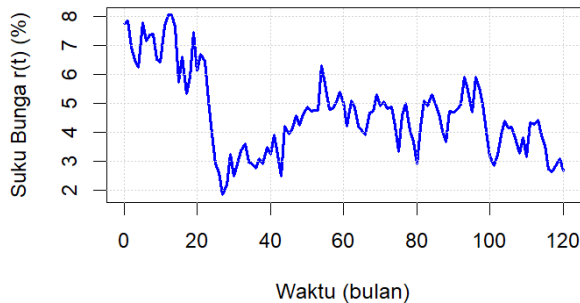
Pada perhitungan besar nilai $r(i)$ dengan melihat data historis *BI-7-Day Repo Rate* Bank Indonesia selama sepuluh tahun kebelakang, dapat dihitung nilai $r(t + 1)$ secara matematis dengan rumus diskrit pada persamaan (2 .18) dimana ε = variabel acak yang memiliki mean $\Delta W(t) = 0$ serta

variansi $\Delta W(t) = 1$. Sehingga standar deviasi $\Delta W(t) = \sqrt{\Delta t}$ dengan $\Delta t = \frac{1}{12} = 0,0833$ dan dapat diasumsikan besar ε_t dengan di ambil secara acak nilainya sebesar 0,05 dapat dihitung sebagai berikut,

$$\begin{aligned} r(t+1) &= r(t) + k(\theta - r(t))\Delta t + \sigma\sqrt{r(t)}\varepsilon_t\Delta W(t) \\ r(t+1) &= 7,75 + 0,099(5,059 - 7,75)0,833 + 0,1162\sqrt{7,75} \cdot \\ &\quad 0,5 \cdot \sqrt{0,0833} \\ r(t+1) &= 7,75 + (-0,02219) + 0,04668 \\ r(t+1) &= 7,77 \end{aligned}$$

Gambar 4.1. Simulasi suku bunga model CIR

Simulasi Suku Bunga Model CIR



Berdasarkan tabel 4.3 perhitungan melalui *software* R-Studio dan perhitungan manual secara diskrit nilai $r(t+1)$ menunjukkan hasil yang tidak memiliki perbedaan signifikan. Perbedaan kecil yang muncul terutama disebabkan oleh perbedaan dalam pembulatan angka desimal yang digunakan

dalam proses perhitungan. Dalam perhitungan manual, angka biasanya dibulatkan hingga beberapa angka di belakang koma, sedangkan R Studio menggunakan presisi komputasi yang lebih tinggi. Nilai $r(t + 1)$ yang telah diperoleh akan digunakan sebagai input untuk menghitung nilai $r(t + 2)$, dan proses ini berlanjut secara berulang hingga mencapai 120 kali simulasi. Proses ini mengikuti pola stokastik dari model CIR. Setelah seluruh simulasi nilai $r(t)$ diperoleh, nilai-nilai tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya yaitu fungsi diskon. Dalam hal ini, nilai $r(t)$ yang diperoleh dari simulasi akan digunakan sebagai nilai suku bunga (i) pada parameter fungsi diskon tersebut. Pada gambar 4.1 juga menunjukkan bahwa nilai $r(t)$ atau i sepuluh tahun kedepan juga mengalami fluktuasi.

D. Fungsi diskon dari suku bunga stokastik

Perhitungan pada fungsi diskon akan digunakan untuk menghitung pada tahap selanjutnya yaitu perhitungan *Cost of Insurance* (COI). Pada dasarnya nilai fungsi diskon juga disebabkan oleh besar investasi yang telah ditetapkan dan besarnya investasi dipengaruhi oleh tingkat suku bunga Futami (1993). Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya nilai suku bunga yang diperoleh sebesar $r(i) = 7,8379$. Sehingga untuk menentukan besar fungsi diskon dapat

dihitung secara matematis menggunakan persamaan (2.9) dan dalam perhitungan simulasi 120 data dibantu dengan Microsoft excel

$$v = \frac{1}{1+i}$$

$$v = \frac{1}{1+7,8379}$$

$$v = 0,113149$$

Tabel 4. 4 nilai fungsi diskon dengan simulasi 120 bulan

Sumber : Data yang diolah

Perhitungan	i	v
Simulasi ke 1	7,8379	0,113
Simulasi ke 2	6,9257	0,126
Simulasi ke 3	6,4776	0,134
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Simulasi ke 118	2,8938	0,257
Simulasi ke 119	3,0970	0,244
Simulasi ke 120	2,6522	0,274

Berdasarkan Tabel 4.4, hasil perhitungan fungsi diskon v secara manual dan menggunakan *software* R-Studio menunjukkan nilai yang sama, atau setidaknya sangat mendekati. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun metode perhitungannya berbeda manual dan komputasional hasil akhirnya tetap konsisten, terutama ketika dilakukan dengan ketelitian yang sama dalam pembulatan angka.

Nilai fungsi diskon tersebut sangat dipengaruhi oleh suku bunga i yang diperoleh dari proses simulasi stokastik menggunakan model CIR. Karena nilai i berubah-ubah secara acak mengikuti dinamika model, maka nilai fungsi diskon juga akan mengalami fluktuasi dari waktu ke waktu. Dengan kata lain, ketidakpastian dalam suku bunga menyebabkan nilai fungsi diskon juga bersifat tidak tetap, yang mencerminkan kondisi pasar yang dinamis. Simulasi suku bunga yang dilakukan selama 120 bulan atau setara dengan 10 tahun menghasilkan rangkaian nilai i dan fungsi diskon v untuk setiap periode. Hasil ini akan menjadi dasar penting dalam perhitungan biaya asuransi *Cost of Insurance* (COI) pada tahap selanjutnya, karena nilai COI sangat bergantung pada fungsi diskon yang digunakan untuk menghitung nilai sekarang dari manfaat yang dijanjikan.

E. Cost of Insurance (COI)

Cost of Insurance (COI) dapat dihitung setelah mengetahui beberapa komponennya seperti (v) besar nilai fungsi diskon, (q_x) kemungkinan pemegang polis meninggal, dan (α) asumsi pada biaya penelolaanya. Dimana telah diketahui besar fungsi diskon (v) = 0,113 pada perhitungan sebelumnya. Selanjutnya nilai α setiap tahun dibagi dengan dua belas bulan. Sehingga diperoleh nilai (α) = 30% atau 0.3 pada setiap bulannya.

Terakhir untuk mengetahui nilai q_x dapat dilihat melalui Tabel Mortalita Indonesia 2019 (TMI 2019) dengan mengambil nilai q_x pada laki-laki dan perempuan di rentang usia 30 tahun seperti yang disajikan pada tabel (4.5).

Tabel 4. 5 Nilai q_x pada laki-laki dan perempuan

Usia	q_x (laki-laki)	q_x (perempuan)
30	0,00075	0,00056

Sumber : Website Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia Tabel Mortalita Indonesia 2019

Dengan menggunakan persamaan (2.22) maka dapat dihitung besar nilai *Cost of Insurance* (COI) peserta laki-laki dan perempuan berusia 30 tahun sebagai berikut.

$$COI = \frac{v \cdot q_x}{1 - \alpha}$$

Usia 30 tahun laki-laki

$$COI = \frac{0,113 \times 0,00075}{1 - 0.3}$$

$$COI = \frac{0,00008475}{0.7}$$

$$COI = 0.0001210714$$

Sehingga diperoleh nilai *Cost of Insurance* (COI) peserta laki-laki usia 30 tahun dengan simulasi 120 bulan disajikan pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4. 6 Nilai COI peserta laki-laki usia 30 tahun simulasi 120 bulan.

simulasi	v	COI
Simulasi ke 1	0,113	0,0001210714
Simulasi ke 2	0,126	0,0001350000
Simulasi ke 3	0,134	0,0001435714
Simulasi ke 4	0,138	0,0001478571
Simulasi ke 5	0,114	0,0001221429
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Simulasi ke 116	0,268	0,0002871429
Simulasi ke 117	0,274	0,0002935714
Simulasi ke 118	0,257	0,0002753571
Simulasi ke 119	0,244	0,0002614286
Simulasi ke 120	0,274	0,0002935714

Sumber : Data yang diolah

Untuk perhitungan *Cost of Insurance* pada peserta perempuan dengan usia 30 tahun adalah sebagai berikut.

Usia 30 tahun perempuan

$$COI = \frac{0.113 \times 0,00056}{1 - 0.3}$$

$$COI = \frac{0.00006328}{0.7}$$

$$COI = 0.0000904$$

Sehingga diperoleh nilai *Cost of Insurance* (COI) peserta perempuan usia 30 hingga 39 pada tabel 4.7 berikut ini.

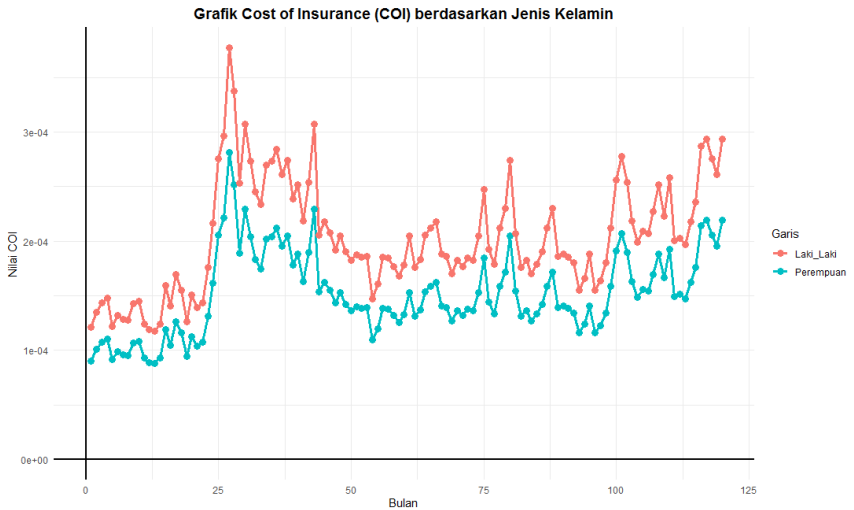
Tabel 4.7 Nilai COI peserta perempuan usia 30 tahun simulasi 120 bulan.

simulasi	v	COI
Simulasi ke 1	0,113	0,0000904
Simulasi ke 2	0,126	0,0001008
Simulasi ke 3	0,134	0,0001072
Simulasi ke 4	0,138	0,0001104
Simulasi ke 5	0,114	0,0000912
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Simulasi ke 116	0,268	0,0002144
Simulasi ke 117	0,274	0,0002192
Simulasi ke 118	0,257	0,0002056
Simulasi ke 119	0,244	0,0001952
Simulasi ke 120	0,274	0,0002192

Sumber : Data yang diolah

Nilai COI pada peserta laki-laki yang disajikan dalam Tabel 4.6 dan peserta perempuan pada Tabel 4.7 dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah pemahaman terhadap pola perubahan nilai COI setiap bulan. Visualisasi tersebut ditampilkan pada Gambar 4.2, yang menggambarkan hasil simulasi selama 120 bulan atau 10 tahun.

Gambar 4. 2 Grafik Coi Laki-laki dan Perempuan usia 30 tahun.



Nilai *Cost of Insurance* (COI) untuk laki-laki dan perempuan usia 30 tahun menunjukkan pola fluktuatif akibat nilai suku bunga investasi i dan fungsi diskon v yang bersifat stokastik. Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi sebanyak 120 kali untuk menggambarkan variasi dan ketidakpastian dari faktor-faktor tersebut. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa nilai COI laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan pada usia yang sama. Perbedaan ini disebabkan oleh risiko mortalitas laki-laki yang umumnya lebih tinggi, sehingga premi asuransi atau COI yang harus dibayarkan juga lebih besar. Selain itu, sifat stokastik dari suku bunga investasi mempengaruhi fungsi diskon yang menyebabkan nilai sekarang dari kewajiban asuransi berfluktuasi, sehingga COI menjadi variatif. Fluktuasi ini

menegaskan pentingnya penggunaan pendekatan stokastik dalam perhitungan COI agar dapat menangkap risiko dan ketidakpastian pasar secara lebih realistis. Dengan melakukan 120 kali simulasi, diperoleh gambaran mengenai dampak perubahan suku bunga terhadap nilai COI laki-laki dan perempuan, serta menunjukkan bahwa secara rata-rata nilai COI laki-laki tetap lebih tinggi.

F. Dana Tabarru

Pada tahap perhitungan yang terakhir adalah menghitung besar dana tabarru yang dikeluarkan peserta pada setiap bulannya. Perhitungan ini memerlukan perhitungan *Cost of Insurance* (COI) dan asumsi pada nilai besar manfaat (b_t). Telah diketahui nilai COI berdasarkan perhitungan sebelumnya dan mengambil asumsi nilai b_t sebesar Rp. 100.000.000 rupiah. Untuk mengetahui besar dana tabarru yang dikeluarkan maka dapat dihitung menggunakan persamaan (2.1)

$$\text{Dana tabarru} = \text{COI} \times (b_t)$$

Sehingga, untuk usia 30 pada peserta laki laki dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Dana tabarru} = \text{COI} \times (b_t)$$

$$\text{Dana tabarru} = 0,0001210714 \times \text{Rp. } 100.000.000$$

$$\text{Dana tabarru} = \text{Rp. } 12.107,00$$

Sehingga diperoleh besar dana tabbaru peserta laki-laki usia 3 tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4. 8 Besar dana tabbaru peserta laki-laki usia 30-39 tahun

Simulasi	COI	Dana Tabarru
Simulasi ke 1	0,0001210714	Rp12.107,14
Simulasi ke 2	0,0001350000	Rp13.500,00
Simulasi ke 3	0,0001435714	Rp14.357,14
Simulasi ke 4	0,0001478571	Rp14.785,71
Simulasi ke 5	0,0001221429	Rp12.214,29
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Simulasi ke 116	0,0002871429	Rp28.714,29
Simulasi ke 117	0,0002935714	Rp29.357,14
Simulasi ke 118	0,0002753571	Rp27.535,71
Simulasi ke 119	0,0002614286	Rp26.142,86
Simulasi ke 120	0,0002935714	Rp29.357,14

Sumber : Data yang diolah

Usia peserta perempuan 30 tahun dapat dihitung secara matematis sebagai berikut.

$$\text{Dana tabarru} = \text{COI} \times (b_t)$$

$$\text{Dana tabarru} = 0,0000904 \times \text{Rp. } 100.000.000$$

$$\text{Dana tabarru} = \text{Rp}9.040,00$$

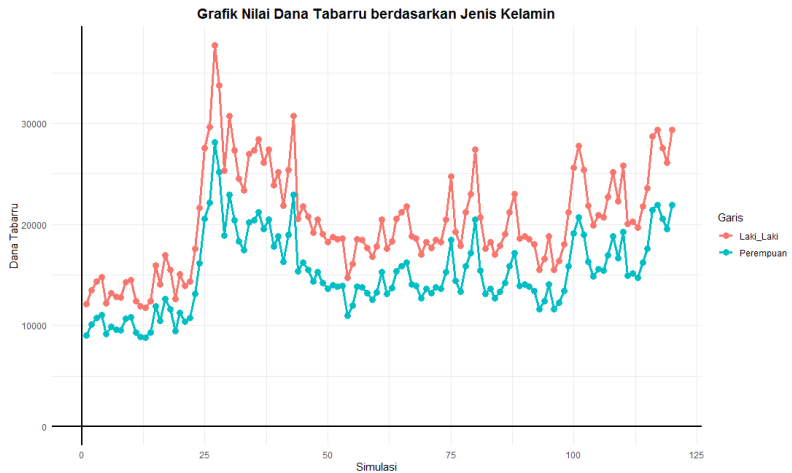
Tabel 4. 9 Besar dana tabbaru peserta perempuan usia 30-39 tahun

Simulasi	COI	Dana Tabarru
Simulasi ke 1	0,0000904	Rp9.040,00
Simulasi ke 2	0,0001008	Rp10.080,00
Simulasi ke 3	0,0001072	Rp10.720,00
Simulasi ke 4	0,0001104	Rp11.040,00
Simulasi ke 5	0,0000912	Rp9.120,00
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Simulasi ke 116	0,0002144	Rp21.440,00
Simulasi ke 117	0,0002192	Rp21.920,00
Simulasi ke 118	0,0002056	Rp20.560,00
Simulasi ke 119	0,0001952	Rp19.520,00
Simulasi ke 120	0,0002192	Rp21.920,00

Sumber : Data yang diolah

Hasil grafik simulasi dana tabarru untuk peserta laki-laki dan perempuan usia 30 tahun berdasarkan 120 kali simulasi. Grafik pada tabel 4.8 menggambarkan fluktuasi dana tabarru laki-laki, sedangkan tabel 4.9 menampilkan hasil simulasi dana tabarru perempuan dapat digambarkan sebagai berikut.

Gambar 4. 3 Grafik dana tabarru laki-laki dan Perempuan usia 30 tahun.



Dana Tabarru yang dihasilkan dari simulasi menunjukkan pola naik turun setiap bulannya untuk peserta laki-laki dan perempuan usia 30 tahun. Fluktuasi ini terjadi karena suku bunga investasi dan fungsi diskon yang digunakan dalam perhitungan dana tabarru bersifat tidak pasti dan berubah-ubah setiap waktu. Karena suku bunga berfluktuasi secara acak, nilai dana tabarru yang dihitung juga ikut berubah-ubah setiap bulan.

Dari grafik pada Tabel 4.8 dan 4.9 terlihat bahwa dana tabarru untuk laki-laki cenderung lebih tinggi dibandingkan perempuan pada usia yang sama. Ini karena risiko kematian laki-laki biasanya lebih besar, sehingga dana yang perlu

disisihkan juga lebih banyak. Meskipun begitu, pola naik turunnya Dana Tabarru pada kedua kelompok sama-sama dipengaruhi oleh perubahan α dan ketidak pastian pasar.

Selama periode sepuluh tahun, total dana tabarru yang dikeluarkan oleh peserta laki-laki mencapai sebesar 2.536.428,55, sedangkan untuk peserta perempuan sebesar 1.819.200. Perbedaan ini memperkuat bahwa kontribusi dana yang harus disiapkan laki-laki memang lebih besar karena faktor risiko yang lebih tinggi.

Berdasarkan penelitian Tauki (2020), perbedaan nilai investasi berbeda-beda meskipun dihitung secara konstan dengan metode Gompertz dan Makeham tetap memengaruhi besarnya COI. Dalam penelitian ini, digunakan data bunga stokastik dengan metode CIR. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin besar nilai investasi, maka semakin besar dana tabarru yang dikeluarkan, karena nilai sekarang dari kewajiban asuransi ikut meningkat. Hal ini menegaskan bahwa faktor investasi sangat berpengaruh dalam menentukan besarnya COI dan dana tabarru.

Perbedaan nilai dana Ttbarru antara laki-laki dan perempuan ini menunjukkan pentingnya pengelolaan dana yang tepat sesuai dengan risiko masing-masing. Dengan melakukan simulasi sebanyak 120 kali, kita bisa melihat

gambaran yang lebih jelas tentang bagaimana dana tabarru berubah-ubah akibat kondisi pasar yang tidak pasti. Hal ini menegaskan bahwa pengelolaan dana tabarru harus selalu memperhitungkan risiko dan perubahan suku bunga agar dana yang tersedia cukup untuk membayar klaim asuransi di masa depan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu aplikasi *Cost of Insurance* dalam perhitungan dana tabarru dengan suku bunga stokastik untuk menentukan besar nilai investasi pada asuransi jiwa berjangka n -tahun, dapat disimpulkan yaitu:

1. Besar nilai investasi pada asuransi syariah juga dipengaruhi oleh besar suku bunga yang sifatnya fluktuatif yang ada di Indonesia. Berdasarkan data *BI-7-Day Repo Rate* bulan Januari 2015 hingga Desember 2024 dapat di hitung besar nilai investasi yang akan dikeluarkan. Nilai investasi di hitung berdasarkan suku bunga stokastik dan menggunakan model CIR, karena dengan menggunakan model adalah model terbaik dan tidak akan memperoleh hasil negatif. Pada perhitungan ini menggunakan bantuan *software* dan memperoleh parameter estimasi dengan kecepatan konvergensi (k) = 0,099, rata-rata jangka panjang (θ) = 5,0953, dan volatilitas (σ) = 0,1151. Sehingga disimulasikan selama 120 bulan diperoleh nilai investasi sekitar 1,8383 hingga 8,0589. Setelah memperoleh nilai investasi maka dapat melanjutkan ke perhitungan selanjutnya yaitu

menghitung fungsi diskon berkisar antara 0,113 hingga 0,274 yang akan digunakan untuk menghitung COI.

2. Dana tabarru yang akan dikeluarkan pemegang polis pada jangka waktu sepuluh tahun dengan perhitungan COI, berdasarkan hasil perhitungan dengan mengetahui nilai fungsi diskon, tabel mortalita Indonesia 2019, dan biaya pengelolaan $\alpha = 0,3$ menunjukkan bahwa:

- Untuk peserta laki-laki usia 30 tahun, nilai COI berkisar antara 0,00011785 hingga 0,0003075. Sehingga besar dana tabarru yang dikeluarkan sekitar Rp. 11.785,00 hingga Rp. 30.750,00 rupiah.
- Untuk peserta perempuan usia 30, nilai COI berkisar antara 0,000088 hingga 0,0002816, dengan dana tabarru berkisar antara Rp 8.800 hingga Rp 28.160.

Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi usia peserta, maka semakin besar pula nilai COI dan dana tabarru yang harus dikeluarkan. Perbedaan antara peserta laki-laki dan perempuan disebabkan oleh perbedaan tingkat mortalita menurut Tabel Mortalita Indonesia (TMI) 2019. Secara keseluruhan, pendekatan suku bunga stokastik dengan model CIR dalam perhitungan dana tabarru memberikan hasil yang lebih realistis dan adaptif terhadap kondisi ekonomi aktual,

khususnya dalam memperhitungkan fluktuasi tingkat bunga yang mempengaruhi nilai investasi.

B. Saran

Penelitian ini menggunakan data bersifat stokastik dengan pendekatan model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR) untuk mensimulasikan suku bunga yang digunakan dalam perhitungan dana tabarru. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mencoba menggunakan model lain selain CIR, seperti model Vasicek, agar bisa dibandingkan hasilnya dan dipilih model yang paling sesuai. Selain itu, sebaiknya juga digunakan data mortalita yang lebih baru atau lebih detail agar hasil perhitungan dana tabarru lebih akurat. Penelitian ke depan juga bisa mencoba menghitung dana tabarru dengan manfaat asuransi (b_t) yang berbeda-beda, supaya hasilnya bisa digunakan dalam berbagai kondisi. Terakhir, pendekatan ini diharapkan bisa dimanfaatkan oleh perusahaan asuransi syariah untuk membuat sistem perhitungan yang lebih akurat dan sesuai kondisi ekonomi saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, W., Anriani, A., & Abdal, A. M. (2019). Perhitungan premi tahunan untuk asuransi jiwa endowment joint life dengan suku bunga stokastik. *rnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 11-17.
- Amin, M., & Qoimmudin, L. (2020). Asuransi Syariah di Indonesia. In M. Amin, & L. Qoimmudin, *Asuransi Syariah di Indonesia*. Jakarta: Amzah.
- An Introduction to Stochastic Modeling Third Edition*. (1998). London: Academic Press.
- Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia (AAJI). (2024). Produk & Riset. Diakses 11 Agustus 2024, dari <https://aaji.or.id/PusatInformasi/produk-riset>
- Badan Pusat Statistik. (2025). *BI-Rate 2015-2024*. Diakses 11 Januari 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/Mzc5Izl=/bi-rate.html>
- Bank Indonesia. (2024). *BI-Rate*. Diakses 11 Agustus 2024, dari <https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/bi-rate.aspx>
- Bowers. (1997). Actuarial Mathematics. In Bowers, *Actuarial Mathematics* (pp. 94-103). The Society of Actuaries.
- Ekawati, D., Ahmad, A., & Hikmah. (2021). Penentuan Premi Asuransi Jiwa Dwiguna Dengan Polis Partisipasi Menggunakan Suku Bunga Model CIR. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 511-522.
- Fitria, A., Satyahadewi, N., & Kiftiah, M. (2016). Analisis Dana Tabarru' Asuransi Jiwa Syariah. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 53-60.

- Futami, T. (1993). *Matematika Asuransi Jiwa*. Tokyo: Incorporated Foundation, Oriental Life Insurance Cultural Development Cente.
- Hasan, N. I. (2014). *Pengantar Asuransi Syariah*. Jakarta: Gaung Persada Press Group.
- Hasan, N. I. (2014). Perbankan Syariah. In N. I. Hasan, *Perbankan Syariah (Cet 1)*. Jakarta: Gp Press Group.
- Kamila, I., & Meliyani, R. (2021). Simulasi Harga Opsi Barrier Down-and-In Call Dengan Suku Bunga Takkonstan. *JurnalSaintekLahanKering*, 5-6.
- Medikasari, W. (2020). Aplikasi suku bunga konstan dan suku bunga stokastik dalam perhitungan aktuaria asuransi dwiguna (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Mao, X. (2015). The truncated Euler–Maruyama method for stochastic differential equations. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 290, 370-384.
- Muzaki, T. R., Siswanah, E., & Miasary, S. D. (2020). Calculation of Tabarru Funds using Makeham's Mortalita Law and Gompertz's Mortalita Law using the Cost of Insurance Method. *J. Nat. Scien. & Math. Res*, 38-42.
- Prabowo, A. (2022). Penentuan Besar Dana Tabarru' Berdasarkan Tabel Mortalitas Indonesia 2019 dan Hukum de Moivre. *Perwira Journal of Science & Engineering*, 2(2), 19-24.
- Prudential. (2021). *Perkembangan Asuransi Syariah di Indonesia*. Jakarta: Prudential Syariah.

- Safira, M. H., Nasrullah, M. G., & Fatima, Y. (2021). Potensi Perkembangan Asuransi Syariah di Indonesia. *Diponegoro Journal of Islamic Economics and Business*, 198.
- Segara, T. (2019). *Buku 4-Perasuransian Seri Literasi Keuangan*. Jakarta: OJK.
- Soemitra, A. (2015). Asuransi Syariah. In Soemitra, *Asuransi Syariah* (p. 12). Medan: Wal Ashri Publishing.
- Taylor, H. M., & Karlin, S. (1998). An Introduction to Stochastic Modeling 3 Edition. In d. Howard M. Taylor, *An Introduction to Stochastic Modeling 3 Edition* (pp. 16-18). London: Academic Press.
- Wulandari, F. S., Fauziah, I., & Fitriyati, N. (2023). Tabarru' Fund Sharia Insurance Using The 2019 . *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 1439.

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama :Hanna Zharifa Marmu'asyifa
2. Tempat & Tgl. Lahir :Semarang, 26 Februari 2003
3. Alamat Rumah :Wonosari Rt 05 Rw 07, Kel. Wonosari, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Prov. Jawa Tengah
4. Hp :085600362195
5. Email :hannazharifam@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SDN Wonosari 01
 - b. SMP Islam Al Azhar 23 Semarang
 - c. SMAN 6 Semarang
 - d. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. TPQ Al-Izzah
 - b. -

LAMPIRAN

Lampiran 1 Script perhitungan CIR Menggunakan R Studio

#MENGHITUNG CIR DENGAN SIMULASI SEBANYAK 120 BULAN

```
>
> # Set seed agar hasil replikasi tetap
> set.seed(123)
>
> # Diketahui Parameter yang diberikan
> r0 <- 7.75 / 100    # Awal suku bunga (ubah ke desimal)
> kappa <- 0.0991    # Kecepatan mean reversion
> theta <- 5.0953 / 100 # Mean reversion level (ubah ke desimal)
> sigma <- 0.1162    # Volatilitas
> dt <- 0.0833      # Delta t (per 1 bulan)
> n <- 120          # Simulasi 120 langkah (bulan)
> for (t in 1:n) {
+   epsilon <- rnorm(1) # Acak dari distribusi normal standar
+   dr <- kappa * (theta - r[t]) * dt + sigma * sqrt(r[t]) * epsilon * sqrt(
dt)
+   r[t + 1] <- max(r[t] + dr, 0)
+ }
> # Inisialisasi vektor hasil simulasi
> r <- numeric(n + 1)
> r[1] <- r0
>
> # Simulasi proses CIR
> for (t in 1:n) {
+   epsilon <- rnorm(1)
+   dr <- kappa * (theta - r[t]) * dt + sigma * sqrt(r[t]) * epsilon * sqrt(
dt)
+   r[t + 1] <- max(r[t] + dr, 0) # Pastikan suku bunga tidak negatif
+ }
>
> # Visualisasi hasil simulasi
> plot(0:n, r * 100, type = "l", col = "blue", lwd = 2,
+   xlab = "Waktu (bulan)", ylab = "Suku Bunga r(t) (%)",
+   main = "Simulasi Suku Bunga Model CIR")
```

```

> grid()
> # Buat data frame hasil simulasi
> simulasi_data <- data.frame(
+   Bulan = 0:n,
+   Suku_Bunga_Persen = round(r * 100, 4)
+ )
>
> # Tampilkan seluruh hasil ke layar
> print(simulasi_data)

```

Lampiran 2 Data suku bunga berdasarkan BI RR7 DAY

n	20 15	20 16	20 17	20 18	20 19	20 20	20 21	20 22	20 23	20 24
1	7,75	7,25	4,75	4,25	6	5	3,75	3,5	5,75	6
2	7,5	7	4,75	4,25	6	4,75	3,5	3,5	5,75	6
3	7,5	6,75	4,75	4,25	6	4,5	3,5	3,5	5,75	6
4	7,5	6,75	4,75	4,25	6	4,5	3,5	3,5	5,75	6,25
5	7,5	6,75	4,75	4,75	6	4,5	3,5	3,5	5,75	6,25
6	7,5	6,5	4,75	5,25	6	4,25	3,5	3,5	5,75	6,25
7	7,5	6,5	4,75	5,25	5,75	4	3,5	3,5	5,75	6,25
8	7,5	5,25	4,5	5,5	5,5	4	3,5	3,75	5,75	6,25
9	7,5	5	4,25	5,75	5,25	4	3,5	4,25	5,75	6
10	7,5	4,75	4,25	5,75	5	4	3,5	4,75	6	6
11	7,5	4,75	4,25	6	5	3,75	3,5	5,25	6	6
12	7,5	4,75	4,25	6	5	3,75	3,5	5,5	6	6

Lampiran 3 Hasil simulasi CIR 120 kali untuk menentukan $r(i)$

Bulan	R(i)	Bulan	R(i)	Bulan	R(i)
1	7,8379	23	5,1002	45	3,9339
2	6,9257	24	3,9529	46	4,1418
3	6,4776	25	2,8945	47	4,5842
4	6,2476	26	2,6097	48	4,2410
5	7,7838	27	1,8383	49	4,6051
6	7,1516	28	2,1780	50	4,8746
7	7,3457	29	3,2415	51	4,7170
8	7,3980	30	2,4797	52	4,7677
9	6,5016	31	2,9173	53	4,7454
10	6,4290	32	3,3758	54	6,3033
11	7,6464	33	3,5947	55	5,6691
12	8,0440	34	2,9659	56	4,7892
13	8,0589	35	2,9145	57	4,8195
14	7,6322	36	2,7719	58	5,0504
15	5,7089	37	3,1055	59	5,3797
16	6,6104	38	2,9018	60	5,0208
17	5,3384	39	3,4780	61	4,2224
18	5,9098	40	3,2571	62	5,1001
19	7,4595	41	3,9094	63	4,8352
20	6,1174	42	3,2235	64	4,1991
21	6,6911	43	2,4802	65	4,0441
22	6,4505	44	4,2136	66	3,9198

Bulan	R(i)	Bulan	R(i)	Bulan	R(i)
67	4,6665	85	4,9747	103	3,9071
68	4,7314	86	4,6194	104	4,3859
69	5,2845	87	4,0549	105	4,1364
70	4,8980	88	3,6619	106	4,1850
71	5,0588	89	4,7333	107	3,7091
72	4,8142	90	4,6968	108	3,2573
73	4,8861	91	4,7868	109	3,8080
74	4,2241	92	4,9682	110	3,1539
75	3,3278	93	5,8905	111	4,3345
76	4,5642	94	5,4639	112	4,2778
77	4,9990	95	4,6828	113	4,4333
78	4,0616	96	5,9023	114	3,9173
79	3,6570	97	5,5362	115	3,5457
80	2,9086	98	4,9620	116	2,7268
81	4,1843	99	4,0395	117	2,6451
82	5,0921	100	3,1823	118	2,8938
83	4,8915	101	2,8547	119	3,0970
84	5,2961	102	3,2233	120	2,6522

Lampiran 4 Hasil investasi dan fungsi diskon

SIMULASI	Investasi (i)	Fungsi Diskon (v)
1	7,8379	0,113149
2	6,9257	0,126172
3	6,4776	0,133733
4	6,2476	0,137977
5	7,7838	0,113846
6	7,1516	0,122675
7	7,3457	0,119822
8	7,3980	0,119076
9	6,5016	0,133305
10	6,4290	0,134608
11	7,6464	0,115655
12	8,0440	0,110571
13	8,0589	0,110389
14	7,6322	0,115845
15	5,7089	0,149056
16	6,6104	0,131399
17	5,3384	0,157769
18	5,9098	0,144722
19	7,4595	0,11821
20	6,1174	0,140501
21	6,6911	0,13002
22	6,4505	0,134219
23	5,1002	0,163929
24	3,9529	0,201902
25	2,8945	0,256772
26	2,6097	0,277031
27	1,8383	0,352324
28	2,1780	0,314663

29	3,2415	0,235766
30	2,4797	0,287381
31	2,9173	0,255278
32	3,3758	0,22853
33	3,5947	0,217642
34	2,9659	0,25215
35	2,9145	0,25546
36	2,7719	0,265118
37	3,1055	0,243576
38	2,9018	0,256292
39	3,4780	0,223314
40	3,2571	0,234902
41	3,9094	0,203691
42	3,2235	0,23677
43	2,4802	0,28734
44	4,2136	0,191806
45	3,9339	0,202679
46	4,1418	0,194484
47	4,5842	0,179077
48	4,2410	0,190803
49	4,6051	0,178409
50	4,8746	0,170224
51	4,7170	0,174917
52	4,7677	0,173379
53	4,7454	0,174052
54	6,3033	0,136924
55	5,6691	0,149945
56	4,7892	0,172735
57	4,8195	0,171836
58	5,0504	0,165278
59	5,3797	0,156747

60	5,0208	0,166091
61	4,2224	0,191483
62	5,1001	0,163932
63	4,8352	0,171374
64	4,1991	0,192341
65	4,0441	0,198251
66	3,9198	0,20326
67	4,6665	0,176476
68	4,7314	0,174477
69	5,2845	0,159122
70	4,8980	0,169549
71	5,0588	0,165049
72	4,8142	0,171993
73	4,8861	0,169892
74	4,2241	0,191421
75	3,3278	0,231064
76	4,5642	0,17972
77	4,9990	0,166694
78	4,0616	0,197566
79	3,6570	0,214731
80	2,9086	0,255846
81	4,1843	0,19289
82	5,0921	0,164147
83	4,8915	0,169736
84	5,2961	0,158828
85	4,9747	0,167372
86	4,6194	0,177955
87	4,0549	0,197828
88	3,6619	0,214505
89	4,7333	0,17442
90	4,6968	0,175537

91	4,7868	0,172807
92	4,9682	0,167555
93	5,8905	0,145127
94	5,4639	0,154705
95	4,6828	0,17597
96	5,9023	0,144879
97	5,5362	0,152994
98	4,9620	0,167729
99	4,0395	0,198432
100	3,1823	0,239103
101	2,8547	0,259424
102	3,2233	0,236782
103	3,9071	0,203786
104	4,3859	0,18567
105	4,1364	0,194689
106	4,1850	0,192864
107	3,7091	0,212355
108	3,2573	0,234891
109	3,8080	0,207987
110	3,1539	0,240738
111	4,3345	0,187459
112	4,2778	0,189473
113	4,4333	0,18405
114	3,9173	0,203364
115	3,5457	0,219988
116	2,7268	0,268327
117	2,6451	0,274341
118	2,8938	0,256819
119	3,0970	0,244081
120	2,6522	0,273808

Lampiran 5 Nilai COI Laki-laki dan Perempuan

SIMULASI	coi laki-laki	coi perempuan
1	0,0001210714	0,0000904
2	0,0001350000	0,0001008
3	0,0001435714	0,0001072
4	0,0001478571	0,0001104
5	0,0001221429	0,0000912
6	0,0001317857	0,0000984
7	0,0001285714	0,000096
8	0,0001275000	0,0000952
9	0,0001425000	0,0001064
10	0,0001446429	0,000108
11	0,0001242857	0,0000928
12	0,0001189286	0,0000888
13	0,0001178571	0,000088
14	0,0001242857	0,0000928
15	0,0001596429	0,0001192
16	0,0001403571	0,0001048
17	0,0001692857	0,0001264
18	0,0001553571	0,000116
19	0,0001264286	0,0000944
20	0,0001510714	0,0001128
21	0,0001392857	0,000104
22	0,0001435714	0,0001072
23	0,0001757143	0,0001312
24	0,0002164286	0,0001616
25	0,0002753571	0,0002056
26	0,0002967857	0,0002216
27	0,0003771429	0,0002816
28	0,0003375000	0,000252

29	0,0002528571	0,0001888
30	0,0003075000	0,0002296
31	0,0002732143	0,000204
32	0,0002453571	0,0001832
33	0,0002335714	0,0001744
34	0,0002700000	0,0002016
35	0,0002732143	0,000204
36	0,0002839286	0,000212
37	0,0002614286	0,0001952
38	0,0002742857	0,0002048
39	0,0002389286	0,0001784
40	0,0002517857	0,000188
41	0,0002185714	0,0001632
42	0,0002539286	0,0001896
43	0,0003075000	0,0002296
44	0,0002057143	0,0001536
45	0,0002175000	0,0001624
46	0,0002078571	0,0001552
47	0,0001917857	0,0001432
48	0,0002046429	0,0001528
49	0,0001907143	0,0001424
50	0,0001821429	0,000136
51	0,0001875000	0,00014
52	0,0001853571	0,0001384
53	0,0001864286	0,0001392
54	0,0001467857	0,0001096
55	0,0001607143	0,00012
56	0,0001853571	0,0001384
57	0,0001842857	0,0001376
58	0,0001767857	0,000132
59	0,0001682143	0,0001256

60	0,0001778571	0,0001328
61	0,0002046429	0,0001528
62	0,0001757143	0,0001312
63	0,0001832143	0,0001368
64	0,0002057143	0,0001536
65	0,0002121429	0,0001584
66	0,0002175000	0,0001624
67	0,0001885714	0,0001408
68	0,0001864286	0,0001392
69	0,0001703571	0,0001272
70	0,0001821429	0,000136
71	0,0001767857	0,000132
72	0,0001842857	0,0001376
73	0,0001821429	0,000136
74	0,0002046429	0,0001528
75	0,0002475000	0,0001848
76	0,0001928571	0,000144
77	0,0001789286	0,0001336
78	0,0002121429	0,0001584
79	0,0002303571	0,000172
80	0,0002742857	0,0002048
81	0,0002067857	0,0001544
82	0,0001757143	0,0001312
83	0,0001821429	0,000136
84	0,0001703571	0,0001272
85	0,0001789286	0,0001336
86	0,0001907143	0,0001424
87	0,0002121429	0,0001584
88	0,0002303571	0,000172
89	0,0001864286	0,0001392
90	0,0001885714	0,0001408

91	0,0001853571	0,0001384
92	0,0001800000	0,0001344
93	0,0001553571	0,000116
94	0,0001660714	0,000124
95	0,0001885714	0,0001408
96	0,0001553571	0,000116
97	0,0001639286	0,0001224
98	0,0001800000	0,0001344
99	0,0002121429	0,0001584
100	0,0002560714	0,0001912
101	0,0002775000	0,0002072
102	0,0002539286	0,0001896
103	0,0002185714	0,0001632
104	0,0001992857	0,0001488
105	0,0002089286	0,000156
106	0,0002067857	0,0001544
107	0,0002271429	0,0001696
108	0,0002517857	0,000188
109	0,0002228571	0,0001664
110	0,0002582143	0,0001928
111	0,0002003571	0,0001496
112	0,0002025000	0,0001512
113	0,0001971429	0,0001472
114	0,0002175000	0,0001624
115	0,0002357143	0,000176
116	0,0002871429	0,0002144
117	0,0002935714	0,0002192
118	0,0002753571	0,0002056
119	0,0002614286	0,0001952
120	0,0002935714	0,0002192

Lampiran 6 Besar dana tabarru laki-laki dan perempuan usia 30 tahun

SIMULASI	laki-laki	perempuan
1	Rp12.107,14	Rp9.040,00
2	Rp13.500,00	Rp10.080,00
3	Rp14.357,14	Rp10.720,00
4	Rp14.785,71	Rp11.040,00
5	Rp12.214,29	Rp9.120,00
6	Rp13.178,57	Rp9.840,00
7	Rp12.857,14	Rp9.600,00
8	Rp12.750,00	Rp9.520,00
9	Rp14.250,00	Rp10.640,00
10	Rp14.464,29	Rp10.800,00
11	Rp12.428,57	Rp9.280,00
12	Rp11.892,86	Rp8.880,00
13	Rp11.785,71	Rp8.800,00
14	Rp12.428,57	Rp9.280,00
15	Rp15.964,29	Rp11.920,00
16	Rp14.035,71	Rp10.480,00
17	Rp16.928,57	Rp12.640,00
18	Rp15.535,71	Rp11.600,00
19	Rp12.642,86	Rp9.440,00
20	Rp15.107,14	Rp11.280,00
21	Rp13.928,57	Rp10.400,00
22	Rp14.357,14	Rp10.720,00
23	Rp17.571,43	Rp13.120,00
24	Rp21.642,86	Rp16.160,00
25	Rp27.535,71	Rp20.560,00
26	Rp29.678,57	Rp22.160,00
27	Rp37.714,29	Rp28.160,00

28	Rp33.750,00	Rp25.200,00
29	Rp25.285,71	Rp18.880,00
30	Rp30.750,00	Rp22.960,00
31	Rp27.321,43	Rp20.400,00
32	Rp24.535,71	Rp18.320,00
33	Rp23.357,14	Rp17.440,00
34	Rp27.000,00	Rp20.160,00
35	Rp27.321,43	Rp20.400,00
36	Rp28.392,86	Rp21.200,00
37	Rp26.142,86	Rp19.520,00
38	Rp27.428,57	Rp20.480,00
39	Rp23.892,86	Rp17.840,00
40	Rp25.178,57	Rp18.800,00
41	Rp21.857,14	Rp16.320,00
42	Rp25.392,86	Rp18.960,00
43	Rp30.750,00	Rp22.960,00
44	Rp20.571,43	Rp15.360,00
45	Rp21.750,00	Rp16.240,00
46	Rp20.785,71	Rp15.520,00
47	Rp19.178,57	Rp14.320,00
48	Rp20.464,29	Rp15.280,00
49	Rp19.071,43	Rp14.240,00
50	Rp18.214,29	Rp13.600,00
51	Rp18.750,00	Rp14.000,00
52	Rp18.535,71	Rp13.840,00
53	Rp18.642,86	Rp13.920,00
54	Rp14.678,57	Rp10.960,00
55	Rp16.071,43	Rp12.000,00
56	Rp18.535,71	Rp13.840,00
57	Rp18.428,57	Rp13.760,00
58	Rp17.678,57	Rp13.200,00

59	Rp16.821,43	Rp12.560,00
60	Rp17.785,71	Rp13.280,00
61	Rp20.464,29	Rp15.280,00
62	Rp17.571,43	Rp13.120,00
63	Rp18.321,43	Rp13.680,00
64	Rp20.571,43	Rp15.360,00
65	Rp21.214,29	Rp15.840,00
66	Rp21.750,00	Rp16.240,00
67	Rp18.857,14	Rp14.080,00
68	Rp18.642,86	Rp13.920,00
69	Rp17.035,71	Rp12.720,00
70	Rp18.214,29	Rp13.600,00
71	Rp17.678,57	Rp13.200,00
72	Rp18.428,57	Rp13.760,00
73	Rp18.214,29	Rp13.600,00
74	Rp20.464,29	Rp15.280,00
75	Rp24.750,00	Rp18.480,00
76	Rp19.285,71	Rp14.400,00
77	Rp17.892,86	Rp13.360,00
78	Rp21.214,29	Rp15.840,00
79	Rp23.035,71	Rp17.200,00
80	Rp27.428,57	Rp20.480,00
81	Rp20.678,57	Rp15.440,00
82	Rp17.571,43	Rp13.120,00
83	Rp18.214,29	Rp13.600,00
84	Rp17.035,71	Rp12.720,00
85	Rp17.892,86	Rp13.360,00
86	Rp19.071,43	Rp14.240,00
87	Rp21.214,29	Rp15.840,00
88	Rp23.035,71	Rp17.200,00
89	Rp18.642,86	Rp13.920,00

90	Rp18.857,14	Rp14.080,00
91	Rp18.535,71	Rp13.840,00
92	Rp18.000,00	Rp13.440,00
93	Rp15.535,71	Rp11.600,00
94	Rp16.607,14	Rp12.400,00
95	Rp18.857,14	Rp14.080,00
96	Rp15.535,71	Rp11.600,00
97	Rp16.392,86	Rp12.240,00
98	Rp18.000,00	Rp13.440,00
99	Rp21.214,29	Rp15.840,00
100	Rp25.607,14	Rp19.120,00
101	Rp27.750,00	Rp20.720,00
102	Rp25.392,86	Rp18.960,00
103	Rp21.857,14	Rp16.320,00
104	Rp19.928,57	Rp14.880,00
105	Rp20.892,86	Rp15.600,00
106	Rp20.678,57	Rp15.440,00
107	Rp22.714,29	Rp16.960,00
108	Rp25.178,57	Rp18.800,00
109	Rp22.285,71	Rp16.640,00
110	Rp25.821,43	Rp19.280,00
111	Rp20.035,71	Rp14.960,00
112	Rp20.250,00	Rp15.120,00
113	Rp19.714,29	Rp14.720,00
114	Rp21.750,00	Rp16.240,00
115	Rp23.571,43	Rp17.600,00
116	Rp28.714,29	Rp21.440,00
117	Rp29.357,14	Rp21.920,00
118	Rp27.535,71	Rp20.560,00
119	Rp26.142,86	Rp19.520,00
120	Rp29.357,14	Rp21.920,00

Lampiran 7 Script Grafik COI dan Dana Tabarru dengan R Studio

#COI

```
> library(ggplot2)
> library(tidyr)
> data_long <- pivot_longer(grafik, cols = c("Laki_Laki", "Perempuan"),
, names_to = "Garis", values_to = "Nilai")
> ggplot(data_long, aes(x=bulan, y=Nilai, color=Garis))+geom_line(size=1.2)+geom_point(size=3)+geom_hline(yintercept = 0, color="black", size=1)+geom_vline(xintercept = 0, color="black", size=1)+labs(title = "Grafik Cost of Insurance (COI) berdasarkan Jenis Kelamin", x="Bulan", y="Nilai COI", color="Garis")+theme_minimal()+theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5,face = "bold",size = 14))
```

#Tabarru

```
> data_long <- pivot_longer(grafik, cols = c("Laki_Laki", "Perempuan"),
, names_to = "Garis", values_to = "Nilai")
> ggplot(data_long, aes(x=SIMULASI, y=Nilai, color=Garis))+geom_line(size=1.2)+geom_point(size=3)+geom_hline(yintercept = 0, color="black", size=1)+geom_vline(xintercept = 0, color="black", size=1)+labs(title = "Grafik Nilai Dana Tabarru berdasarkan Jenis Kelamin", x="Bulan", y="Dana Tabarru", color="Garis")+theme_minimal()+theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5,face = "bold",size = 14))
geom_hline(yintercept = 0, color="black", size=1)
```

Lampiran 8 Tabel Mortalita Indonesia 2019

Usia lk	q_x	p_x	Usia pr	q_x	p_x
0	0,00524	0,99476	0	0,00266	0,99734
1	0,00053	0,99947	1	0,00041	0,99959
2	0,00042	0,99958	2	0,00031	0,99969
3	0,00034	0,99966	3	0,00024	0,99976
4	0,00029	0,99971	4	0,00021	0,99979
5	0,00026	0,99974	5	0,00020	0,99980
6	0,00023	0,99977	6	0,00022	0,99978
7	0,00021	0,99979	7	0,00023	0,99977
8	0,00020	0,99980	8	0,00022	0,99978
9	0,00020	0,99980	9	0,00021	0,99979
10	0,00019	0,99981	10	0,00019	0,99981
11	0,00019	0,99981	11	0,00018	0,99982
12	0,00019	0,99981	12	0,00020	0,99980
13	0,00020	0,99980	13	0,00022	0,99978
14	0,00023	0,99977	14	0,00023	0,99977
15	0,00027	0,99973	15	0,00023	0,99977
16	0,00031	0,99969	16	0,00024	0,99976
17	0,00037	0,99963	17	0,00024	0,99976
18	0,00043	0,99957	18	0,00025	0,99975
19	0,00047	0,99953	19	0,00026	0,99974
20	0,00049	0,99951	20	0,00027	0,99973
21	0,00049	0,99951	21	0,00028	0,99972
22	0,00049	0,99951	22	0,00030	0,99970
23	0,00049	0,99951	23	0,00032	0,99968
24	0,00050	0,99950	24	0,00034	0,99966
25	0,00052	0,99948	25	0,00038	0,99962
26	0,00055	0,99945	26	0,00042	0,99958
27	0,00060	0,99940	27	0,00046	0,99954
28	0,00065	0,99935	28	0,00049	0,99951
29	0,00070	0,99930	29	0,00052	0,99948
30	0,00075	0,99925	30	0,00056	0,99944
31	0,00081	0,99919	31	0,00060	0,99940
32	0,00087	0,99913	32	0,00064	0,99936
33	0,00093	0,99907	33	0,00069	0,99931
34	0,00099	0,99901	34	0,00074	0,99926
35	0,00107	0,99893	35	0,00080	0,99920
36	0,00116	0,99884	36	0,00086	0,99914
37	0,00127	0,99873	37	0,00093	0,99907

38	0,00139	0,99861	38	0,00100	0,99900
39	0,00155	0,99845	39	0,00108	0,99892
40	0,00173	0,99827	40	0,00118	0,99882
41	0,00193	0,99807	41	0,00128	0,99872
42	0,00216	0,99784	42	0,00141	0,99859
43	0,00241	0,99759	43	0,00154	0,99846
44	0,00270	0,99730	44	0,00169	0,99831
45	0,00302	0,99698	45	0,00187	0,99813
46	0,00338	0,99662	46	0,00209	0,99791
47	0,00377	0,99623	47	0,00230	0,99770
48	0,00418	0,99582	48	0,00253	0,99747
49	0,00461	0,99539	49	0,00277	0,99723
50	0,00508	0,99492	50	0,00305	0,99695
51	0,00556	0,99444	51	0,00335	0,99665
52	0,00609	0,99391	52	0,00368	0,99632
53	0,00667	0,99333	53	0,00403	0,99597
54	0,00727	0,99273	54	0,00442	0,99558
55	0,00789	0,99211	55	0,00483	0,99517
56	0,00847	0,99153	56	0,00524	0,99476
57	0,00898	0,99102	57	0,00563	0,99437
58	0,00939	0,99061	58	0,00601	0,99399
59	0,00971	0,99029	59	0,00636	0,99364
60	0,00999	0,99001	60	0,00671	0,99329
61	0,01024	0,98976	61	0,00707	0,99293
62	0,01046	0,98954	62	0,00746	0,99254
63	0,01071	0,98929	63	0,00788	0,99212
64	0,01104	0,98896	64	0,00833	0,99167
65	0,01146	0,98854	65	0,00883	0,99117
66	0,01199	0,98801	66	0,00940	0,99060
67	0,01260	0,9874	67	0,01005	0,98995
68	0,01329	0,98671	68	0,01076	0,98924
69	0,01405	0,98595	69	0,01150	0,98850
70	0,01485	0,98515	70	0,01229	0,98771
71	0,01574	0,98426	71	0,01314	0,98686
72	0,01670	0,9833	72	0,01406	0,98594
73	0,01777	0,98223	73	0,01508	0,98492
74	0,01895	0,98105	74	0,01620	0,98380
75	0,02026	0,97974	75	0,01743	0,98257
76	0,02369	0,97631	76	0,01879	0,98121
77	0,02738	0,97262	77	0,02030	0,97970
78	0,03130	0,9687	78	0,02326	0,97674
79	0,03693	0,96307	79	0,02880	0,97120

80	0,04518	0,95482	80	0,03569	0,96431
81	0,05527	0,94473	81	0,04208	0,95792
82	0,06732	0,93268	82	0,04907	0,95093
83	0,08228	0,91772	83	0,05520	0,94480
84	0,09478	0,90522	84	0,06086	0,93914
85	0,10465	0,89535	85	0,06715	0,93285
86	0,11533	0,88467	86	0,07318	0,92682
87	0,12698	0,87302	87	0,08155	0,91845
88	0,13947	0,86053	88	0,09045	0,90955
89	0,15271	0,84729	89	0,10001	0,89999
90	0,16659	0,83341	90	0,10913	0,89087
91	0,17991	0,82009	91	0,11521	0,88479
92	0,19390	0,8061	92	0,12499	0,87501
93	0,20874	0,79126	93	0,13826	0,86174
94	0,22451	0,77549	94	0,15451	0,84549
95	0,24126	0,75874	95	0,17429	0,82571
96	0,25715	0,74285	96	0,19155	0,80845
97	0,27419	0,72581	97	0,20596	0,79404
98	0,29249	0,70751	98	0,22227	0,77773
99	0,31215	0,68785	99	0,23736	0,76264
100	0,33331	0,66669	100	0,25810	0,74190
101	0,35163	0,64837	101	0,28068	0,71932
102	0,37132	0,62868	102	0,30562	0,69438
103	0,39250	0,6075	103	0,33315	0,66685
104	0,41527	0,58473	104	0,36369	0,63631
105	0,43973	0,56027	105	0,39318	0,60682
106	0,46602	0,53398	106	0,42883	0,57117
107	0,49429	0,50571	107	0,46604	0,53396
108	0,52467	0,47533	108	0,50427	0,49573
109	0,55733	0,44267	109	0,54477	0,45523
110	0,59244	0,40756	110	0,58702	0,41298