SKRIPSI

STRATEGI LINDUNG NILAI ALAMI UNTUK ASURANSI JIWA DENGAN MODEL TINGKAT SUKU BUNGA CIR

Patricia

NPM: 6161801044

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023

FINAL PROJECT

NATURAL HEDGING STRATEGY FOR LIFE INSURANCE USING CIR MODEL OF INTEREST RATES

Patricia

NPM: 6161801044

DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023

LEMBAR PENGESAHAN

STRATEGI LINDUNG NILAI ALAMI UNTUK ASURANSI JIWA DENGAN MODEL TINGKAT SUKU BUNGA CIR

Patricia

NPM: 6161801044

Bandung, 30 Januari 2023

Menyetujui,

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Dr. Erwinna Chendra	Maria Anestasia, M.Si., M.Act.Sc.

Ketua Tim Penguji	Anggota Tim Penguji
Agus Sukmana, M.Sc.	Dr. Daniel Salim

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Livia Owen

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

STRATEGI LINDUNG NILAI ALAMI UNTUK ASURANSI JIWA DENGAN MODEL TINGKAT SUKU BUNGA CIR

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 30 Januari 2023

Patricia
NPM: 6161801044

ABSTRAK

Perusahaan asuransi menyediakan produk asuransi jiwa untuk memberikan perlindungan finansial kepada ahli waris, namun di sisi lain perusahaan asuransi terpapar dengan risiko yang dapat menyebabkan kebangkrutan untuk perusahaan tersebut. Beberapa penyebab risiko tersebut adalah perubahan tingkat suku bunga dan tingkat mortalita. Untuk menghindari risiko, perusahaan dapat melakukan strategi lindung nilai alami dengan menambahkan produk anuitas pada portofolio perusahaan. Pada penelitian ini, perubahan tingkat suku bunga mengikuti model *Cox-Ingersoll-Ross*, yang tingkat suku bunganya tidak bernilai konstan sehingga perhitungan nilai anuitas dan nilai aktuaria lebih masuk akal karena tingkat suku bunga dapat berubah setiap bulannya sehingga nilai aktuaria dan anuitasnya yang diperoleh berbeda dengan yang menggunakan tingkat suku bunga konstan. Selanjutnya, hasil peramalan dari tingkat suku bunga model *Cox-Ingersoll-Ross* akan digunakan dalam perhitungan nilai aktuaria dan anuitas dengan perubahan tingkat mortalita yang bersifat konstan. Kemudian akan dilihat bagaimana pengaruh tingkat suku bunga konstan dan tidak konstan terhadap strategi lindung nilai alami. Dengan melakukan strategi lindung nilai alami, kerugian yang akan dialami perusahaan dapat tereduksi yang hasilnya membentuk grafik linear. Strategi lindung nilai alami ini dilakukan pada perusahaan yang portofolionya hanya memiliki produk asuransi jiwa seumur hidup, hanya memiliki produk asuransi jiwa berjangka, dan hanya memiliki produk asuransi jiwa dwiguna. Perusahaan dengan portofolio yang terdiri dari produk asuransi jiwa berjangka merupakan perusahaan yang paling efektif dalam mengurangi kerugian menggunakan strategi lindung nilai alami.

Kata-kata kunci: Asuransi Jiwa, Anuitas Jiwa, Lindung Nilai Alami, Tingkat Mortalita, Tingkat Suku Bunga, Cox-Ingersoll-Ross

ABSTRACT

Insurance companies offer life insurance products that provide financial protection to beneficiary, which leave them (insurance companies) exposed to potential bankruptcy. Several reasons that causes this risk are changes in factors such as interest rates and mortality rates. In order to avoid potential risk, insurance companies can implement natural hedging techniques by introducing annuity products into their portfolio. In this thesis, Cox-Ingersoll-Ross is used, which implies that interest rates are not constant, thus allowing for more accurate calculations of annuity values and actuarial values, because the interest rate can fluctuate each month, leading to different results compared to those obtained when using constant interest rates. The CIR model results will be used in the calculation of actuarial and annuity values with a mortality rate that is constantly shifting. This will be used to examine the influence of fluctuating and constant interest rates on the natural hedging strategy. The effects of both fixed and variable interest rates on the natural hedging strategy will be studied. By executing a natural hedging strategy, insurance company can minimize their losses whose result form a linear graph. The natural hedging approach is applied to insurance company whose portfolio is only have whole life insurance policy, only have term insurance policy and endowment insurance policy. Based on this thesis, insurance company that have term life insurance policies in their portfolio are most proficient at reducing losses by applying natural hedging strategies.

Keywords: Life Insurance, Life Annuity, Natural Hedging, Mortality rates, Interest Rates, Cox-Ingersoll-Ross

Untuk semua orang yang mendukung saya

KATA PENGANTAR

Ungkapan puji dan syukur kepada Yesus Kristus, Bunda Maria, dan Santo Cupertino atas berkat, rahmat, dan doa yang diberikan, penulisan skripsi dengan judul "Strategi Lindung Nilai Alami untuk Asuransi Jiwa dengan Model Tingkat Suku Bunga CIR" dapat diselesaikan oleh penulis dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan penyelesaian studi Strata-1 Program Studi Matematika di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan. Penyusunan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa adanya ilmu, bantuan, doa dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menguvapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu:

1. Orangtua dan seluruh keluarga besar yang telah mendukung melalui doa, bimbingan dan bantuan dalam segala hal.
2. Ibu Erwinna Chandra selaku dosen pembimbing 1 yang bersedia meluangkan waktu dan memberikan sudut pandang baru serta kritik dan saran yang membangun.
3. Ibu Maria Anastesia selaku dosen pembimbing 2 yang bersedia meluangkan waktu dan membantu penulis dalam memahami teori-teori aktuaria dan memberikan pelajaran hingga skripsi selesai.
4. Bapak Agus Sukmana dan Bapak Daniel Salim selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan masukan yang membangun untuk perbaikan skripsi.
5. Bapak Iwan Sugiarto selaku dosen wali penulis yang selalu memberikan nasihat selama kuliah.
6. Seluruh dosen FTIS khususnya Program Studi Matematika dan staf Tata Usaha atas segala ilmu, bimbingan dan nasihat yang diberikan selama masa perkuliahan kepada penulis.
7. Gabriella Irene dan Ferdinand Alson yang selalu setia menemani penulis dalam pengerjaan skripsi dan memberikan hiburan selama 6 bulan terakhir di Bandung.
8. Satrio Wenas yang telah sabar membantu penulis dalam pengetikan menggunakan *overleaf*.
9. Grup 'Pokoknya Wisuda Mei' yang selalu membantu penulis dalam kesulitan mengikuti arahan mata kuliah skripsi dan memberikan peringatan terhadap *deadline* yang harus dikumpulkan.
10. Inez dan Pepita yang membantu penulis menghadapi kesulitan dari awal semester sampai akhir semester kuliah.
11. Seluruh sahabat SMA: Crystal, Anastasia, Bryan, Violen, Hansen dan lainnya. Terima kasih atas hiburan, waktu dan motivasi yang diberikan selama perjalanan kuliah penulis.
12. Crystal dan Vedhi yang telah meluangkan waktu di Bandung bersama.
13. Teman-teman nmatematika UNPAR angkatan 16, 17, 18, dan 19 terima kasih atas kebersamaannya.
14. Untuk pengikut-pengikut dan teman-teman online yang telah mendukung dan memberikan semangat selama pengerjaan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena segala keterebatasan yang ada. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi segala pihak yang membacanya.

Bandung, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar xv

Daftar Isi xvii

Daftar Gambar xix

Daftar Tabel xxi

1 Pendahuluan 1
- 1.1 Latar Belakang . . . 1
- 1.2 Rumusan Masalah . . . 2
- 1.3 Tujuan . . . 2
- 1.4 Batasan Masalah . . . 2
- 1.5 Sistematika Pembahasan . . . 2

2 Landasan Teori 5
- 2.1 Notasi Aktuaria . . . 5
- 2.2 Model Perubahan Tingkat Mortalita . . . 6
- 2.3 Asuransi Jiwa . . . 7
  - 2.3.1 Asuransi Jiwa Seumur Hidup . . . 8
  - 2.3.2 Asuransi Jiwa Berjangka n Tahun . . . 9
  - 2.3.3 Asuransi Jiwa *Endowment* Murni n Tahun . . . 10
  - 2.3.4 Asuransi Jiwa Dwiguna n Tahun . . . 10
- 2.4 Anuitas Jiwa . . . 12
- 2.5 Model Tingkat Suku Bunga CIR . . . 16

3 Model Strategi Lindung Nilai Alami 19
- 3.1 Model untuk Asuransi Jiwa Seumur hidup . . . 19
- 3.2 Model untuk Asuransi Jiwa Berjangka n tahun . . . 20
- 3.3 Model untuk Asuransi Jiwa Dwiguna n tahun . . . 21

4 Analisis Model Strategi Lindung Nilai Alami 23
- 4.1 Tingkat Suku Bunga CIR . . . 23
- 4.2 Portofolio Asuransi dengan Tingkat Suku Bunga Konstan . . . 26
  - 4.2.1 Asuransi Jiwa Seumur Hidup . . . 26
  - 4.2.2 Asuransi Jiwa Berjangka n Tahun . . . 28
  - 4.2.3 Asuransi Jiwa Dwiguna . . . 30
- 4.3 Portofolio Asuransi dengan Tingkat Suku Bunga CIR . . . 33
  - 4.3.1 Asuransi Jiwa Seumur Hidup . . . 33
  - 4.3.2 Asuransi Jiwa Berjangka n Tahun . . . 34
  - 4.3.3 Asuransi Jiwa Dwiguna n Tahun . . . 36
- 4.4 Analisis Strategi Lindung Nilai Alami . . . 39

5 Kesimpulan dan Saran 43

5.1 Kesimpulan 43
5.2 Saran 43

Daftar Referensi **45**

DAFTAR GAMBAR

2.1 Ilustrasi Waktu Asuransi Jiwa Seumur Hidup 8
2.2 Ilustrasi Perhitungan untuk Asuransi Jiwa Seumur Hidup 8
2.3 Ilustrasi Waktu Asuransi Jiwa Berjangka n Tahun 9
2.4 Ilustrasi Perhitungan untuk Asuransi Jiwa Berjangka n Tahun 9
2.5 Ilustrasi Waktu Asuransi Jiwa *Endowment* Murni n Tahun 10
2.6 Ilustrasi Waktu Asuransi Jiwa Dwiguna n Tahun 11
2.7 Ilustrasi Perhitungan untuk Asuransi Jiwa Dwiguna n Tahun 11
2.8 Ilustrasi Perhitungan untuk Anuitas 13

4.1 Grafik Prediksi Tingkat SBBI 24
4.2 Grafik Tingkat Suku Bunga untuk Lima Simulasi 25
4.3 Grafik Rata-rata dari 100 Kali Simulasi Prediksi Tingkat SBBI 25
4.4 Grafik Perbandingan Ke-5 Simulasi Galat dan SBBI 26
4.5 Pengaruh Perubahan Mortalita terhadap Besaran Premi Asuransi Jiwa Seumur Hidup Dengan Suku Bunga Konstan 26
4.6 Pengaruh Strategi Lindung Nilai Alami Terhadap Perubahan Mortalita Kasus 1 . . 27
4.7 Pengaruh Strategi Lindung Nilai Alami terhadap Perubahan Mortalita Kasus 2 . . 29
4.8 Pengaruh Strategi Lindung Nilai Alami terhadap Perubahan Mortalita Kasus 3 . . 30
4.9 Pengaruh Strategi Lindung Nilai Alami Terhadap Perubahan Mortalita Kasus 4 . . 31
4.10 Pengaruh Strategi Lindung Nilai Alami Terhadap Perubahan Mortalita Kasus 5 . . 32
4.11 Pengaruh Strategi Lindung Nilai Alami terhadap Perubahan Mortalita Kasus 6 . . 34
4.12 Pengaruh Strategi Lindung Nilai Alami terhadap Perubahan Mortalita Kasus 7 . . 35
4.13 Pengaruh Strategi Lindung Nilai Alami terhadap Perubahan Mortalita Kasus 8 . . 36
4.14 Pengaruh Strategi Lindung Nilai Alami terhadap Perubahan Mortalita Kasus 9 . . 37
4.15 Pengaruh Strategi Lindung Nilai Alami terhadap Perubahan Mortalita Kasus 10 . 39
4.16 Asuransi jiwa berjangka untuk usia 25 tahun 41
4.17 Asuransi jiwa berjangka untuk usia 35 tahun 41
4.18 Asuransi jiwa dwiguna untuk usia 25 tahun 41
4.19 Asuransi jiwa dwiguna untuk usia 35 tahun 41
4.20 Asuransi jiwa seumur hidup untuk usia 30 tahun 41

DAFTAR TABEL

2.1 Tabel Rangkuman Produk Asuransi 12
2.2 Tabel Pembayaran Manfaat 12

4.1 Tabel Tingkat Suku Bunga Bank Indonesia (SBBI) 23
4.2 Pengaruh Perubahan Tingkat Mortalita terhadap Besaran Kerugian Asuransi Jiwa Seumur Hidup Kasus 1 27
4.3 Pengaruh Perubahan Tingkat Mortalita terhadap Besaran Kerugian Asuransi Jiwa Berjangka Kasus 2 28
4.4 Pengaruh Perubahan Tingkat Mortalita terhadap Besaran Kerugian Asuransi Jiwa Berjangka Kasus 3 29
4.5 Pengaruh Perubahan Tingkat Mortalita terhadap Besaran Kerugian Asuransi Jiwa Dwiguna Kasus 4 31
4.6 Pengaruh Perubahan Tingkat Mortalita terhadap Besaran Kerugian Asuransi Jiwa Dwiguna Kasus 5 32
4.7 Pengaruh Perubahan Tingkat Mortalita terhadap Besaran Kerugian Asuransi Jiwa Seumur Hidup Kasus 6 33
4.8 Pengaruh Perubahan Tingkat Mortalita terhadap Besaran Kerugian Asuransi Jiwa Berjangka Kasus 7 34
4.9 Pengaruh Perubahan Tingkat Mortalita terhadap Besaran Kerugian Asuransi Jiwa Berjangka Kasus 8 36
4.10 Pengaruh Perubahan Tingkat Mortalita terhadap Besaran Kerugian Asuransi Jiwa Dwiguna Kasus 9 37
4.11 Pengaruh Perubahan Tingkat Mortalita terhadap Besaran Kerugian Asuransi Jiwa Dwiguna Kasus 10 38

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asuransi jiwa merupakan produk keuangan yang memberikan perlindungan terhadap kerugian finansial akibat terjadinya kematian. Perlindungan dalam bentuk finansial diberikan kepada ahli waris jika tertanggung mengalami kematian. Terdapat dua jenis produk yang dijual oleh perusahaan asuransi, yaitu asuransi jiwa dan anuitas jiwa. Berbeda dengan asuransi jiwa, dengan membeli anuitas jiwa tertanggung akan mendapatkan dana setiap bulan/tahun yang dapat digunakan untuk bertahan hidup. Pada asuransi jiwa jika tertanggung meninggal lebih cepat dari ekspektasi maka perusahaan asuransi harus membayarkan uang pertanggungan lebih awal. Sebaliknya, pada anuitas jiwa jika tertanggung meninggal lebih cepat dari ekspektasi maka dana yang dikeluarkan lebih sedikit dari yang direncanakan.

Adanya wabah penyakit seperti pandemi COVID-19 mempengaruhi tingkat mortalita yang sudah ada. Tingkat mortalita ini berubah dalam setiap kurun waktu, mengikuti probabilitas suatu populasi mengalami kematian pada setiap kelompok umur. Perubahan tingkat mortalita tentunya mempengaruhi finansial asuransi, perusahaan dapat memperoleh keuntungan yang lebih banyak atau perusahaan akan mengalami kerugian. Dengan ini produk asuransi harus dikelola terhadap eksposur tingkat mortalita.

Salah satu cara untuk pengelolaan tersebut adalah lindung nilai alami (*natural hedging*) yaitu strategi yang dilakukan untuk mengurangi risiko yang hanya melibatkan produk keuangan internal. Pada perusahaan asuransi, strategi lindung nilai alami dilakukan dengan cara mengelola aset perusahaan untuk menghindari lonjakan arus kas. Teknik lindung nilai alami perusahaan asuransi dilakukan dengan cara penambahan produk anuitas jiwa pada portofolio perusahaan [1].

Pada penelitian sebelumnya oleh Samuel H. Cox dan Yijia Lin, tingkat suku bunga yang digunakan untuk strategi lindung nilai alami adalah konstan [1] yang menunjukkan bahwa interaksi antara asuransi jiwa dan anuitas dapat menstabilkan pengeluaran arus kas. Namun, faktanya tingkat suku bunga pada suatu negara dapat berubah mengikuti kebijakan pemerintah. Dengan adanya perubahan tingkat suku bunga, maka nilai-nilai yang telah diperhitungkan dapat berubah seperti besaran premi yang harus dibayar oleh pemegang polis. Berdasarkan perhitungan nilai sekarang dari asuransi jiwa, jika tingkat suku bunga yang digunakan semakin rendah maka premi yang dibayarkan semakin besar. Ketentuan besaran premi ditentukan di awal kontrak dan tidak akan berubah selama kontrak berjalan yang dapat menjadi risiko tambahan bagi perusahaan asuransi. Dengan ini, perusahaan asuransi dapat meramalkan terlebih dahulu tingkat suku bunga di masa depan.

Beberapa cara yang dapat digunakan dalam meramalkan tingkat suku bunga adalah model *Vasicek* dan model *Cox-Ingersoll-Ross* (CIR). Model *Vasicek* digunakan untuk tingkat suku bunga yang nominalnya dapat bernilai negatif seperti negara Jepang, sedangkan tingkat suku bunga pada model CIR tidak boleh bernilai negatif [2]. Oleh karena itu, model CIR lebih cocok digunakan untuk data tingkat suku bunga bank Indonesia karena nilainya tidak pernah negatif (di bawah nol).

Pada penelitian ini, akan dibahas mengenai konsep strategi lindung nilai alami agar penetapan harga produk lebih efektif. Kemudian, akan diteliti bagaimana pengaruh lindung nilai alami

terhadap produk asuransi jiwa dan anuitas dalam menghadapi risiko perubahan tingkat mortalita dan tingkat suku bunga model CIR. Selanjutnya, berdasarkan hasil analisa akan direkomendasikan produk asuransi jiwa yang baik untuk perusahaan asuransi dalam menghadapi risiko. Untuk melakukan simulasi perhitungan, digunakan data Tabel Mortalita Indonesia IV (tahun 2019) [3] dan tingkat suku bunga bank Indonesia [1].

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dirumuskan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh perubahan tingkat mortalita dan tingkat suku bunga terhadap besaran premi asuransi jiwa?
2. Bagaimana memodelkan strategi untuk menghadapi risiko akibat perubahan tingkat mortalita dan tingkat suku bunga?
3. Bagaimana keefektifan model dalam meminimalkan risiko akibat perubahan tingkat mortalita dan tingkat suku bunga?
4. Bagaimana perusahaan asuransi dapat membuat portofolio dalam menghadapi perubahan tingkat mortalita dan tingkat suku bunga?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah :

1. Meneliti bagaimana perubahan pada tingkat mortalita dan tingkat suku mempengaruhi biaya premi produk asuransi jiwa.
2. Membuat model strategi lindung nilai alami untuk mengelola risiko yang ditimbulkan oleh perubahan tingkat mortalita.
3. Mengevaluasi keefektifan model dalam meminimalkan risiko yang disebabkan oleh perubahan tingkat mortalita dan tingkat suku bunga.
4. Memberikan rekomendasi portofolio produk asuransi jiwa kepada perusahaan asuransi dalam menghadapi perubahan tingkat mortalita dan tingkat suku bunga.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan digunakan adalah :

1. Data tingkat mortalita yang digunakan dari Tabel Mortalita Indonesia IV hanya data tingkat mortalita jenis kelamin perempuan.
2. Berdasarkan waktu terjadinya pembayaran manfaat, produk asuransi jiwa yang digunakan merupakan kasus diskret yang manfaatnya dibayar di akhir tahun.
3. Produk asuransi jiwa berjangka dan dwiguna memiliki jangka waktu 45 tahun.

1.5 Sistematika Pembahasan

BAB 1 : Pendahuluan
Bab ini menguraikan penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.
BAB 2 : Landasan Teori
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori dasar yang berhubungan dengan aktuaria seperti fungsi ditribusi, fungsi survival, dan tingkat mortalita. Kemudian membahas teori yang berkaitan dengan produk perusahaan asuransi, seperti asuransi jiwa seumur hidup, asuransi jiwa berjangka n tahun, asuransi jiwa endowment murni n tahun dan asuransi jiwa dwiguna n tahun.

[1] https://www.bps.go.id/indicator/13/379/14/bi-rate

BAB 3 : Model Strategi Lindung Nilai Alami
Bab ini membahas strategi lindung nilai alami dengan mempertimbangkan tingkat suku bunga CIR (*Cox-Ingersoll-Ross*).
BAB 4 : Analisa Model Strategi Lindung Nilai Alami
Bab ini menampilkan hasil simulasi numerik dan analisa dari pemodelan pada bab 3 berikut rekomendasi untuk perusahaan asuransi.
BAB 5 : Kesimpulan dan Saran
Bab ini berisi kesimpulan dari bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan lebih lanjut dalam penelitian ini.