

SIMULASI SUKU BUNGA MODEL DOTHAN UNTUK VALUASI CADANGAN MANFAAT ASURANSI JIWA BERJANGKA LAST SURVIVOR

RIZALIUS KARUNIA



**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAUHAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Simulasi Suku Bunga Model Dothan untuk Valuasi Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka *Last Survivor*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2024

Rizalius Karunia
G5402201028

ABSTRAK

RIZALIS KARUNIA. Simulasi Suku Bunga Model Dothan untuk Valuasi Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka *Last Survivor*. Dibimbing oleh WINDIANI ERLIANA dan RUHIYAT.

Karya ilmiah ini memodelkan suku bunga BI7DRR menggunakan model Dothan. Sebanyak 81 data awal suku bunga BI7DRR digunakan sebagai *training data* untuk penentuan nilai dugaan parameter dan 12 data berikutnya sebagai *testing data* untuk penentuan *Mean Average Percentage Error* (MAPE) model. Pembangkitan suku bunga model Dothan diulang 1000 kali dan rata-rata MAPE *testing data* yang dihasilkan adalah 4,9%. Hasil pendugaan suku bunga dengan model Dothan tersebut diterapkan untuk menentukan cadangan manfaat. Sebagai pembandingan, penerapan suku bunga konstan 4,47% juga dilakukan. Penggunaan suku bunga konstan 4,47% membuat cadangan manfaat bersih di tahun-tahun awal lebih besar dibandingkan dengan bunga hasil simulasi model Dothan, sementara cadangan manfaat kotor tidak selalu demikian karena adanya pertimbangan nilai sekarang dari struktur biaya. Cadangan manfaat bersih di setiap titik waktu menunjukkan pola naik kemudian turun, sedangkan cadangan manfaat kotornya menunjukkan pola yang khas bagi masing-masing pasangan umur.

Kata kunci: asuransi jiwa berjangka, biaya, cadangan manfaat, suku bunga model Dothan, *last survivor*

ABSTRACT

RIZALIS KARUNIA. Dothan Interest Rate Model Simulation for Valuation of Last Survivor Life Insurance Reserves. Supervised by WINDIANI ERLIANA and RUHIYAT.

This study models the BI7DRR interest rate using the Dothan model. It utilizes 81 initial monthly BI7DRR interest rate data points for training data to determine the model parameters and the subsequent 12 data were used for testing data to calculate the model's Mean Average Percentage Error (MAPE), resulting in a MAPE of 4.9% after 1000 simulations. The estimated interest rates from the Dothan model were then applied to calculate the insurance reserves. A constant interest rate of 4.47% was also applied to compare its results with the non-constant Dothan model. The constant 4.47% rate made the net benefit reserves bigger in the early years compared to the Dothan model, while gross benefit reserves varied due to present value considerations of the cost structure. The net reserves exhibit a rise followed by a decline over time, while the gross reserves display different patterns for each age pair.

Keywords: benefit reserve, cost, Dothan model, last survivor, term life insurance



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**SIMULASI SUKU BUNGA MODEL DOTHAN UNTUK VALUASI
CADANGAN MANFAAT ASURANSI JIWA BERJANGKA
LAST SURVIVOR**

RIZALIUS KARUNIA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Aktuaria pada
Program Studi Aktuaria

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada Ujian Skripsi:
Fendy Septyanto, B.Sc., M.Si.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Simulasi Suku Bunga Model Dothan untuk Valuasi Cadangan
Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka *Last Survivor*

Nama : Rizalius Karunia
NIM : G5402201028

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Windiani Erliana, M.Si.

Pembimbing 2:
Ruhayat, M.Si., M.Act.Sc., ASAI.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Matematika
Dr. Ir. Endar H. Nugrahani, MS.
NIP. 196312281989032001

Tanggal Ujian: 5 Agustus 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanaahu Wa Ta'ala* atas segala karunia-Nya, sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan Agustus 2024 ini ialah Matematika Aktuaria, dengan judul “Simulasi Suku Bunga Model Dothan untuk Valuasi Cadangan Manfaat Asuransi Jiwa Berjangka *Last Survivor*”. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Windiani Erliana, M.Si. dan Ruhiyat, M.Si., M.Act.Sc., ASAI. selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan memberikan saran kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Departemen Matematika IPB University atas wawasan, semangat, dan dukungan yang telah diberikan selama penulis menjalani perkuliahan dan penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu, Ayah, dan Kakak yang selalu mendukung secara materi atau nonmateri dan mendoakan setiap proses yang penulis lakukan selama menjalani perkuliahan dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh mahasiswa Aktuaria dan Matematika IPB, terutama Kelompok Sinergi, teman-teman Departemen *Public Relation* himpunan ASSA, dan seluruh teman-teman TELADAN IPB yang telah memberikan pengalaman menyenangkan selama perkuliahan dan penyusunan tugas akhir ini.
5. Tanoto Foundation atas segala kegiatannya yang menyenangkan dalam program TELADAN dan bantuan finansial yang telah diberikan kepada penulis selama menjalani perkuliahan dan penyusunan tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, September 2024

Rizalious Karunia

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II LANDASAN TEORI	3
2.1 Bunga	3
2.2 Peubah Acak dan Proses Stokastik	5
2.3 Metode Euler-Maruyama	6
2.4 <i>Ordinary Least Square</i> (OLS)	7
2.5 Model Tingkat Bunga Dothan	7
2.6 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	9
2.7 Model Bertahan Hidup <i>Single Life</i>	9
2.8 Model Bertahan Hidup <i>Joint Life</i> dan <i>Last Survivor</i>	10
2.9 Anuitas Hidup dan Nilai Sekarang Aktuaria Pembayaran Manfaat	12
2.10 Premi dan Cadangan Manfaat	15
2.11 <i>Boxplot</i>	16
2.12 Dalil Limit Pusat dan Selang Kepercayaan	17
III METODE	18
3.1 Data	18
3.2 Desain Polis dan Asumsi Penelitian	18
3.3 Langkah Penelitian	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Data Historis dan Pemodelan BI7DRR dengan Model Dothan	20
4.2 Penentuan Dugaan Parameter dan Simulasi Pembangkitan Suku Bunga Model Dothan	21
4.3 Penentuan Premi Tahunan Bersih Asuransi Jiwa Berjangka n Tahun Status <i>Last Survivor</i>	27
4.4 Penentuan Cadangan Manfaat Tahunan Bersih Asuransi Jiwa Berjangka n Tahun Status <i>Last Survivor</i>	34
4.5 Penentuan Premi Tahunan Kotor Asuransi Jiwa Berjangka n Tahun Status <i>Last Survivor</i>	42
4.6 Penentuan Cadangan Manfaat Tahunan Kotor Asuransi Jiwa Berjangka n Tahun Status <i>Last Survivor</i>	49
V SIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Simpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62
RIWAYAT HIDUP	74



DAFTAR TABEL

1	Interpretasi nilai MAPE	9
2	Data empiris $i(t)$ BI7DRR April 2016 – Desember 2023	20
3	Ringkasan nilai minimum, kuartil pertama, kuartil kedua, kuartil ketiga, dan maksimum dari 1000 kali pembangkitan suku bunga bulanan rt model Dothan untuk setiap waktu pada <i>testing data</i>	23
4	Ringkasan nilai minimum, kuartil pertama, kuartil kedua, kuartil ketiga, dan maksimum dari 1000 kali pembangkitan suku bunga tahunan i untuk 15 tahun berikutnya dari model Dothan	27
5	Ringkasan nilai minimum, kuartil pertama, kuartil kedua (median), kuartil ketiga, dan maksimum premi tahunan bersih asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari 1000 simulasi suku bunga model Dothan	31
6	Rata-rata premi tahunan bersih asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari 1000 simulasi suku bunga model Dothan	32
7	Premi tahunan bersih untuk manfaat yang dibayarkan 1 satuan untuk umur pasangan dari (25, 23) hingga (55, 53) dengan suku bunga konstan 4,47% pada asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i>	33
8	Ringkasan cadangan manfaat tahunan bersih asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari pasangan berumur (25, 23) dengan 1000 kali simulasi suku bunga model Dothan	37
9	Rata-rata cadangan manfaat tahunan bersih asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari pasangan (25, 23), (35, 33), (45, 43), dan (55, 53) dengan 1000 kali simulasi suku bunga model Dothan	38
10	Selang kepercayaan 95% cadangan manfaat tahunan bersih asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari pasangan (25, 23) dengan 1000 kali simulasi suku bunga model Dothan	39
11	Cadangan manfaat tahunan bersih asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> untuk suku bunga konstan 4,47% di setiap titik waktunya bagi pasangan (25, 23), (35, 33), (45, 43), dan (55, 53).	40
12	Ringkasan nilai minimum, kuartil pertama, kuartil kedua (median), kuartil ketiga, dan maksimum premi tahunan kotor asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari 1000 simulasi suku bunga model Dothan	46
13	Rata-rata premi tahunan kotor asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari 1000 simulasi suku bunga model Dothan	47
14	Premi tahunan kotor untuk umur pasangan dari (25, 23) hingga (55, 53) dengan suku bunga konstan 4,47% pada asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i>	48
15	Ringkasan cadangan manfaat tahunan kotor asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari pasangan berumur (25, 23) dengan 1000 kali simulasi suku bunga model Dothan	53
16	Rata-rata cadangan manfaat tahunan kotor asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari pasangan (25, 23), (35, 33), (45, 43), dan (55, 53) dengan 1000 kali simulasi suku bunga model Dothan	54

17	Selang kepercayaan 95% cadangan manfaat tahunan kotor asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari pasangan (25, 23) dengan 1000 kali simulasi suku bunga model Dothan	55
18	Cadangan manfaat tahunan kotor asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> untuk suku bunga konstan 4,47% di setiap titik waktunya bagi pasangan (25, 23), (35, 33), (45, 43), dan (55, 53)	56

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur <i>boxplot</i>	16
2	Grafik data r_t bulanan BI7DRR Januari 2017 – Desember 2023	21
3	Grafik peramalan <i>testing data</i> suku bunga r_t model Dothan	22
4	Histogram frekuensi sebaran MAPE antara simulasi pembangkitan r_t model Dothan dan kelompok <i>testing data</i> BI7DRR	24
5	Grafik peramalan suku bunga r_t model Dothan 180 bulan berikutnya (lanjutan kelompok <i>testing data</i>)	24
6	Grafik peramalan nilai suku bunga tahunan i untuk 15 tahun berikutnya dari model Dothan dan suku bunga konstan 4,47% sepanjang tahun	26
7	Ilustrasi serangkaian pembayaran premi dan manfaat pada asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i>	28
8	<i>Boxplot</i> premi tahunan bersih untuk umur pasangan dari (25, 23) hingga (55, 53) dengan suku bunga model Dothan pada asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> (Tampilan 1)	29
9	<i>Boxplot</i> premi tahunan bersih untuk umur pasangan dari (25, 23) hingga (55, 53) dengan suku bunga model Dothan pada asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> (Tampilan 2)	30
10	Perbandingan premi tahunan bersih dari suku bunga konstan 4,47% dengan rata-rata premi tahunan bersih yang menggunakan suku bunga dari hasil simulasi model Dothan untuk asuransi jiwa berjangka 15 tahun pasangan berumur (25, 23) hingga (55, 53)	34
11	<i>Boxplot</i> cadangan manfaat tahunan bersih asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari pasangan berumur (25, 23) dengan 1000 kali simulasi suku bunga model Dothan	36
12	Diagram perbandingan cadangan manfaat tahunan bersih dari bunga konstan 4,47% dan rata-rata cadangan manfaat tahunan bersih yang menggunakan suku bunga model Dothan dari asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> bagi pasangan berumur (25, 23), (35, 33), (45, 43), dan (55, 53)	41
13	Ilustrasi serangkaian pembayaran premi tahunan kotor, pembayaran manfaat, dan biaya-biaya perusahaan untuk asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> pasangan suami dan istri	42
14	<i>Boxplot</i> premi tahunan kotor untuk umur pasangan dari (25, 23) hingga (55, 53) dengan suku bunga model Dothan pada asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i>	45
15	Perbandingan premi tahunan kotor dari suku bunga konstan 4,47% dengan rata-rata premi tahunan kotor yang menggunakan suku bunga	



dari hasil simulasi model Dothan untuk asuransi jiwa berjangka 15 tahun pasangan berumur (25, 23) hingga (55, 53)	49
16 <i>Boxplot</i> cadangan manfaat tahunan kotor asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> dari berbagai pasangan berumur dengan 1000 kali simulasi suku bunga model Dothan	52
17 Diagram perbandingan cadangan manfaat tahunan kotor dari bunga konstan 4,47% dan rata-rata cadangan manfaat tahunan kotor yang menggunakan suku bunga model Dothan dari asuransi jiwa berjangka 15 tahun status <i>last survivor</i> bagi pasangan berumur (25, 23), (35, 33), (45, 43), dan (55, 53)	57

DAFTAR LAMPIRAN

1 Tabel Mortalitas Indonesia IV Tahun 2019	63
2 Bukti pendugaan parameter-parameter suku bunga model Dothan	64
3 <i>Syntax</i> R untuk <i>training data</i> , <i>testing data</i> , dan prediksi suku bunga periode berikutnya bagi model Dothan	66
4 <i>Syntax</i> R untuk pembuatan fungsi anuitas dan pembayaran manfaat untuk asuransi jiwa berjangka n tahun status <i>last survivor</i> bagi simulasi suku bunga model Dothan dan suku bunga konstan	68
5 <i>Syntax</i> R penentuan premi tahunan bersih dan cadangan manfaat tahunan bersih asuransi jiwa berjangka n tahun bagi simulasi suku bunga model Dothan dan suku bunga konstan	70
6 <i>Syntax</i> R penentuan premi tahunan kotor dan cadangan manfaat tahunan kotor bagi simulasi suku bunga model Dothan dan suku bunga konstan	72