



## **PENENTUAN PREMI ASURANSI PENYAKIT JANTUNG DENGAN SUKU BUNGA VASICEK BERDASARKAN ANGKA PREVALENSI DAN INSIDENSI**

**FARAH NURINA ZHAFIRA**



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



## **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penentuan Premi Asuransi Penyakit Jantung dengan Suku Bunga Vasicek Berdasarkan Angka Prevalensi dan Insidensi” 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, Agustus 2024

Farah Nurina Zhafira  
G5402201034

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 mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## **ABSTRAK**

FARAH NURINA ZHAFIRA. Penentuan Premi Asuransi Penyakit Jantung dengan Suku Bunga Vasicek Berdasarkan Angka Prevalensi dan Insidensi. Dibimbing oleh I GUSTI PUTU PURNABA dan RETNO BUDIARTI.

Risiko finansial akibat penyakit kritis merupakan ancaman dalam kehidupan modern. Asuransi penyakit kritis memberikan perlindungan terhadap biaya penyakit serius seperti jantung, kanker, dan stroke. Penelitian ini memodelkan suku bunga dinamis dengan model Vasicek, menentukan intensitas transisi dan peluang transisi untuk asuransi penyakit jantung, dan menghitung premi bersih tahunan asuransi penyakit jantung. Data yang digunakan mencakup BI 7-day (*Reverse*) Repo Rate dan data statistik kesehatan penyakit jantung dari Australia. Model Vasicek memprediksi suku bunga dengan akurasi tinggi dengan nilai MAPE sebesar 5.26%. Premi asuransi penyakit jantung untuk laki-laki lebih tinggi dibandingkan premi untuk perempuan dan meningkat seiring bertambahnya usia. Premi asuransi penyakit jantung dengan suku bunga model Vasicek lebih rendah dibandingkan dengan suku bunga konstan menggunakan rata-rata model Vasicek.

Kata kunci: intensitas transisi, model Vasicek, penyakit jantung, premi asuransi, risiko finansial.

## **ABSTRACT**

FARAH NURINA ZHAFIRA. Determination of Heart Disease Insurance Premium with Vasicek Interest Rate Based on Prevalence and Incidence Rates. Supervised by I GUSTI PUTU PURNABA and RETNO BUDIARTI.

Financial risk due to critical illnesses poses a threat in modern life. Critical illness insurance provides protection against the costs of serious diseases such as heart disease, cancer, and stroke. This study models dynamic interest rates using the Vasicek model, determines the transition intensity and transition probabilities for heart disease insurance, and calculates the annual net premium for heart disease insurance. The data used includes the BI 7-day (*Reverse*) Repo Rate and heart disease health statistics from Australia. The Vasicek model predicts interest rates with high accuracy, with a MAPE value of 5.26%. The heart disease insurance premium for men is higher than that for women and increases with age. The heart disease insurance premium with the Vasicek model interest rate is lower than the constant interest rate using the average of the Vasicek model.

**Keywords:** financial risk, insurance premium, heart disease, transition intensity, Vasicek model.



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 mengurangi 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.*



## **PENENTUAN PREMI ASURANSI PENYAKIT JANTUNG DENGAN SUKU BUNGA VASICEK BERDASARKAN ANGKA PREVALENSI DAN INSIDENSI**

@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 mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.

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

**IPB University**

# IPB University

Penguji pada Ujian Skripsi:  
Dr. Dra. Berlian Setiawaty, M.S.

@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 mengikuti 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 : Penentuan Premi Asuransi Penyakit Jantung dengan Suku Bunga Vasicek Berdasarkan Angka Prevalensi dan Insidensi  
Nama : Farah Nurina Zhafira  
NIM : G5402201034

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

---

Pembimbing 2:  
Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S.

---

Diketahui oleh

Ketua Departemen Matematika:  
Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, M.S.  
NIP 196312281989032001

---

Tanggal Ujian: 12 Juli 2024

Tanggal Lulus:

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 mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## **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 Desember 2023 sampai bulan Juni 2024 ini ialah asuransi kesehatan, dengan judul “Penentuan Premi Asuransi Penyakit jantung dengan Suku Bunga Vasicek Berdasarkan Angka Prevalensi dan Insidensi”.

Penyusunan karya ilmiah ini disertai banyaknya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karenanya, terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Orang tua penulis yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan kepada penulis selama ini.
2. Bapak Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA. dan Ibu Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S. selaku dosen pembimbing skripsi atas segala ilmu, bantuan, dan arahan selama penulisan karya ilmiah ini.
3. Dr. Berlian Setiawaty, M.S. selaku dosen penguji atas segala kritik dan saran yang diberikan.
4. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Departemen Matematika IPB University atas segala ilmu dan bantuannya selama perkuliahan dan penulisan karya ilmiah ini.
5. Teman-teman mahasiswa seperjuangan Departemen Matematika khususnya Program Studi Aktuaria IPB University angkatan 57.

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

Bogor, Agustus 2024

*Farah Nurina Zhafira*



|   |    |
|---|----|
| DAFTAR TABEL  | x  |
| DAFTAR GAMBAR   | x  |
| DAFTAR LAMPIRAN   | x  |
| I PENDAHULUAN   | 1  |
| 1.1 Latar Belakang  | 1  |
| 1.2 Rumusan Masalah   | 2  |
| 1.3 Tujuan  | 2  |
| 1.4 Manfaat   | 2  |
| II LANDASAN TEORI   | 4  |
| 2.1 Asuransi Penyakit Kritis                                | 4  |
| 2.2 Bunga   | 5  |
| 2.3 Teori Peluang   | 5  |
| 2.4 Peubah Acak   | 6  |
| 2.5 Proses Stokastik  | 7  |
| 2.6 Gerak Brown   | 9  |
| 2.7 Metode Euler-Maruyama                                   | 9  |
| 2.8 Model Tingkat Bunga Vasicek                             | 10 |
| 2.9 <i>Ordinary Least Square (OLS)</i>                      | 10 |
| 2.10 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>           | 11 |
| 2.11 Angka Prevalensi dan Angka Insidensi                   | 11 |
| 2.12 Hukum Mortalitas Gompertz-Makeham                      | 12 |
| 2.13 Model Multi Status                                     | 12 |
| III METODE  | 20 |
| 3.1 Data  | 20 |
| 3.2 Asumsi Penelitian                                       | 20 |
| 3.3 Prosedur Kerja  | 20 |
| 3.4 Estimasi Parameter Model Vasicek                        | 21 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                     | 22 |
| 4.1 Diskretisasi Model Vasicek dengan Metode Euler-Maruyama | 22 |
| 4.2 Penentuan Parameter Model Tingkat Bunga Vasicek         | 22 |
| 4.3 Penghitungan Intensitas Transisi dan Peluang Transisi   | 23 |
| 4.4 Penentuan Premi Asuransi Penyakit jantung               | 34 |
| 4.5 Perbandingan Premi Asuransi Penyakit jantung            | 38 |
| V SIMPULAN DAN SARAN  | 40 |
| 5.1 Simpulan  | 40 |
| 5.2 Saran   | 40 |
| DAFTAR PUSTAKA  | 41 |
| LAMPIRAN  | 43 |
| RIWAYAT HIDUP   | 84 |

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 mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



|    |  |    |
|----|--|----|
| 1  | Interpretasi nilai MAPE  | 11 |
| 2  | Data tingkat bunga BI 7-day ( <i>Reverse</i> ) Repo Rate (BI7DRR)            | 22 |
| 3  | Angka prevalensi penyakit jantung (per 100000 orang)                         | 24 |
| 4  | Angka insidensi penyakit jantung (per 100000 orang)                          | 24 |
| 5  | Angka kematian penyakit jantung (per 100000 orang)                           | 24 |
| 6  | Angka kematian populasi (per 100000 orang)                                   | 25 |
| 7  | Nilai parameter intensitas transisi $\mu^{23}$                               | 25 |
| 8  | Nilai parameter intensitas transisi $\mu^{14}$                               | 27 |
| 9  | Nilai parameter intensitas transisi $\mu^{12}$                               | 29 |
| 10 | Premi asuransi penyakit jantung untuk jenis kelamin laki-laki (dalam rupiah) | 38 |
| 11 | Premi asuransi penyakit jantung untuk jenis kelamin perempuan (dalam rupiah) | 39 |

## DAFTAR GAMBAR

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1  | Model multistatus asuransi penyakit jantung                                    | 13 |
| 2  | Grafik perbandingan data BI7RR (warna biru) dengan model Vasicek (warna merah) | 23 |
| 3  | Intensitas transisi $\mu^{23}$ untuk laki-laki                                 | 26 |
| 4  | Intensitas transisi $\mu^{23}$ untuk perempuan                                 | 26 |
| 5  | Intensitas transisi $\mu^{14}$ untuk laki-laki                                 | 28 |
| 6  | Intensitas transisi $\mu^{14}$ untuk perempuan                                 | 28 |
| 7  | Nilai parameter intensitas transisi $\mu^{12}$ untuk laki-laki                 | 30 |
| 8  | Nilai parameter intensitas transisi $\mu^{12}$ untuk perempuan                 | 30 |
| 9  | Peluang transisi $p_x^{11}$ untuk laki-laki dan perempuan                      | 32 |
| 10 | Peluang transisi $p_x^{12}$ untuk laki-laki dan perempuan                      | 32 |
| 11 | Peluang transisi $p_x^{14}$ untuk laki-laki dan perempuan                      | 33 |
| 12 | Peluang transisi $p_x^{23}$ untuk laki-laki dan perempuan                      | 33 |
| 13 | Peluang transisi $p_x^{24}$ untuk laki-laki dan perempuan                      | 34 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Tabel peluang transisi antar status untuk laki-laki                                | 44 |
| 2 | Tabel peluang transisi antar status untuk perempuan                                | 46 |
| 3 | Tabel premi asuransi penyakit jantung untuk jenis kelamin laki-laki (dalam rupiah) | 48 |
| 4 | Tabel premi asuransi penyakit jantung untuk jenis kelamin perempuan (dalam rupiah) | 50 |
| 5 | Pembuktian solusi dari persamaan maju Kolmogorov                                   | 52 |
| 6 | Bukti pendugaan parameter-parameter model Vasicek                                  | 55 |
|   | Estimasi peluang transisi  | 58 |



|    |  |    |
|----|--|----|
| 8  | Syntax program R untuk penentuan suku bunga model Vasicek                                  | 60 |
| 9  | Syntax program R untuk penghitungan intensitas transisi, peluang, dan premi pada perempuan | 62 |
| 10 | Syntax program R untuk penghitungan intensitas transisi, peluang, premi pada laki-laki     | 72 |
| 11 | Syntax program R untuk plot peluang transisi   | 81 |

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 mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.