

**SKRIPSI**

**ANALISIS KESESUAIAN PENAKSIRAN NILAI-NILAI  
PARAMETER PADA HUKUM MORTALITA GOMPERTZ DAN  
MAKEHAM: STUDI KASUS PADA TMI 4 PRIA DAN WANITA**



**Claudi Calista**

**NPM: 6161901015**

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



**FINAL PROJECT**

**ANALYSIS OF THE APPROPRIATENESS OF ESTIMATING  
PARAMETER VALUES IN GOMPERTZ'S AND MAKEHAM'S  
LAW OF MORTALITY: CASE STUDY ON TMI 4 MALE AND  
FEMALE**



**Claudi Calista**

**NPM: 6161901015**

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

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS KESESUAIAN PENAKSIRAN NILAI-NILAI PARAMETER PADA HUKUM MORTALITA GOMPERTZ DAN MAKEHAM: STUDI KASUS PADA TMI 4 PRIA DAN WANITA

Claudi Calista

NPM: 6161901015

Bandung, 24 Januari 2023

Menyetujui,

Pembimbing



Farah Kristiani, Ph.D.

Ketua Tim Penguji



Dr. Ferry Jaya Permana

Anggota Tim Penguji



Liem Chin, M.Si.

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

## PERNYATAAN

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

**ANALISIS KESESUAIAN PENAKSIRAN NILAI-NILAI PARAMETER PADA  
HUKUM MORTALITA GOMPERTZ DAN MAKEHAM: STUDI KASUS  
PADA TMI 4 PRIA DAN WANITA**

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 24 Januari 2023



Claudi Calista  
NPM: 6161901015

## ABSTRAK

Semakin berkembangnya asuransi di Indonesia, diperlukan acuan tabel mortalita yang akurat dan sesuai dengan situasi tertentu pada suatu negara untuk menentukan tarif premi yang sesuai dengan kebutuhan nasabah. Namun, Tabel Mortalita Indonesia 4 (TMI 4) yang berlaku saat ini belum mengakomodasi kebutuhan nilai-nilai aktuarial di usia yang tidak bulat dengan fenomena yang berbeda-beda. Dalam skripsi ini, akan digunakan hukum mortalita Gompertz dan Makeham untuk menyediakan fungsi kontinu yang dapat mengakomodasi nilai-nilai aktuarial di usia yang tidak bulat dengan fenomena yang berbeda-beda. Hukum mortalita Gompertz dipengaruhi oleh faktor usia saja, sedangkan hukum mortalita Makeham dipengaruhi baik oleh faktor usia maupun selain usia, misalkan faktor kecelakaan. Metode yang akan digunakan untuk menaksir nilai-nilai parameter dalam hukum mortalita tersebut adalah *linear least squares* (LLS) dan *golden section search* (GSS). Setelah dianalisis lebih lanjut, metode LLS dan GSS dapat diterapkan untuk menaksir nilai-nilai parameter pada hukum mortalita Gompertz dan Makeham karena hasil nilai parameter yang diperoleh memenuhi sifat parameter pada hukum mortalita Gompertz dan Makeham, baik pada TMI 4 untuk pria maupun wanita. Melalui nilai parameter yang telah diperoleh dengan kedua metode tersebut dapat dicari nilai-nilai aktuarial pada usia yang tidak bulat. Dengan dianalisis lebih lanjut, dapat disimpulkan bahwa metode penaksiran parameter yang lebih baik dalam menaksir nilai-nilai parameter hukum mortalita Gompertz terhadap TMI 4 pria dan wanita adalah metode GSS. Sedangkan metode penaksiran parameter yang terbaik dalam menaksir nilai-nilai parameter hukum mortalita Makeham terhadap TMI 4 pria adalah metode LLS dan terhadap TMI 4 wanita adalah metode GSS. Melalui analisis pendekatan hukum mortalita dengan metode penaksiran parameter yang lebih baik, dapat disimpulkan pendekatan hukum mortalita Gompertz lebih cocok terhadap TMI 4 pria dan pendekatan hukum mortalita Makeham lebih cocok terhadap TMI 4 wanita. Oleh karena itu, dapat diduga peluang kematian penduduk pria Indonesia saat ini dipengaruhi oleh faktor usia saja, melainkan penduduk wanita Indonesia saat ini dipengaruhi oleh faktor selain usia.

**Kata-kata kunci:** *Linear Least Squares, Golden Section Search, Gompertz, Makeham, TMI 4*



## ABSTRACT

The growth of insurance in Indonesia needs an accurate mortality table that suits the situation of a country as a reference to determine the premium that accommodates the insured's necessity. However, the current Indonesian Mortality Table 4 (TMI 4) has not accommodated the need for actuarial values at non-integer ages with different phenomena. In this thesis, Gompertz and Makeham mortality laws will be used to provide a continuous function that can accommodate actuarial values at non-integer ages. The Gompertz mortality law is influenced by the age factor only, while the Makeham mortality law is influenced by both age and non-age factors, such as accidents. The methods that will be used to estimate the parameter values in these mortality laws are Linear Least Squares (LLS) and Golden Section Search (GSS). After further analysis, the LLS and GSS methods can be applied to estimate the parameter values in the Gompertz and Makeham mortality laws because the results of the parameter values obtained meet the properties of the parameters in the Gompertz and Makeham mortality laws, both at TMI 4 for men and women. Through the parameter values that have been obtained by the two methods, actuarial values at non-round ages can be found. With further analysis, it can be concluded that the better parameter estimation method in estimating the parameter values of the Gompertz mortality law for TMI 4 for men and women is the GSS method. Meanwhile, the best parameter estimation method in estimating the parameter values of the Makeham mortality law for TMI 4 men is the LLS method and for TMI 4 women is the GSS method. Through the analysis of mortality law approaches with better parameter estimation methods, it can be concluded that the Gompertz mortality law approach is more suitable for TMI 4 men and the Makeham mortality law approach is more suitable for TMI 4 women. Therefore, it can be assumed that the probability of death of the current Indonesian male population is influenced by the age factor alone, but the current Indonesian female population is influenced by factors other than age.

**Keywords:** Linear Least Squares, Golden Section Search, Gompertz, Makeham, TMI 4

*Untuk Papa, Mama, Cece, dan diriku sendiri yang terus berjuang.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya yang melimpah penulis dapat memulai, mengerjakan, dan menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi berjudul "Analisis Kesesuaian Penaksiran Nilai-Nilai Parameter pada Hukum Mortalita Gompertz dan Makeham: Studi Kasus pada TMI 4 Pria dan Wanita" ini disusun sebagai salah satu syarat wajib untuk menyelesaikan studi Strata-1 Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dalam menambah wawasan dan pengetahuan bagi para pembaca.

Selama masa studi dan penulisan skripsi, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menghadapi segala rintangan yang ada. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

- Mama, Papa, dan Cece yang selalu ada untuk memberikan doa, dukungan, nasihat untuk penulis selama 21 tahun terutama saat masa penulisan skripsi.
- Ibu Farah Kristiani, Ph.D selaku dosen pembimbing yang sudah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini, memberikan saran dan solusi ketika penulis menghadapi masalah, dan pengajarannya selama masa studi di Program Studi Matematika UNPAR.
- Bapak Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI dan Bapak Liem Chin, M.Si selaku dosen penguji yang telah yang telah menguji, memberikan saran untuk perbaikan dan pengembangan skripsi ini, serta pengajarannya selama masa perkuliahan penulis.
- Bapak Dr. Daniel Salim selaku koordinator skripsi yang sudah membantu mempersiapkan penulis selama satu semester dan pengajarannya selama masa studi di Program Studi Matematika UNPAR.
- Bapak Prof. Dr. Dharma Lesmono selaku dosen wali dari penulis yang telah membantu penulis dalam penyusunan rencana studi, membimbing dan membagi ilmunya kepada penulis selama masa perkuliahan penulis.
- Seluruh dosen FTIS khususnya dosen Program Studi Matematika yang telah membagi ilmu dan pengalamannya kepada penulis selama masa studi di Program Studi Matematika UNPAR.
- Seluruh staf Tata Usaha FTIS yang telah memberikan bantuan dalam bidang administrasi selama masa perkuliahan.
- Teman-teman "Gatau Apa": Andrea, Angela, Syawqi, Yesuit, dan Andry selaku teman terdekat penulis yang selalu menemani, memberikan dukungan, menghibur, dan berjuang bersama-sama selama masa studi maupun perkuliahan ini.
- Alfandy yang selalu mendengarkan, menemani, memberikan semangat serta dukungan ketika penulis kesulitan selama masa studi maupun penulisan skripsi.
- Jane, Rosalind, Andrew Santo, Vincent, Jonathan, dan Justin yang selalu memberikan semangat, mendengarkan keluh kesah, dan menemani penulis selama masa studi maupun penulisan skripsi.
- Cathy, Jeanny, Shaina, Claudia, dan Adel sebagai teman yang selalu mendukung, mendengarkan, dan menyemangati penulis.
- Anastasia Gaby, Marcella, Targa, dan Ricky yang memberikan semangat, menghibur, dan membantu selama masa perkuliahan.
- Jose, Jason Aditya, dan Joanne yang selalu mendukung, menemani, dan menghibur selama

proses penyusunan skripsi.

- Ci Nasya Kanya dan Ko Bryan sebagai kakak tingkat yang membimbing penulis dalam penulisan skripsi, memberikan semangat, dan selalu bersedia menjawab pertanyaan-pertanyaan penulis dengan sabar.
- Seluruh pihak yang telah mendoakan, memberikan dukungan, dan membantu penulis dalam penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna karena adanya keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi para pembaca yang ingin mempelajari maupun mendalami topik pendekatan hukum mortalita terhadap tabel mortalita dan mengembangkan topik tersebut.

Bandung, Januari 2023

Penulis

# DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>KATA PENGANTAR</b>   | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR ISI</b>   | <b>xvii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>  | <b>xix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b>   | <b>xxi</b>  |
| <b>1 PENDAHULUAN</b>  | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang . . . . .  | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah . . . . .   | 2           |
| 1.3 Tujuan . . . . .  | 2           |
| 1.4 Sistematika Pembahasan . . . . .  | 2           |
| <b>2 LANDASAN TEORI</b>   | <b>3</b>    |
| 2.1 Fungsi <i>Survival</i> . . . . .  | 3           |
| 2.2 Sisa Usia . . . . .   | 3           |
| 2.3 <i>Force of Mortality</i> . . . . .   | 4           |
| 2.4 Hukum Mortalita . . . . .   | 5           |
| 2.5 Tabel Mortalita . . . . .   | 7           |
| <b>3 METODE PENAKSIRAN PARAMETER PADA HUKUM MORTALITA</b>   | <b>9</b>    |
| 3.1 Hukum Mortalita Gompertz dan Makeham . . . . .  | 9           |
| 3.2 Metode <i>Linear Least Squares</i> (LLS) . . . . .  | 9           |
| 3.2.1 Metode LLS pada Hukum Mortalita Gompertz . . . . .  | 11          |
| 3.2.2 Metode LLS pada Hukum Mortalita Makeham . . . . .   | 13          |
| 3.3 Metode <i>Golden Section Search</i> (GSS) . . . . .   | 14          |
| 3.3.1 Metode GSS pada Hukum Mortalita Gompertz . . . . .  | 15          |
| 3.3.2 Metode GSS pada Hukum Mortalita Makeham . . . . .   | 17          |
| <b>4 ANALISIS KESESUAIAN PENDEKATAN HUKUM MORTALITA GOMPERTZ DAN MAKEHAM DENGAN TMI 4</b>           | <b>21</b>   |
| 4.1 Tabel Mortalita yang Digunakan . . . . .  | 21          |
| 4.2 Penaksiran Parameter Hukum Mortalita dengan Metode LLS . . . . .                                | 21          |
| 4.2.1 Penaksiran Parameter Hukum Mortalita Gompertz dan Perhitungan Nilai-Nilai Aktuaria . . . . .  | 21          |
| 4.2.2 Penaksiran Parameter Hukum Mortalita Makeham dan Perhitungan Nilai-Nilai Aktuaria . . . . .   | 26          |
| 4.3 Penaksiran Parameter Hukum Mortalita dengan Metode <i>Golden Section Search</i> (GSS) . . . . . | 32          |
| 4.3.1 Penaksiran Parameter Hukum Mortalita Gompertz dan Perhitungan Nilai-Nilai Aktuaria . . . . .  | 32          |
| 4.3.2 Penaksiran Parameter Hukum Mortalita Makeham dan Perhitungan Nilai-Nilai Aktuaria . . . . .   | 36          |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.4      | Analisis Galat Pendekatan Nilai Aktuarial Hukum Mortalita Gompertz dan Makeham                      | 40        |
| 4.4.1    | Analisis Kecocokan Metode LLS dan GSS Dalam Menaksir Parameter Hukum Mortalita Gompertz dan Makeham | 40        |
| 4.4.2    | Analisis Kecocokan Pendekatan Hukum Mortalita Gompertz dan Makeham terhadap TMI 4                   | 41        |
| <b>5</b> | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>   | <b>43</b> |
| 5.1      | Kesimpulan  | 43        |
| 5.2      | Saran   | 43        |
|          | <b>DAFTAR REFERENSI</b>   | <b>45</b> |
| <b>A</b> | <b>TABEL MORTALITA INDONESIA 4</b>  | <b>47</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|      |  |    |
|------|--|----|
| 4.1  | Perbandingan $\hat{p}_{x(p)}^{Gom-LLS}$ untuk TMI 4 Pria dengan Metode LLS pada Hukum Mortalita Gompertz . . . . .   | 23 |
| 4.2  | Perbandingan $\hat{q}_{x(p)}^{Gom-LLS}$ untuk TMI 4 Pria dengan Metode LLS pada Hukum Mortalita Gompertz . . . . .   | 23 |
| 4.3  | Perbandingan $\hat{p}_{x(w)}^{Gom-LLS}$ untuk TMI 4 Wanita dengan Metode LLS pada Hukum Mortalita Gompertz . . . . . | 25 |
| 4.4  | Perbandingan $\hat{q}_{x(w)}^{Gom-LLS}$ untuk TMI 4 Wanita dengan Metode LLS pada Hukum Mortalita Gompertz . . . . . | 25 |
| 4.5  | Nilai $y_{i,1}(x_i)$ yang Dipengaruhi oleh Usia pada TMI 4 Pria . . . . .  | 26 |
| 4.6  | Perbandingan $\hat{p}_{x(p)}^{Mak-LLS}$ untuk TMI 4 Pria dengan Metode LLS pada Hukum Mortalita Makeham . . . . .    | 28 |
| 4.7  | Perbandingan $\hat{q}_{x(p)}^{Mak-LLS}$ untuk TMI 4 Pria dengan Metode LLS pada Hukum Mortalita Makeham . . . . .    | 29 |
| 4.8  | Nilai $y_{i,1}(x_i)$ yang Dipengaruhi oleh Usia pada TMI 4 Wanita . . . . .  | 29 |
| 4.9  | Perbandingan $\hat{p}_{x(w)}^{Mak-LLS}$ untuk TMI 4 Wanita dengan Metode LLS pada Hukum Mortalita Makeham . . . . .  | 31 |
| 4.10 | Perbandingan $\hat{q}_{x(w)}^{Mak-LLS}$ untuk TMI 4 Wanita dengan Metode LLS pada Hukum Mortalita Makeham . . . . .  | 32 |
| 4.11 | Perbandingan $\hat{p}_{x(p)}^{Gom-GSS}$ untuk TMI 4 Pria dengan Metode GSS pada Hukum Mortalita Gompertz . . . . .   | 34 |
| 4.12 | Perbandingan $\hat{q}_{x(p)}^{Gom-GSS}$ untuk TMI 4 Pria dengan Metode GSS pada Hukum Mortalita Gompertz . . . . .   | 34 |
| 4.13 | Perbandingan $\hat{p}_{x(w)}^{Gom-GSS}$ untuk TMI 4 Wanita dengan Metode GSS pada Hukum Mortalita Gompertz . . . . . | 35 |
| 4.14 | Perbandingan $\hat{q}_{x(w)}^{Gom-GSS}$ untuk TMI 4 Wanita dengan Metode GSS pada Hukum Mortalita Gompertz . . . . . | 36 |
| 4.15 | Perbandingan $\hat{p}_{x(p)}^{Mak-GSS}$ untuk TMI 4 Pria dengan Metode GSS pada Hukum Mortalita Makeham . . . . .    | 38 |
| 4.16 | Perbandingan $\hat{q}_{x(p)}^{Mak-GSS}$ untuk TMI 4 Pria dengan Metode GSS pada Hukum Mortalita Makeham . . . . .    | 38 |
| 4.17 | Perbandingan $\hat{p}_{x(w)}^{Mak-GSS}$ untuk TMI 4 Wanita dengan Metode GSS pada Hukum Mortalita Makeham . . . . .  | 39 |
| 4.18 | Perbandingan $\hat{q}_{x(w)}^{Mak-GSS}$ untuk TMI 4 Wanita dengan Metode GSS pada Hukum Mortalita Makeham . . . . .  | 40 |



## DAFTAR TABEL

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.1  | Hukum Mortalita . . . . .   | 5  |
| 4.1  | Gambaran Singkat TMI 4 untuk Pria . . . . .   | 22 |
| 4.2  | Gambaran Singkat TMI 4 untuk Wanita . . . . .   | 24 |
| 4.3  | Nilai-nilai $A_j$ yang Diambil . . . . .  | 26 |
| 4.4  | Rentang Usia yang Berpengaruh untuk masing-masing Nilai $y_{i,j}(x_i)$ pada TMI 4 Pria . . . . .  | 27 |
| 4.5  | Hasil $\hat{\theta}_{1j}$ , $\hat{\theta}_{0j}$ , dan $SSE_j$ untuk masing-masing $y_{i,j}(x_i)$ pada TMI 4 Pria . . . . .                  | 27 |
| 4.6  | Rentang Usia yang Berpengaruh untuk masing-masing Nilai $y_{i,j}(x_i)$ pada TMI 4 Wanita . . . . .  | 30 |
| 4.7  | Hasil $\hat{\theta}_{1j}$ , $\hat{\theta}_{0j}$ , dan $SSE_j$ untuk masing-masing $y_{i,j}(x_i)$ pada TMI 4 Wanita . . . . .                | 30 |
| 4.8  | Penaksiran Parameter $B$ terhadap Nilai $c_1$ dan $c_2$ untuk TMI 4 . . . . .   | 33 |
| 4.9  | Penaksiran Akhir Interval Parameter $c$ pada Hukum Mortalita Gompertz untuk TMI 4 . . . . .   | 33 |
| 4.10 | Penaksiran Akhir Parameter $B$ pada Hukum Mortalita Gompertz untuk TMI 4 . . . . .  | 33 |
| 4.11 | Penaksiran Parameter $A$ dan $B$ terhadap Nilai $c_1$ dan $c_2$ untuk TMI 4 . . . . .   | 36 |
| 4.12 | Penaksiran Akhir Interval Parameter $c$ pada Hukum Mortalita Makeham untuk TMI 4 . . . . .  | 37 |
| 4.13 | Penaksiran Akhir Parameter $A$ dan $B$ pada Hukum Mortalita Makeham untuk TMI 4 . . . . .   | 37 |
| 4.14 | Tingkat <i>Error</i> Nilai-nilai Aktuaria dari Pendekatan Hukum Mortalita Gompertz dengan Metode LLS dan GSS . . . . .                      | 41 |
| 4.15 | Tingkat <i>Error</i> Nilai-nilai Aktuaria dari Pendekatan Hukum Mortalita Makeham dengan Metode LLS dan GSS . . . . .                       | 41 |
| 4.16 | Gabungan Tingkat <i>Error</i> Nilai-nilai Aktuaria dari Pendekatan Hukum Mortalita Gompertz dan Makeham dengan Metode LLS dan GSS . . . . . | 41 |
| A.1  | TMI 4 untuk Pria . . . . .  | 47 |
| A.2  | TMI 4 untuk Wanita . . . . .  | 48 |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Asuransi di Indonesia semakin banyak berkembang, terutama asuransi jiwa [1, hlm. 9]. Untuk menentukan tarif premi yang sesuai dengan kebutuhan nasabah, diperlukan acuan tabel mortalita yang akurat dan sesuai dengan situasi tertentu pada suatu negara. Untuk keperluan tersebut, diperlukan tabel mortalita yang mendukung. Oleh karena itu, perlu adanya teknik penentuan tabel mortalita yang cocok. Tabel mortalita adalah tabel yang memuat beberapa fungsi dasar aktuarial dan beberapa turunan fungsi tersebut berdasarkan masing-masing usia [2]. Di Indonesia sendiri berlaku Tabel Mortalita Indonesia 4 (TMI 4) yang berlangsung sejak 2018. TMI 4 ini berfokus pada data yang diperoleh dan dipelajari dari 52 perusahaan asuransi jiwa pada tahun 2013 sampai 2017 [3].

Namun, TMI 4 belum mengakomodasi kebutuhan nilai-nilai aktuarial di usia yang tidak bulat, padahal seringkali perhitungan nilai-nilai aktuarial dibutuhkan pada usia yang tidak bulat. Contohnya seperti penentuan besaran premi pada saat orang tersebut berusia tidak bulat, misalkan 27 tahun lebih 5 bulan. Terdapat beberapa asumsi yang dapat mengakomodasi usia pecahan, seperti *Uniform Distributions of Deaths* (UDD), Eksponensial, dan Balducci. Namun, asumsi-asumsi tersebut hanya mengakomodasi kebutuhan nilai aktuarial pada usia yang tidak bulat saja tanpa menjelaskan fenomena yang berbeda-beda pada sebuah tabel mortalita. Fenomena yang dapat menggambarkan situasi suatu negara tidak dapat dilihat dari tabel mortalita tersebut bila menggunakan asumsi-asumsi tersebut. Untuk mengakomodasi kebutuhan nilai-nilai aktuarial di usia yang tidak bulat dengan fenomena yang berbeda-beda diperlukan pendekatan hukum mortalita yang berupa fungsi kontinu. Keuntungannya dari menggunakan fungsi kontinu adalah fungsi tersebut dapat dioptimalkan. Fungsi kontinu akan selalu memiliki nilai minimum dan maksimum dalam suatu interval karena fungsinya dapat diturunkan, dilimitkan, dan diintegrasikan. Hukum mortalita yang akan dibahas pada penelitian ini adalah hukum mortalita Gompertz dan Makeham.

Hukum mortalita Gompertz dipengaruhi oleh faktor usia saja, sedangkan hukum mortalita Makeham dipengaruhi baik oleh faktor usia maupun selain usia, misalkan faktor kecelakaan. Pada [4], telah dilakukan penelitian mengenai pendekatan hukum mortalita Makeham terhadap TMI 3 menggunakan metode penaksir parameter *Golden Section Search* (GSS). Penelitian pada makalah ini menerapkan analisis lebih lanjut pada TMI 4 untuk pria dan wanita dengan menggunakan pendekatan hukum mortalita Gompertz dan Makeham. Akan dilakukan analisis pendekatan hukum mortalita Gompertz terhadap TMI 4 untuk pria dan wanita agar dapat melihat apakah peluang kematian penduduk pria dan wanita Indonesia hanya dipengaruhi oleh faktor usia saja. Selanjutnya, dengan menggunakan pendekatan hukum mortalita Makeham terhadap TMI 4 untuk pria dan wanita ingin dilihat apakah peluang kematian penduduk pria dan wanita Indonesia dipengaruhi baik oleh faktor usia maupun selain usia.

Dalam hukum mortalita tersebut, terdapat nilai-nilai parameter yang perlu dicari. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menaksir nilai-nilai parameter tersebut antara lain, Momen, Persentil, *Weighted Least Square* (WLS), *Linear Least Square* (LLS), dan GSS. Pada skripsi ini metode penaksiran yang akan digunakan adalah LLS dan GSS. Metode penaksiran tersebut dipilih

karena telah banyak diterapkan pada penelitian-penelitian sebelumnya [5, 6, 7]. Berikutnya, akan dibandingkan metode yang paling baik dalam penaksiran parameter pada hukum mortalita Gompertz dan Makeham.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan di atas, dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara menaksir nilai-nilai parameter pada hukum mortalita Gompertz dan Makeham?
2. Metode penaksiran parameter manakah yang paling baik dalam menaksir nilai-nilai parameter hukum mortalita Gompertz dan Makeham terhadap TMI 4 pria dan wanita?
3. Pendekatan hukum mortalita manakah yang lebih cocok terhadap TMI 4 pria dan wanita?

## 1.3 Tujuan

Tujuan penulisan makalah ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan metode yang sesuai untuk menaksir nilai-nilai parameter hukum mortalita Gompertz dan Makeham.
2. Menganalisis metode penaksiran parameter yang paling baik dalam menaksir nilai-nilai parameter hukum mortalita Gompertz dan Makeham terhadap TMI 4 pria dan wanita.
3. Menganalisis pendekatan hukum mortalita yang lebih cocok terhadap TMI 4 pria dan wanita.

## 1.4 Sistematika Pembahasan

Makalah ini terbagi menjadi lima bab, yaitu:

- **Bab 1: Pendahuluan**  
Dalam bab ini, akan dibahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan sistematika pembahasan makalah.
- **Bab 2: Landasan Teori**  
Dalam bab ini, akan dibahas teori-teori yang dijadikan dasar dalam pengembangan metode pada makalah ini.
- **Bab 3: Metode Penaksiran Parameter pada Hukum Mortalita**  
Dalam bab ini, akan diuraikan metode penaksiran parameter LLS dan GSS untuk menaksir nilai-nilai parameter pada hukum mortalita Gompertz dan Makeham.
- **Bab 4: Analisis Kesesuaian Pendekatan Hukum Mortalita Gompertz dan makeham dengan TMI 4**  
Dalam bab ini, akan dihitung dan dianalisa nilai-nilai parameter dan nilai-nilai aktuarial hukum mortalita Gompertz dan Makeham melalui metode penaksiran parameter LLS dan GSS jika diterapkan pada TMI 4 untuk pria dan wanita.
- **Bab 5: Kesimpulan dan Rencana Pengembangan untuk Skripsi**  
Dalam bab ini, akan dibahas kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan makalah ini dan saran untuk pengembangan yang dapat dilakukan pada pengerjaan skripsi-skripsi berikutnya.