

**ANALISIS PERBANDINGAN *SURVIVAL FUNCTION* DENGAN
HUKUM *DE MOIVRE* DAN HUKUM *GOMPERTZ***



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016**

**ANALISIS PERBANDINGAN *SURVIVAL FUNCTION* DENGAN
HUKUM *DE MOIVRE* DAN HUKUM *GOMPERTZ***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh
Aswin Mitus
NIM. 11610026**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016**

**ANALISIS PERBANDINGAN *SURVIVAL FUNCTION* DENGAN
HUKUM *DE MOIVRE* DAN HUKUM *GOMPERTZ***

SKRIPSI

Oleh
Aswin Mitus
NIM. 11610026

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 30 Maret 2016

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760318 200604 1 002

Ach. Nashichuddin, M.A
NIP. 19730705 200003 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

**ANALISIS PERBANDINGAN SURVIVAL FUNCTION DENGAN
HUKUM DE MOIVRE DAN HUKUM GOMPERTZ**

SKRIPSI

Oleh
Aswin Mitus
NIM. 11610026

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Pengaji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal 21 April 2016

Pengaji Utama : Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D

Ketua Pengaji : Fachrur Rozi, M.Si

Sekretaris Pengaji : Abdul Aziz, M.Si

Anggota Pengaji : Ach. Nashichuddin, M.A

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aswin Mitus

NIM : 11610026

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Analisis Perbandingan *Survival Function* dengan Hukum

De Moivre dan Hukum *Gompertz*

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 30 Maret 2016
Yang membuat pernyataan,

Aswin Mitus
NIM. 11610026

MOTO

“From zero to hero”

(John Scott)



PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tua tercinta Ayah Kartali dan Bunda Nani, serta seluruh keluarga besar penulis.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Swt. atas rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada nabi Muhammad Saw., yang telah membimbing manusia dari jalan kegelapan menuju jalan yang terang benderang yaitu agama Islam.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat saran, bimbingan, arahan, doa, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Abdussakir, M.Pd, selaku ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Abdul Aziz, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan berbagi pengalaman yang berharga kepada penulis.

5. Ach. Nashichuddin, M.A, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran dan bantuan dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang khususnya para dosen matematika yang telah memberikan banyak pengalaman dan ilmu kepada penulis.
7. Ayah Kartali dan Bunda Nani tercinta yang telah mencerahkan kasih sayang, doa, bimbingan, dan motivasi hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Saudara-saudara tersayang yang telah memberikan semangat kepada penulis.
9. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2011 yang berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi dan terima kasih untuk kenang-kenangan indah yang dirajut bersama dalam menggapai impian.
10. Keluarga besar Unit Olahraga (UNIOR) Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
11. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materiil.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGAJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

HALAMAN MOTO

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR viii

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR GAMBAR xiii

DAFTAR SIMBOL xiv

ABSTRAK xv

ABSTRACT xvi

ملخص xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	3
1.3	Tujuan Penelitian	3
1.4	Manfaat Penelitian	3
1.5	Batasan Masalah	4
1.6	Sistematika Penulisan	4

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1	<i>Survival Function</i>	6
2.2	Asuransi Jiwa	6
2.2.1	Asuransi Jiwa Konvensional	6
2.2.2	Asuransi (<i>Takaful</i>) dalam Islam	7
2.3	Peluang Hidup dan Peluang Meninggal	7
2.4	Konsep Mortalitas dan Penyebab Kematian	8
2.5	Mortalitas	10
2.6	Hukum Mortalitas	11
2.6.1	Hukum <i>De Moivre</i>	11
2.6.2	Hukum <i>Gompertz</i>	13

2.7	Tabel Mortalitas	16
2.8	<i>Mean Squared Error</i> (MSE)	17
2.9	Kematian dalam Al-Quran	18

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Pendekatan Penelitian	22
3.2	Jenis dan Sumber Data.....	22
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	23
3.4	Teknik Analisis dan Pengolahan Data	23

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Analisis Data	24
4.2	Pembuatan Tabel Mortalitas Tanpa Menggunakan Hukum	25
4.3	Pembuatan Tabel Mortalitas Menggunakan Hukum <i>De Moivre</i>	27
4.4	Pembuatan Tabel Mortalitas Menggunakan Hukum <i>Gompertz</i>	29
4.5	Perbandingan Grafik dari Tabel Mortalitas	33
4.6	Tabel Perbandingan <i>Mean Squared Error</i> (MSE)	41
4.7	<i>Survival Function</i> dalam Pandangan Islam	41

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	44

DAFTAR PUSTAKA

45

LAMPIRAN-LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Mortalitas Jepang	16
Tabel 4.1 Tabel Mortalitas Indonesia Tahun 1999	24
Tabel 4.2 Tabel Mortalitas Laki-laki Tanpa Menggunakan Hukum	26
Tabel 4.3 Tabel Mortalitas Perempuan Tanpa Menggunakan Hukum	27
Tabel 4.4 Tabel Mortalitas Laki-laki Menggunakan Hukum <i>De Moivre</i>	28
Tabel 4.5 Tabel Mortalitas Perempuan Menggunakan Hukum <i>De Moivre</i>	29
Tabel 4.6 Tabel Mortalitas Laki-Laki Menggunakan Hukum <i>Gompertz</i>	31
Tabel 4.7 Tabel Mortalitas Perempuan Menggunakan Hukum <i>Gompertz</i>	32
Tabel 4.8 Perbandingan MSE untuk Laki-Laki	41
Tabel 4.9 Perbandingan MSE untuk Perempuan	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Grafik Jumlah Manusia yang Hidup Berusia x Tahun	24
Gambar 4.2 Grafik Jumlah Manusia yang Meninggal Berusia x Tahun.....	25
Gambar 4.3 Perbandingan Grafik Jumlah Manusia yang Hidup Berusia x Tahun.....	33
Gambar 4.4 Perbandingan Grafik Jumlah Manusia yang Meninggal Berusia x Tahun.....	35
Gambar 4.5 Perbandingan Grafik Peluang Meninggal Manusia Berusia x Tahun.....	37
Gambar 4.6 Perbandingan Grafik Peluang Hidup Seseorang Berusia x Tahun	39

DAFTAR SIMBOL

- Δt : Selang waktu
- x : Usia atau umur manusia
- $t p_x$: Peluang manusia berusia x tahun akan bertahan hidup selama t tahun
- $t q_x$: Peluang manusia berusia x tahun akan meninggal pada masa usia x sampai $x+t$ tahun
- l_x : Jumlah manusia yang hidup berusia antara x sampai $x+1$ tahun
- d_x : Jumlah manusia yang meninggal berusia antara x sampai $x+1$ tahun
- μ_x : Percepatan mortalitas (*force of mortality*)
- $s(x)$: Fungsi bertahan hidup
- ω : Usia maksimal

ABSTRAK

Mitus, Aswin. 2016. **Analisis Perbandingan Survival Function dengan Hukum De Moivre dan Hukum Gompertz.** Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Ach. Nashichuddin, M.A.

Kata kunci: *survival function*, asuransi jiwa, tabel mortalitas, hukum *De Moivre*, hukum *Gompertz*.

Penaksiran peluang hidup dapat digunakan untuk membantu menaksirkan usia manusia untuk hidup, sebagai landasan perhitungan premi dalam asuransi umum, dan menaksir pertumbuhan atau pengurangan populasi. Alat untuk menaksir peluang hidup dikenal dengan fungsi *survival*, biasanya fungsi tersebut dibahas dalam dunia asuransi jiwa. Asuransi jiwa merupakan suatu asuransi yang memberikan pembayaran sejumlah uang tertentu atas kematian tertanggung kepada ahli waris atau orang yang berhak menerimanya sesuai dengan ketentuan dalam polis asuransi. Ada beberapa metode yang digunakan dalam menghitung premi tahunan satu di antaranya menggunakan pendekatan dengan hukum mortalitas, terdapat beberapa hukum mortalitas seperti hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz*.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui bentuk grafik *survival function* menurut hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz* dan mengetahui hasil perbandingan grafik antara hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz* dengan cara tanpa menggunakan hukum.

Hasil penelitian ini adalah grafik *survival function* menggunakan hukum *De Moivre* untuk manusia yang hidup (l_x) dan manusia yang meninggal (d_x) berbentuk linier sedangkan tabel mortalitas menggunakan hukum *Gompertz* untuk manusia yang hidup (l_x) dan manusia yang meninggal (d_x) berbentuk eksponensial. Untuk peluang hidup (p_x) dan peluang meninggal (q_x) menggunakan hukum *De Moivre* maupun hukum *Gompertz* memiliki bentuk grafik yang sama yaitu eksponensial. Perbandingan jumlah manusia yang hidup (l_x), jumlah manusia yang meninggal (d_x), peluang hidup (p_x), dan peluang meninggal (q_x) berdasarkan *mean squared error* (MSE) antara hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz* yang mendekati perhitungan tanpa menggunakan hukum pada tabel mortalitas Indonesia tahun 1999, adalah hukum *De Moivre*.

ABSTRACT

Mitus, Aswin. 2016. **Comparative Analysis of Survival Function using De Moivre Law and Gompertz Law.** Thesis. Department of Mathematics Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Ach. Nashichuddin, M.A.

Keyword: *survival function*, life insurance, tables of mortality, death, *De Moivre* law, *Gompertz* law

The assessment of the chances of survival can be used to help to interpret the age of a human life, as the basis for calculating premiums in general insurance, and estimating the growth or reduction of population. Tools for assessing the life chances of survival are known as survival function, the function usually discussed in the world of life insurance. Life insurance is an insurance that provides payment of certain amount of money upon the death of the insured to the beneficiary or the person entitled to receive it under the provisions of the insurance policy. There are several methods used in calculating the annual premium, one of them is the approximation of the laws of mortality, there are some laws of mortality namely *De Moivre* law and *Gompertz* law.

The purpose of this research is to determine the graph of survival function according to the *De Moivre* law and *Gompertz* law and determining the results of the comparison chart between *De Moivre* law and *Gompertz* law by simply not using the law.

Results this research is graph of the survival function using *De Moivre* law for human who live (l_x) and a man who died (d_x) form a linear while the mortality tables used the *Gompertz* law for human live (l_x) and a man who died (d_x) form a exponential. For the life chances (p_x) and dies opportunities (q_x) use *De Moivre* law nor the *Gompertz* law has a form similar graph is exponential. The comparison of the number of people who live (l_x), the number of people who died (d_x), chances of survival (p_x), and the chances of dying (q_x) based on the mean squared error (MSE) between the law of *De Moivre* and law *Gompertz* approaching calculations without using the law on Indonesia's 1999 mortality table, that is *De Moivre* law.

ملخص

ميتوس اسوين. ٢٠١٦ . تحليل مقارن لـ *survival function* باستغدام القانون *De Moivre* وقانون *Gompertz*. بعثخامي. الشعبة الرياضيات كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف (١) عبد العزيز الماجستير (٢) أحمد ناصح الدين الماجستي

الكلمات الرئيسية: *survival function*، التأمين على الحياة، الجداول وفيات، قانون *De Moivre* وقانون *Gompertz*

تقييم فرص البقاء على قيد الحياة يمكن أن تستخدم للمساعدة في تفسير سن حياة الإنسان، كأساس لحساب أقساط التأمين في التأمين العام، وتقدير النمو أو الحد من عدد السكان. ومن أدوات لتقييم فرص الحياة للبقاء معروفة على *survival function*، الدالة عادة مناقشتها في عالم التأمين على الحياة. التأمين على الحياة هو التأمين الذي توفر دفع مبلغ معين من المال عند وفاة المؤمن عليه المستفيد أو الشخص الذي يحق له الحصول عليها وفقاً لأحكام وثيقة التأمين. هناك العديد من الطرق المستخدمة في حساب قسط التأمين السنوي الذي يستخدم تقرير القوانين وفيات، وهناك بعض القوانين وفيات وصف القانون *Gompertz* والقانون *De Moivre*.

وكان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد شكل الرسم البياني *survival function* باستغدام قانون *De Moivre* وقانون *Gompertz* والقانون *De Moivre*. تحديد نتائج جدول مقارنة بين القانون *De Moivre* والقانون *Gompertz* بعدم استخدام القانون *De Moivre*.

نتائج هذه الدراسة هي الرسم البياني *survival function* باستخدام قانون *De Moivre* للحياة البشرية (l_x) ورجل توفي (d_x) قد يكون خطيا بينما استخدمت الجداول وفيات القانون *Gompertz* للحياة البشرية (l_x) ورجل توفي (d_x) وقد شكل الرسم البياني الأسني. لفرص الحياة (p_x) وفرص الموت (q_x) قانون *De Moivre* ولا قانون *Gompertz* لها شكل رسم بياني مماثل الأسني. مقارنة بين عدد من الناس الذين يعيشون (l_x)، وعدد الأشخاص الذين ماتوا (d_x)، فإن فرص البقاء على قيد الحياة (p_x)، وفرص الموت (q_x) على أساس متوسط تربع الخطأ (MSE) بين القانون *De Moivre* و القانون *Gompertz* تقترب من طريقة الحساب دون استخدام القانون جداول الوفيات الاندونيسية في عام ١٩٩٩ ، وهو قانون *De Moivre*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidup mati seseorang tidak dapat diketahui dengan pasti, hal ini juga telah dijelaskan dalam al-Quran surat al-Wâqi'ah/56:60, yaitu:

تَحْنُّ قَدَرْنَا بَيْنَكُمُ الْمَوْتَ وَمَا تَحْنُّ يَمْسُبُوقِينَ
٦٠

“Kami telah menentukan kematian di antara kamu dan Kami sekali-sekali tidak akan dapat dikalahkan” (QS. al-Wâqi'ah/56:60).

Ayat di atas menjelaskan bahwa sesungguhnya Allah Swt. menentukan kematian manusia, dan bahkan Allah Swt. telah menetapkan waktu tertentu bagi kematian setiap manusia, yang semuanya itu ditentukan dan ditetapkan menurut kehendak-Nya, suatu hal yang mengandung hikmah dan kebijaksanaan yang tak dapat diketahui oleh manusia. Ketentuan dan ketetapan Allah Swt. dalam menciptakan dan mematikan seseorang tidaklah dapat dipengaruhi atau dihalang-halangi oleh siapapun. Demikian juga Allah Swt. Maha Kuasa untuk mengantikan suatu umat dengan umat yang lain yang serupa dan Maha Kuasa melakukan sesuatu yang belum pernah dilakukan oleh manusia, antara lain membangkitkan manusia kembali dari kuburnya, dan tidak dapat manusia mengetahui kapan terjadinya (Sonhadji, dkk, 1995:674).

Manusia dapat menghitung rata-rata usia seseorang yang telah meninggal sebelumnya sehingga secara matematika peluang hidup dapat diprediksi. Penaksiran peluang hidup dapat digunakan untuk membantu menaksirkan usia manusia untuk hidup, sebagai landasan perhitungan premi dalam asuransi umum, dan menaksir pertumbuhan atau pengurangan populasi. Alat untuk menaksir

peluang hidup dikenal dengan fungsi *survival*, biasanya fungsi tersebut dibahas dalam dunia asuransi jiwa.

Asuransi jiwa merupakan suatu asuransi yang memberikan pembayaran sejumlah uang tertentu atas kematian tertanggung kepada ahli waris atau orang yang berhak menerimanya sesuai dengan ketentuan dalam polis asuransi, sejumlah uang yang dibayarkan kepada tertanggung tersebut berupa uang pertanggungan (Bowers, dkk, 1997).

Menentukan besarnya premi tahunan yang akan dibayarkan oleh peserta asuransi, diperlukan premi tunggal dan nilai tunai anuitas hidup awal yang dipengaruhi oleh peluang hidup dan peluang meninggal. Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam perhitungan premi tahunan. Menurut Bowers dkk (1997:77), pendekatan dengan hukum mortalitas digunakan karena hasil dari pendekatan tersebut berbentuk kontinu, sehingga praktis dalam penggunaannya. Dari pendekatan hukum mortalitas tersebut dapat dikaji fenomena-fenomena yang terjadi pada suatu populasi. Terdapat beberapa hukum mortalitas yang terkenal seperti *De Moivre*, *Gompertz*, Makeham, dan Weibull.

Huang dan Kristiani (2012), telah melakukan analisis kesesuaian antara pendekatan hukum mortalitas *Gompertz* dan Makeham terhadap tabel yang sama yaitu Tabel Mortalitas Indonesia (TMI) 3 untuk pria dan TMI 3 untuk wanita. Dari penelitian tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa TMI 3 untuk wanita sesuai jika didekati dengan hukum mortalitas Makeham. Dalam permasalahan inilah penulis tertarik untuk menganalisis tabel mortalitas tersebut khususnya tabel mortalitas Indonesia, yang berjudul “Analisis Perbandingan *Survival Function* dengan Hukum *De Moivre* dan Hukum *Gompertz*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah yang diteliti yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk grafik *survival function* menurut hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz*?
2. Bagaimana perbandingan *survival function* antara hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz*?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui bentuk grafik *survival function* menurut hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz*.
2. Mengetahui perbandingan *survival function* antara hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz*.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian maka manfaat penelitian ini dikelompokkan berdasarkan kepentingan beberapa pihak, yaitu:

1. Bagi penulis, sebagai tambahan pengetahuan dan wawasan di dunia asuransi tentang mortalitas dan *survival function*.
2. Bagi mahasiswa, sebagai tambahan pengetahuan mortalitas dan *survival function*.
3. Bagi lembaga, sebagai tambahan literatur yang dapat dijadikan kajian penelitian matematika khususnya tentang asuransi.

1.5 Batasan Masalah

Pada penulisan penelitian ini, penulis hanya menganalisis tabel mortalitas di Indonesia tahun 1999 dengan menggunakan hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz*. Keduanya dibandingkan berdasarkan *mean squared error* (MSE) terhadap cara tanpa menggunakan hukum.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini menggunakan sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab, dan masing-masing bab dibagi dalam subbab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan, meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
- Bab II Kajian Pustaka, berisi tentang teori yang berhubungan dengan penelitian ini meliputi *survival function*, asuransi jiwa, peluang hidup dan peluang mati, konsep mortalitas dan penyebab kematian, mortalitas, hukum mortalitas, tabel mortalitas, *mean squared error* (MSE), dan kematian dalam al-Quran.
- Bab III Metode penelitian, berisi tentang cara atau langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian ini meliputi pendekatan penelitian, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, dan teknik analisis dan pengolahan data.
- Bab IV Pembahasan, berisi penjelasan penulis tentang analisis perbandingan antara hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz*.

Bab V Penutup, berisi tentang kesimpulan dari pembahasan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Survival Function*

Penaksiran peluang hidup dapat digunakan untuk membantu menaksirkan usia manusia untuk hidup, sebagai landasan perhitungan premi dalam asuransi umum, dan menaksir pertumbuhan atau pengurangan populasi. Alat untuk menaksir peluang hidup dikenal dengan fungsi *survival*, biasanya fungsi tersebut dibahas dalam dunia asuransi jiwa.

Misalkan usia seseorang dinotasikan dengan X , dan diberikan $F_X(x)$ yang merupakan fungsi distribusi dari X maka,

$$F_X(x) = \Pr(X \leq x) \quad x \geq 0, \quad (2.1)$$

dan

$$s(x) = 1 - F_X(x) = \Pr(X > x) \quad x \geq 0. \quad (2.2)$$

Dengan asumsi $F_X(0) = 0$ dan $s(0) = 1$. Fungsi $s(x)$ disebut *survival function* untuk setiap x positif (Bowers, dkk, 1997:52).

2.2 Asuransi Jiwa

2.2.1 Asuransi Jiwa Konvensional

Asuransi jiwa (*life insurance*) adalah asuransi yang bertujuan menanggung orang terhadap kerugian finansial tak terduga yang disebabkan karena meninggal atau usia lanjut (Salim, 2007:25).

Menurut Herman Darmawi (2006:73), asuransi jiwa juga memiliki kelebihan jika dibandingkan asuransi lainnya. Asuransi jiwa mempunyai fungsi

tambahan yaitu fungsi tabungan, kecuali asuransi jiwa berjangka. Premi yang telah dibayarkan untuk asuransi jiwa oleh tertanggung merupakan suatu akumulasi pembayaran yang pada akhirnya akan merupakan dana investasi yang akan diserahkan oleh pihak penanggung kepada pihak tertanggung. Jadi peranan ganda asuransi jiwa adalah perlindungan dan investasi atau tabungan.

2.2.2 Asuransi (*Takaful*) dalam Islam

Asuransi dalam Islam (asuransi syariah) atau yang sering disebut dengan *takaful* adalah asuransi yang bertumpu pada konsep tolong-menolong dalam kebaikan, ketakwaan, dan perlindungan. *Takaful* juga menjadikan semua peserta sebagai keluarga besar yang saling menanggung.

Al-Quran mengajarkan manusia untuk saling menolong dalam kebaikan, yaitu sesuai dengan firman-Nya,

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالْتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدُونِ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ
الْعِقَابِ ﴿٥﴾

“Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebaikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran. Dan bertakwalah kamu kepada Allah, sesungguhnya Allah amat berat siksa-Nya” (QS. al-Mâ’idah/5:2).

Ta’awun (tolong-menolong) merupakan inti dari konsep *takaful*, di mana antara satu peserta dengan peserta lainnya saling menanggung risiko (Sula, 2004).

2.3 Peluang Hidup dan Peluang Meninggal

Misalkan $T(x)$ adalah peubah acak dengan fungsi distribusi peluang, maka berlaku:

$$\begin{aligned} {}_t q_x &= P(T(x) \leq t) & t \geq 0, \\ {}_t p_x &= 1 - {}_t q_x = P(T(x) > t) & t \geq 0, \end{aligned}$$

dengan tq_x adalah peluang x meninggal dalam jangka waktu t tahun dan tp_x adalah peluang x akan hidup t tahun lagi atau mencapai usia $x + t$ tahun. Untuk penulisan tp_x jika $t = 1$ biasanya ditulis p_x (Bowers, dkk, 1997:53).

Perhitungan-perhitungan yang menggunakan hubungan antara umur dan waktu disebut *life function*. *Life function* ini bisa digunakan untuk menentukan peluang hidup dan peluang meninggal.

Berikut ini adalah rumus-rumus yang berhubungan dengan peluang hidup dan peluang meninggal, simbol (x) berarti orang yang berusia x , yaitu:

1. Peluang orang berusia x akan hidup t tahun lagi

$${}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x} \quad (2.3)$$

2. Peluang orang berusia x akan meninggal t tahun lagi

$${}_t q_x = 1 - {}_t p_x = 1 - \frac{l_{x+t}}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+t}}{l_x} \quad (\text{Futami, 1993:34}). \quad (2.4)$$

2.4 Konsep Mortalitas dan Penyebab Kematian

Konsep-konsep yang terkait dengan pengertian mortalitas adalah:

1. *Neo-natal death* adalah kematian yang terjadi pada bayi yang belum berumur satu bulan.
2. Lahir mati (*still birth*) atau yang sering disebut kematian janin (*fetal death*) adalah kematian sebelum dikeluarkannya secara lengkap bayi dari ibunya pada saat dilahirkan tanpa melihat lamanya dalam kandungan.
3. *Post neo-natal* adalah kematian anak yang berumur antara satu bulan sampai dengan kurang dari satu tahun.

4. *Infant death* (kematian bayi) adalah kematian anak sebelum mencapai umur satu tahun (Savira, 2013).

Kematian dewasa umumnya disebabkan karena penyakit menular, penyakit degeneratif, kecelakaan atau gaya hidup yang beresiko terhadap kematian. Kematian bayi dan balita umumnya disebabkan oleh penyakit sistem pernapasan bagian atas dan diare, yang merupakan penyakit karena infeksi kuman. Faktor gizi buruk juga menyebabkan anak-anak rentan terhadap penyakit menular, sehingga mudah terinfeksi dan menyebabkan tingginya kematian bayi dan balita di suatu daerah.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kematian dibagi menjadi dua yaitu:

1. Faktor langsung (faktor dari dalam)
 - a. Umur.
 - b. Jenis kelamin.
 - c. Penyakit.
 - d. Kecelakaan, kekerasan, dan bunuh diri.
2. Faktor tidak langsung (faktor dari luar)
 - a. Tekanan, baik psikis maupun fisik.
 - b. Kedudukan dalam perkawinan.
 - c. Kedudukan sosial-ekonomi.
 - d. Tingkat pendidikan.
 - e. Pekerjaan.
 - f. Beban anak yang dilahirkan.
 - g. Tempat tinggal dan lingkungan.

- h. Tingkat pencemaran lingkungan.
- i. Fasilitas kesehatan dan kemampuan mencegah penyakit.
- j. Politik dan bencana alam (Savira, 2013).

2.5 Mortalitas

Mortalitas atau kematian merupakan salah satu dari tiga komponen demografi selain fertilitas dan migrasi, yang dapat mempengaruhi jumlah dan komposisi umur penduduk. Organisasi Kesehatan Dunia (*World Health Organization*) mendefinisikan mortalitas sebagai suatu peristiwa menghilangnya kehidupan secara permanen, yang bisa terjadi setiap saat setelah kelahiran hidup (Junaidi, 2009).

Pada tabel mortalitas, l_x hanya menggambarkan keadaan untuk x bilangan bulat positif. Pada kenyataannya, selama perjalanan waktu jumlahnya selalu berkurang sehingga dalam interval waktu, misalnya $[0, \omega]$, dimungkinkan dilakukan fungsi diferensiasi dan x tidak harus bilangan bulat positif. Selama selang waktu Δt jumlah orang yang meninggal pada usia $x + \Delta t$ tahun adalah ${}_{\Delta t}d_x = l_x - l_{x+\Delta t}$. Dari jumlah yang meninggal ini bagian untuk satu tahunnya adalah $\frac{l_x - l_{x+\Delta t}}{\Delta t}$, kemudian hasil ini dibagi dengan l_x di awal tahun, sehingga diperoleh tingkat mortalitas selama satu tahun untuk setiap selang waktu Δt dan dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

$$\frac{l_x - l_{x+\Delta t}}{l_x \Delta t}$$

Jika $\Delta t \rightarrow 0$, disebut percepatan mortalitas (*force of mortality*) dan dinotasikan dengan μ_x , yaitu:

$$\begin{aligned}\mu_x &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{l_x - l_{x+\Delta t}}{l_x \Delta t} \\ \mu_x &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{-1}{l_x} \left(\frac{l_{x+\Delta t} - l_x}{\Delta t} \right) \\ \mu_x &= -\frac{1}{l_x} \cdot \frac{d}{dx}(l_x)\end{aligned}\quad (2.5)$$

$$\mu_x = -\frac{d \ln l_x}{dx} \text{ (Futami, 1993:38).} \quad (2.6)$$

2.6 Hukum Mortalitas

Hukum mortalitas di sini adalah hubungan yang terdapat antara l_x , q_x , dan μ_x . Beberapa ilmuwan telah melakukan penelitian yang pada akhirnya menghasilkan beberapa macam hukum mortalitas, yaitu hukum *De Moivre*, hukum *Gompertz*, hukum Makeham, dan hukum Weibull. Dalam penelitian ini, hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz* yang dipakai untuk menganalisis tabel mortalitas.

2.6.1 Hukum *De Moivre*

Pada tahun 1725, *De Moivre* mendefinisikan bahwa jumlah yang hidup pada usia x dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$l_x = l_0 \frac{86-x}{86} \text{ (Futami, 1993:54).} \quad (2.7)$$

Substitusi persamaan (2.7) ke persamaan (2.5) diperoleh percepatan mortalitas:

$$\begin{aligned}\mu_x &= -\frac{1}{l_x} \cdot \frac{d}{dx}(l_x) \\ &= -\frac{1}{l_0 \frac{86-x}{86}} \cdot \frac{d}{dx} \left(l_0 \frac{86-x}{86} \right) \\ &= -\frac{86}{l_0 (86-x)} \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{l_0 86}{86} - \frac{l_0 x}{86} \right) \\ &= -\frac{86}{l_0 (86-x)} \left(\frac{-l_0}{86} \right)\end{aligned}$$

$$= \frac{1}{86-x} \quad (2.8)$$

Selanjutnya peluang hidup manusia berusia x tahun akan hidup t tahun lagi yaitu dengan mensubstitusi persamaan (2.7) ke dalam persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} {}_t p_x &= \frac{l_{x+t}}{l_x} \\ &= \frac{l_0 \frac{86-(x+t)}{86}}{l_0 \frac{86-x}{86}} \\ &= \frac{86-x-t}{86-x} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Peluang meninggal manusia berusia x tahun akan meninggal t tahun lagi yaitu dengan mensubstitusi persamaan (2.7) ke dalam persamaan (2.4) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} {}_t q_x &= \frac{l_x - l_{x+t}}{l_x} \\ &= \frac{\left(l_0 \frac{86-x}{86}\right) - \left(l_0 \frac{86-(x+t)}{86}\right)}{l_0 \frac{86-x}{86}} \\ &= \frac{\frac{l_0}{86}(86-x) - (86-x-t)}{\frac{l_0}{86}(86-x)} \\ &= \frac{(86-x) - (86-x-t)}{(86-x)} \\ &= \frac{t}{86-x} \end{aligned} \quad (2.10)$$

Pada tahun 1729 hukum *De Moivre* mengasumsikan bahwa kematian terjadi seragam selama interval kematian, maksudnya fungsi kepadatan probabilitasnya adalah $f_x(x) = \frac{1}{\omega}$ untuk $0 \leq x \leq \omega$, sehingga:

Survival function,

$$s(x) = \frac{\omega - x}{\omega}, \text{ untuk } 0 \leq x < \omega \quad (2.11)$$

Percepatan mortalitas,

$$\mu_x = \frac{1}{\omega - x}, \text{ untuk } 0 \leq x < \omega \quad (2.12)$$

Peluang hidup,

$${}_t p_x = \frac{s(x+t)}{s(x)} = \frac{\omega - x - t}{\omega - x}, \text{ untuk } 0 \leq t \leq \omega - x \quad (2.13)$$

Peluang meninggal,

$${}_t q_x = \frac{t}{\omega - x}, \text{ untuk } 0 \leq t \leq \omega - x \quad (\text{Miguel, 2009}). \quad (2.14)$$

2.6.2 Hukum Gompertz

Berikutnya pada tahun 1825, B. Gompertz mendefinisikan percepatan mortalitas adalah sebagai berikut

$$\ln\left(\frac{1}{\mu_x}\right) = -hx - \ln B \quad (\text{Futami, 1993:54}). \quad (2.15)$$

– $\ln B$ adalah bilangan konstan dan misal $h=\ln(c)$, maka fungsi penyederhanaan menurut hukum *Gompertz* adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{1}{\mu_x}\right) &= -\ln(c)x - \ln B \\ \frac{1}{\mu_x} &= e^{-(\ln(c)x + \ln B)} \\ \mu_x &= e^{x \ln c + \ln B} \\ &= (e^{\ln c})^x e^{\ln B} \\ &= c^x B \end{aligned}$$

$$= Bc^x \quad (2.16)$$

Dengan mengganti ruas kiri diganti dengan persamaan (2.6) sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} -\frac{d \ln l_x}{dx} &= Bc^x \\ \int \frac{d \ln l_x}{dx} &= -\int Bc^x dx \\ \ln l_x &= -B \int c^x dx \end{aligned}$$

Misal $y = c^x$, maka

$$\begin{aligned} \ln y &= \ln c^x \\ \ln y &= x \ln c \\ \frac{1}{y} dy &= \ln c dx \\ y dx &= \frac{dy}{\ln c} \\ c^x dx &= \frac{dc^x}{\ln c} \\ \int c^x dx &= \int \frac{dc^x}{\ln c} = \frac{c^x}{\ln c} \end{aligned}$$

Jadi,

$$\ln l_x = -\frac{Bc^x}{\ln c} + \ln k \quad (2.17)$$

$\ln k$ adalah konstanta hasil integral, dengan memisalkan $\ln g = -\frac{B}{\ln c}$ maka

$$\begin{aligned} \ln l_x &= c^x \ln g + \ln k \\ \ln l_x &= \ln g^{c^x} + \ln k \\ e^{\ln l_x} &= e^{\ln g^{c^x}} e^{\ln k} \\ l_x &= kg^{c^x} \end{aligned} \quad (2.18)$$

dengan mensubstitusi $x = 0$ maka

$$\begin{aligned} l_0 &= kg \\ k &= \frac{l_0}{g} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Selanjutnya peluang hidup dari hukum *Gompertz* yaitu dengan mensubstitusi persamaan (2.18) ke dalam persamaan (2.3) sebagai berikut

$${}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x} = \frac{kg^{c^{x+t}}}{kg^c} = g^{c^x c^t} g^{-c^x} = g^{c^x(c^t - 1)} \quad (\text{Futami, 1993:55}). \quad (2.20)$$

B. Gompertz mendefinisikan *survival function* ($s(x)$) yaitu

$$s(x) = e^{\left(-\frac{B}{\ln c}(c^x - 1)\right)}$$

di mana

$$l_x = l_0 s(x)$$

Jadi untuk menentukan jumlah manusia yang hidup berusia x tahun (l_x) adalah

$$l_x = l_0 e^{\left(-\frac{B}{\ln c}(c^x - 1)\right)} \quad (\text{Bowers, dkk, 1997:78}). \quad (2.21)$$

B dan c adalah konstanta *Gompertz*, besarnya konstanta *Gompertz* tersebut dapat dicari dengan menggunakan distribusi *Gompertz* $G(x|\mu, \sigma)$ dengan rata-rata μ dan standar deviasi σ didefinisikan oleh Afrianti dan Hasriati (2007:4) dengan

$$G(x|\mu, \sigma) = W\left(\frac{x-a}{b}\right) \quad (2.22)$$

dengan $W(x) = 1 - e^{-e^x}$ dan konstanta a dan b memenuhi

$$\sigma = \frac{\pi}{\sqrt{6}} b \quad \text{dan} \quad \mu = a - b\gamma \quad (2.23)$$

Selanjutnya $G(x|\mu, \sigma)$ dinamakan distribusi *Gompertz* dengan

$$g = e^{-e^{-\frac{a}{b}}} \quad \text{dan} \quad c = e^{\frac{1}{b}} \quad (2.24)$$

2.7 Tabel Mortalitas

Tabel mortalitas adalah tabel yang berisi peluang orang dapat bertahan hidup atau meninggal pada usia tertentu. Tabel ini dibuat melalui penelitian dan hanya berlaku untuk satu negara. Dapat dipastikan bahwa mortalitas warga negara antara negara satu dan yang lainnya jelas berbeda, di Indonesia rata-rata umur hidupnya yaitu 60 tahun. Berikut adalah contoh tabel mortalitas, datanya diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh seluruh perusahaan asuransi jiwa di Jepang (1984-1985) untuk jenis kelamin pria (Futami, 1993:29).

Tabel 2.1 Tabel Mortalitas Jepang

x	l_x	d_x	p_x	q_x
0	100,000	137	0.99863	0.00137
1	99,863	98	0.99902	0.00098
2	99,765	67	0.99933	0.00067
.
.
50	94,353	417	0.99558	0.00442
51	93,936	464	0.99506	0.00494
.
.
105	0.8165	0.8165	0	1
106	0	0	0	1

Pada anggota kelompok yang diamati di atas dimisalkan kelahiran pada saat yang sama berjumlah l_0 (100000 orang), selama satu tahun berikutnya jumlah yang meninggal adalah d_0 (137 orang) sehingga yang bisa mencapai umur satu tahun sebanyak l_1 (99863 orang). Satu tahun berikutnya jumlah yang meninggal adalah d_1 (98 orang) sehingga yang mencapai umur dua tahun sebanyak l_2 (99765 orang).

Untuk usia 50 tahun terdapat sebanyak l_{50} (94353 orang), satu tahun kemudian jumlah yang meninggal sebanyak d_{50} (417 orang) sehingga yang hidup mencapai usia 51 tahun sebanyak l_{51} (93936 orang). Proses di atas terus

berlangsung sampai $l_\omega = 0$. Keterangan di atas diperoleh hubungan sebagai berikut:

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad (2.25)$$

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+1}}{l_x} \quad (2.26)$$

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x} \quad (2.27)$$

$$l_{x+1} = l_x p_x \quad (2.28)$$

$$d_x = l_x q_x \quad (2.29)$$

$$p_x + q_x = 1 \text{ (Futami, 1993:30).} \quad (2.30)$$

2.8 Mean Squared Error (MSE)

Dalam statistik, *mean squared error* (MSE) adalah sebuah estimator nilai yang diharapkan dari kuadrat *error*. *Error* yang ada menunjukkan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan nilai yang akan diestimasi. Perbedaan itu terjadi karena adanya keacakan pada data atau karena estimator tidak mengandung informasi yang dapat menghasilkan estimasi yang lebih akurat.

MSE memperkuat pengaruh angka-angka kesalahan besar, tetapi memperkecil angka kesalahan prakiraan yang lebih kecil dari suatu unit. MSE dihitung dengan mengurangkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \text{ (Gaspersz, 2004).} \quad (2.31)$$

di mana:

MSE = Mean Squared Error

n = Jumlah Sampel

y_i = Nilai Aktual Indeks

\hat{y}_i = Nilai Prediksi Indeks

2.9 Kematian dalam Al-Quran

Berdasarkan penjelasan kajian teori di atas dapat dikatakan bahwa kematian dapat terjadi kapan saja dan pada siapa saja. Manusia tidak lepas dari datangnya kematian hal ini juga sesuai dengan firman Allah Swt. di dalam al-Quran surat al-Imran/3:185, yaitu:

كُلُّ نَفْسٍ ذَآئِقَةُ الْمَوْتِ وَإِنَّمَا تُؤْفَقُونَ أُجُورُكُمْ يَوْمَ الْقِيَامَةِ فَمَنْ زُحِّرَ عَنِ الْأَثَارِ وَأَدْخَلَ الْجَنَّةَ فَقَدْ فَازَ وَمَا الْحَيَاةُ الدُّنْيَا إِلَّا مَتَّعٌ الْغُرُورِ ﴿١٨٥﴾

“Tiap-tiap yang berjiwa akan merasakan mati. Dan sesungguhnya pada hari kiamat sajalah disempurnakan pahalamu. Barang siapa dijauhkan dari neraka dan dimasukkan ke dalam surga, maka sungguh ia telah beruntung. Kehidupan dunia itu tidak lain hanyalah kesenangan yang memperdayakan” (QS. al-Imran/3:185).

Makna yang dimaksud dari ayat di atas adalah setiap jiwa yang hidup pasti akan merasakan mati. Apabila kamu sekalian mendapatkan kesengsaraan hidup di dunia, maka sesungguhnya kamu akan mendapatkan pahala secara penuh di hari kiamat. Barang siapa yang dijauhkan dari api neraka, maka sesungguhnya ia telah memperoleh kemenangan, dan kehidupan dunia itu tidak lebih dari perhiasan sementara yang menipu (Shihab, 2001).

Maksud dari ayat tersebut menurut tafsir Al-Maragi yaitu (tiap-tiap yang berjiwa akan merasakan mati) artinya setiap individu pasti mencicipi rasa roh

meninggalkan badan, dan akan merasakannya sendiri (dan sesungguhnya pada hari kiamat sajalah disempurnakan pahalamu) maksudnya sesungguhnya kalian akan diberi pahala sebagai imbalan amal kamu secara lengkap dan tepat. (Barang siapa dijauhkan dari neraka dan dimasukkan ke dalam surga) barang siapa selamat dari azab, kemudian mampu meraih pahala, berarti ia telah berhasil mencapai tujuan paling luhur dan cita-cita yang sudah tidak ada cita-cita lagi sesudahnya (maka sungguh ia telah beruntung, kehidupan dunia itu tidak lain hanyalah kesenangan yang memperdayakan) artinya kehidupan yang pendek, tidak lain sedang manusia alami, manusia bersenang-senang di dalamnya dengan berbagai kelezatan baik yang bersifat kongkret, seperti makan dan minum ataupun yang abstrak, seperti naik pangkat, kedudukan dan kekuasaan, kecuali kesenangan yang memperdayakan (Maragi 1993:270-271).

Sedangkan maksud dari ayat tersebut menurut tafsir Jalalain yaitu (setiap diri akan merasai kematian dan hanya pada hari kiamatlah pahalamu disempurnakan) artinya pada hari kiamatlah ganjaran amal perbuatanmu dipenuhi dengan cukup. (Barang siapa yang dijauhkan) setelah itu (dari neraka dan dimasukkan ke dalam surga, maka sungguh ia beruntung) karena mencapai apa yang dicita-citakannya. (Kehidupan dunia ini tidak lain) maksudnya hidup di dunia ini (hanyalah kesenangan yang memperdayakan semata) artinya yang tidak sebenarnya karena dinikmati hanya sementara lalu ia segera sirna (Mahalli & Suyuti, 2008:284).

Meskipun seseorang sembunyi di tempat yang aman untuk menghindari kematian, tetap saja jika takdirnya mati maka matilah orang tersebut hal ini juga sesuai dengan firman Allah Swt. di dalam al-Quran surat an-Nisa' /4:78, yaitu:

أَيْنَمَا تَكُونُوا يُدْرِكُكُمُ الْمَوْتُ وَلَوْ كُنْتُمْ فِي بُرُوجٍ مُّشَيَّدَةٍ وَإِنْ تُصِبُّهُمْ حَسَنَةٌ يَقُولُوا هَذِهِ مِنْ عِنْدِ اللَّهِ وَإِنْ تُصِبُّهُمْ سَيِّئَةٌ يَقُولُوا هَذِهِ مِنْ عِنْدِكَ قُلْ كُلُّ مِنْ عِنْدِ اللَّهِ فَمَا لَهُؤُلَاءِ الْقَوْمُ لَا يَكَادُونَ يَفْقَهُونَ حَدِيثًا

"Di mana saja kamu berada, kematian akan mendapatkan kamu, kendatipun kamu di dalam benteng yang tinggi lagi kokoh, dan jika mereka memperoleh kebaikan, mereka mengatakan: "Ini adalah dari sisi Allah", dan kalau mereka ditimpa sesuatu bencana mereka mengatakan: "Ini (datangnya) dari sisi kamu (Muhammad)". Katakanlah: "Semuanya (datang) dari sisi Allah". Maka mengapa orang-orang itu (orang munafik) hampir-hampir tidak memahami pembicaraan sedikitpun" (QS. an-Nisa' /4:78).

Maksud dari ayat di atas adalah kematian yang kalian takuti itu pasti akan datang di mana saja, walaupun kalian berada di benteng yang sangat kokoh sekalipun. Orang-orang yang takut karena imannya lemah, jika mendapat kemenangan dan harta rampasan perang, akan berkata, "Harta rampasan itu dari sisi Allah Swt." Tetapi, jika mendapat kekalahan, orang-orang itu akan berkata kepadamu, Muhammad, "Kekalahan itu datang dari dirimu." Padahal, nasib buruk itu bukan dari dirimu. Katakan kepada mereka, "Semua yang menimpa kalian, baik yang menyenangkan maupun yang tidak menyenangkan, merupakan takdir Allah Swt. Semuanya berasal dari Allah Swt. sebagai ujian dan cobaan." Mengapa orang-orang yang lemah itu tidak mengetahui perkataan benar yang dikatakan kepada mereka? (Shihab, 2001).

Sedangkan maksud dari ayat tersebut menurut tafsir Jalalain yaitu (di mana pun kamu berada, pastilah akan dicapai oleh maut sekalipun kamu di benteng yang tinggi lagi kokoh) karena itu janganlah takut berperang lantaran cemas akan mati. (Dan jika mereka ditimpa) yakni orang-orang Yahudi (oleh kebaikan) misalnya kesuburan dan keluasan (mereka berkata, "Ini dari Allah Swt." Dan jika mereka ditimpa oleh keburukan) misalnya kekeringan dan bencana seperti yang mereka

alami sewaktu kedatangan Nabi Saw. ke Madinah (mereka berkata, “Ini dari sisimu,”) hai Muhammad artinya ini karena kesialanmu! (Katakanlah) kepada mereka (semuanya) baik kebaikan atau keburukan (dari sisi Allah Swt.) berasal daripada-Nya. (Maka mengapa orang-orang itu hampir-hampir tidak memahami pembicaraan) yang disampaikan kepada Nabi Saw. mengapa pertanyaan disertai keheranan, melihat kebodohan mereka yang amat sangat, dan ungkapan “hampir-hampir tidak memahami” lebih berat lagi dari “tidak memahaminya sama sekali” (Mahalli & Suyuti, 2008:284).

Setiap orang pasti akan mati, tiada sesuatu pun yang dapat menyelamatkan diri dari kematian, baik dia bersembunyi di tempat yang aman tetap saja jika takdirnya mati maka matilah orang tersebut. Karena sesungguhnya umur manusia itu ada batasnya dan mempunyai ajal yang telah ditentukan-Nya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, yaitu suatu pendekatan penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya. Jenis penelitiannya adalah studi literatur, yaitu penelitian dengan mempelajari berbagai literatur dan mengaitkannya.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara. Data sekunder penelitian ini diambil dari Persatuan Aktuaris Indonesia dalam lampiran skripsi Ayulina Sugihar (2011) yang berjudul “Perhitungan Premi Tahunan pada Asuransi *Joint Life* dan Penerapannya”. Data yang diambil berupa: Tabel Mortalitas Indonesia (TMI) tahun 1999 jenis kelamin laki-laki dan perempuan, kolom jumlah orang yang hidup berusia x tahun (l_x) dan kolom orang yang meninggal berusia x tahun (d_x). Data tersebut dibuat untuk membuat tabel mortalitas dengan tanpa menggunakan hukum, sedangkan tabel mortalitas dengan menggunakan hukum *De Moivre* maupun hukum *Gompertz* hanya menggunakan data l_0 saja.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi. Metode dokumentasi dalam penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh data dengan cara dokumentasi, yaitu mempelajari dokumen yang berkaitan dengan seluruh data yang diperlukan dalam penelitian. Dokumentasi dari asal kata dokumen yang artinya barang-barang tertulis. Dalam melaksanakan metode dokumentasi, peneliti menyelidiki benda-benda tertulis seperti tabel mortalitas serta dokumen lain yang relevan dengan kepentingan penelitian.

3.4 Teknik Analisis dan Pengolahan Data

Setelah rangkaian data yang diperlukan terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Untuk memudahkan proses analisis data maka peneliti menggunakan bantuan *software Microsoft Excel*. Adapun prosedur dan teknis pengolahan yang dilakukan adalah:

1. Analisis data atau menganalisis *survival function* Tabel Mortalitas Indonesia tahun 1999.
2. Membuat dan melengkapi tabel mortalitas tanpa menggunakan hukum.
3. Membuat tabel mortalitas dengan menggunakan hukum *De Moivre*.
4. Membuat tabel mortalitas dengan menggunakan hukum *Gompertz*.
5. Membuat grafik yang berguna untuk mempermudah membandingkan tabel mortalitas.
6. Membuat tabel perbandingan *mean squared error* (MSE).
7. Melakukan analisis data sesuai dengan pembahasan hasil penelitian.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

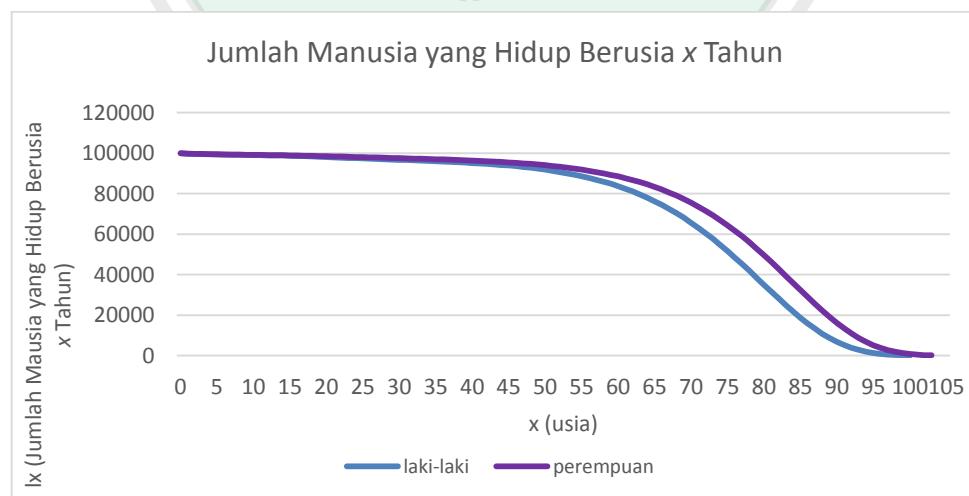
Tabel Mortalitas Indonesia (TMI) tahun 1999 yang diperoleh dari Persatuan Aktuaris Indonesia sebagai berikut dan selengkapnya tertera pada Lampiran 1:

Tabel 4.1 Tabel Mortalitas Indonesia Tahun 1999

Laki-Laki			Perempuan		
x	l_x	d_x	x	l_x	d_x
0	100000	321	0	100000	240
1	99679	82	1	99760	72
2	99597	75	2	99688	67
.
.
99	184	86	102	280	127
100	98	98	103	153	153

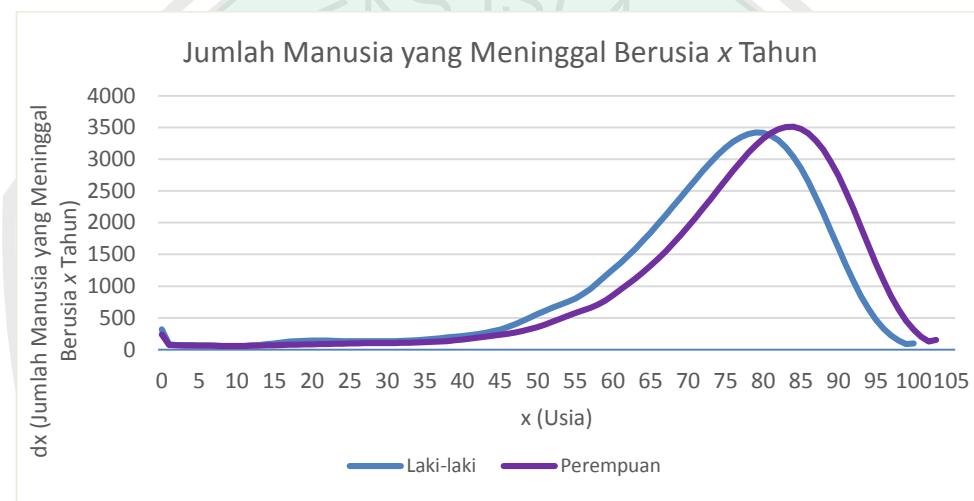
(Sumber: Persatuan Aktuaris Indonesia, 1999)

Agar lebih mudah menginterpretasikan data pada Tabel 4.1 maka tabel di atas diubah dalam bentuk grafik. Berikut adalah grafik jumlah manusia yang hidup berusia x tahun.



Gambar 4.1 Grafik Jumlah Manusia yang Hidup Berusia x Tahun

Berdasarkan Gambar 4.1 di atas jumlah manusia yang hidup semakin berkurang seiring bertambahnya usia (x). Usia maksimal perempuan lebih besar daripada usia maksimal laki-laki, yaitu laki-laki memiliki usia maksimal sampai 100 tahun sedangkan perempuan usia maksimalnya mencapai 103 tahun. Sedangkan grafik jumlah manusia yang meninggal berusia x tahun adalah sebagai berikut.



Gambar 4.2 Grafik Jumlah Manusia yang Meninggal Berusia x Tahun

Berdasarkan Gambar 4.2 di atas jumlah manusia yang meninggal baik laki-laki maupun perempuan memiliki grafik yang berbentuk fungsi kuadrat terbuka ke bawah dan titik puncaknya adalah jumlah manusia meninggal terbanyak. Untuk laki-laki titik puncak kematian saat berusia 79 tahun dengan jumlah 3420 orang. Sedangkan perempuan titik puncak kematian saat berusia 84 tahun dengan jumlah 3509 orang.

4.2 Pembuatan Tabel Mortalitas Tanpa Menggunakan Hukum

Pada Tabel 4.1 di atas dituliskan jumlah manusia laki-laki yang hidup berusia 0 tahun adalah $l_0 = 100000$ dan jumlah manusia yang meninggal berusia

antara 0 sampai 1 tahun adalah $d_0 = 321$. Dari keterangan tersebut dapat dihitung peluang hidup dan peluang meninggal. Peluang meninggal manusia berusia antara 0 sampai 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.26) maka:

$$q_0 = \frac{d_0}{l_0} = \frac{321}{100000} = 0.00321$$

Jadi peluang hidup manusia berusia antara 0 sampai 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.30) adalah $p_0 = 1 - q_0 = 0.99679$. Untuk perhitungan selanjutnya dituliskan dalam tabel berikut dan lebih lengkapnya tertera pada Lampiran 2.

Tabel 4.2 Tabel Mortalitas Laki-Laki Tanpa Menggunakan Hukum

x	l_x	d_x	q_x	p_x
0	100000	321	0.00321	0.99679
1	99679	82	0.000822641	0.999177359
2	99597	75	0.000753035	0.999246965
3	99522	75	0.000753602	0.999246398
.
.
99	184	86	0.467391304	0.532608696
100	98	98	1	0

(Sumber: Olahan Data)

Selanjutnya untuk jumlah manusia perempuan yang hidup berusia 0 tahun adalah $l_0 = 100000$ dan jumlah manusia yang meninggal berusia antara 0 sampai 1 tahun adalah $d_0 = 240$. Dari keterangan tersebut dapat dihitung peluang hidup dan peluang meninggal. Peluang meninggal manusia berusia antara 0 sampai 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.26) maka:

$$q_0 = \frac{d_0}{l_0} = \frac{240}{100000} = 0.0024$$

Jadi peluang hidup manusia berusia antara 0 sampai 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.30) adalah $p_0 = 1 - q_0 = 0.9976$. Untuk perhitungan selanjutnya dituliskan dalam tabel berikut dan lebih lengkapnya tertera pada Lampiran 3.

Tabel 4.3 Tabel Mortalitas Perempuan Tanpa Menggunakan Hukum

x	l_x	d_x	q_x	p_x
0	100000	240	0.0024	0.9976
1	99760	72	0.000721732	0.999278268
2	99688	67	0.000672097	0.999327903
3	99621	64	0.000642435	0.999357565
.
.
102	280	127	0.453571429	0.546428571
103	153	153	1	0

(Sumber: Olahan Data)

4.3 Pembuatan Tabel Mortalitas Menggunakan Hukum *De Moivre*

Penyusunan tabel mortalitas laki-laki dengan menggunakan hukum *De Moivre*. Diketahui jumlah manusia yang hidup usia 0 tahun $l_0 = 100000$ yang tertulis pada Tabel 4.1, dengan menggunakan persamaan (2.7) hukum *De Moivre* maka:

$$\begin{aligned}
 l_1 &= l_0 \frac{100 - 1}{100} \\
 &= 100000 \frac{100 - 1}{100} \\
 &= 100000 \frac{99}{100} \\
 &= 99000
 \end{aligned}$$

Lalu jumlah manusia yang meninggal antara usia 0 sampai 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.25) adalah $d_0 = l_0 - l_1 = 1000$. Percepatan mortalitas dengan menggunakan persamaan (2.12) hukum *De Moivre* maka:

$$\mu_0 = \frac{1}{100 - 0} = 0.01$$

Peluang manusia berusia 0 tahun akan meninggal pada masa usia 0 sampai 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.14) hukum *De Moivre* maka:

$${}_1q_0 = \frac{1}{100 - 0} = 0.01$$

Peluang manusia berusia 0 tahun akan hidup selama 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.13) hukum *De Moivre* maka:

$${}_1p_0 = \frac{100 - 0 - 1}{100 - 0} = 0.99$$

Untuk perhitungan selanjutnya dituliskan dalam tabel berikut dan lebih lengkapnya tertera pada Lampiran 4.

Tabel 4.4 Tabel Mortalitas Laki-laki Menggunakan Hukum *De Moivre*

x	l_x	d_x	μ_x	q_x	p_x
0	100000	1000	0.01	0.01	0.99
1	99000	1000	0.01010101	0.010101	0.989899
2	98000	1000	0.010204082	0.010204	0.989796
3	97000	1000	0.010309278	0.010309	0.989691
.
.
99	1000	1000	1	1	0
100	0	0	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi

(Sumber: Olahan Data)

Sedangkan penyusunan tabel mortalitas perempuan dengan menggunakan hukum *De Moivre*. Diketahui jumlah manusia yang hidup usia 0 tahun $l_0 = 100000$ yang tertulis pada Tabel 4.1, dengan menggunakan persamaan (2.7) hukum *De Moivre* maka:

$$\begin{aligned} l_1 &= l_0 \frac{103 - 1}{103} \\ &= 100000 \frac{103 - 1}{103} \\ &= 100000 \frac{102}{103} \\ &= 99029.13 \end{aligned}$$

Lalu jumlah manusia yang meninggal antara usia 0 sampai 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.25) adalah $d_0 = l_0 - l_1 = 970.8738$. Percepatan mortalitas dengan menggunakan persamaan (2.12) hukum *De Moivre* maka:

$$\mu_0 = \frac{1}{103 - 0} = 0.009709$$

Peluang manusia berusia 0 tahun akan meninggal pada masa usia 0 sampai 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.14) hukum *De Moivre* maka:

$${}^1q_0 = \frac{1}{103 - 0} = 0.009709$$

Peluang manusia berusia 0 tahun akan hidup selama 1 tahun dengan menggunakan persamaan (2.13) hukum *De Moivre* maka:

$${}^1p_0 = \frac{103 - 0 - 1}{103 - 0} = 0.990291$$

Untuk perhitungan selanjutnya dituliskan dalam tabel berikut dan lebih lengkapnya tertera pada Lampiran 5.

Tabel 4.5 Tabel Mortalitas Perempuan Menggunakan Hukum *De Moivre*

<i>x</i>	<i>l_x</i>	<i>d_x</i>	<i>μ_x</i>	<i>q_x</i>	<i>p_x</i>
0	100000	970.8738	0.009709	0.009709	0.990291
1	99029.13	970.8738	0.009804	0.009804	0.990196
2	98058.25	970.8738	0.009901	0.009901	0.990099
3	97087.38	970.8738	0.01	0.01	0.99
.
.
102	970.8738	970.8738	1	1	0
103	0	0	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi

(Sumber: Olahan Data)

4.4 Pembuatan Tabel Mortalitas Menggunakan Hukum *Gompertz*

Usia rata-rata dari tabel mortalitas Indonesia tahun 1999 adalah $\mu = 50$ untuk laki-laki dan $\mu = 51.5$ untuk perempuan. Sedangkan standart deviasinya

adalah $\sigma = 29.15475947$ untuk laki-laki dan $\sigma = 30.02083$ untuk perempuan.

Kemudian tabel mortalitas dengan menggunakan hukum *Gompertz* terlebih dahulu menentukan konstanta-konstanta *Gompertz* dengan mensubstitusikan μ dan σ untuk laki-laki ke dalam persamaan (2.23) diperoleh:

$$\sigma = \frac{\pi}{\sqrt{6}} b$$

$$29.15475947 = \frac{3.14}{\sqrt{6}} b$$

$$b = 22.74340264$$

dan

$$\mu = a - b\gamma$$

$$50 = a - b(-0.5772157)$$

$$a = 36.87215093$$

dengan mensubstitusikan nilai a dan b ke dalam persamaan (2.24) diperoleh:

$$g = e^{-e^{-\frac{a}{b}}} = 0.820651606$$

$$c = e^{\frac{1}{b}} = 1.044949746$$

dengan $\ln g = -\frac{B}{\ln c}$, sehingga:

$$B = -\ln g \ln c = -\ln 0.820651606 \ln 1.044949746 = 0.008690723$$

Dengan cara yang sama diperoleh konstanta *Gompertz* untuk TMI 1999 perempuan sebesar $B = 0.008434707$ dan $c = 1.043625121$.

Berikutnya tabel mortalitas laki-laki dengan menggunakan hukum *Gompertz*. Diketahui jumlah manusia yang hidup usia 0 tahun $l_0 = 100000$ yang tertulis pada Tabel 4.1, dengan menggunakan persamaan (2.21) hukum *Gompertz* dapat dihitung jumlah manusia yang hidup berusia 1 tahun yaitu:

$$l_1 = l_0 e^{\left(\frac{-B}{\ln c} (c^1 - 1) \right)} = 100000 e^{\left(\frac{-0.008690723}{\ln(1.044949746)} (1.044949746^1 - 1) \right)} = 99115.47369$$

Kemudian menggunakan persamaan (2.25) dapat dihitung jumlah manusia yang meninggal berusia 0 tahun yaitu $d_0 = l_0 - l_1 = 884.5263054$. Percepatan mortalitas manusia berusia 0 tahun dihitung dengan menggunakan persamaan (2.16) hukum *Gompertz* yaitu:

$$\mu_0 = Bc^0 = 0.008690723(1.044949746^0) = 0.008690723$$

Peluang manusia berusia 0 tahun akan hidup selama 1 tahun dihitung dengan menggunakan persamaan (2.20) hukum *Gompertz* maka:

$${}_1 p_0 = g^{c^0(c^1-1)} = 0.991154737$$

Peluang manusia berusia 0 tahun akan meninggal pada masa usia 0 sampai 1 tahun dihitung dengan menggunakan persamaan (2.30) maka:

$$q_0 = 1 - p_0 = 0.008845263$$

Untuk perhitungan selanjutnya dituliskan dalam tabel berikut dan lebih lengkapnya tertera pada Lampiran 6.

Tabel 4.6 Tabel Mortalitas Laki-Laki Menggunakan Hukum *Gompertz*

<i>x</i>	<i>l_x</i>	<i>d_x</i>	<i>μ_x</i>	<i>p_x</i>	<i>q_x</i>
0	100000	884.5263054	0.008690723	0.991154737	0.008845263
1	99115.47369	915.9273556	0.009081369	0.990758987	0.009241013
2	98199.54634	948.0559772	0.009489574	0.990345618	0.009654382
3	97251.49036	980.8929987	0.009916128	0.989913851	0.010086149
.
.
99	0.026038273	0.012982966	0.675306598	0.501389112	0.498610888
100	0.013055307	0.006709528	0.705661458	0.486068902	0.513931098

(Sumber: Olahan Data)

Selanjutnya tabel mortalitas perempuan dengan menggunakan hukum *Gompertz*. Diketahui jumlah manusia yang hidup usia 0 tahun $l_0 = 100000$ yang

tertulis pada Tabel 4.1, dengan menggunakan persamaan (2.21) hukum *Gompertz* dapat dihitung jumlah manusia yang hidup berusia 1 tahun yaitu:

$$l_1 = l_0 e^{\left(-\frac{B}{\ln c} (c^1 - 1) \right)} = 100000 e^{\left(-\frac{0.008434707}{\ln(1.043625121)} (1.043625121^1 - 1) \right)} = 99141.96434$$

Kemudian menggunakan persamaan (2.25) dapat dihitung jumlah manusia yang meninggal berusia 0 tahun yaitu $d_0 = l_0 - l_1 = 858.0356642$. Percepatan mortalitas manusia berusia 0 tahun dihitung dengan menggunakan persamaan (2.16) hukum *Gompertz* yaitu:

$$\mu_0 = Bc^0 = 0.008434707(1.043625121^0) = 0.008434707$$

Peluang manusia berusia 0 tahun akan hidup selama 1 tahun dihitung dengan menggunakan persamaan (2.20) hukum *Gompertz* maka:

$${}_1 p_0 = g^{c^0(c^1-1)} = 0.991419643$$

Peluang manusia berusia 0 tahun akan meninggal pada masa usia 0 sampai 1 tahun dihitung dengan menggunakan persamaan (2.30) maka:

$$q_0 = 1 - p_0 = 0.008580357$$

Untuk perhitungan selanjutnya dituliskan dalam tabel berikut dan lebih lengkapnya tertera pada Lampiran 7.

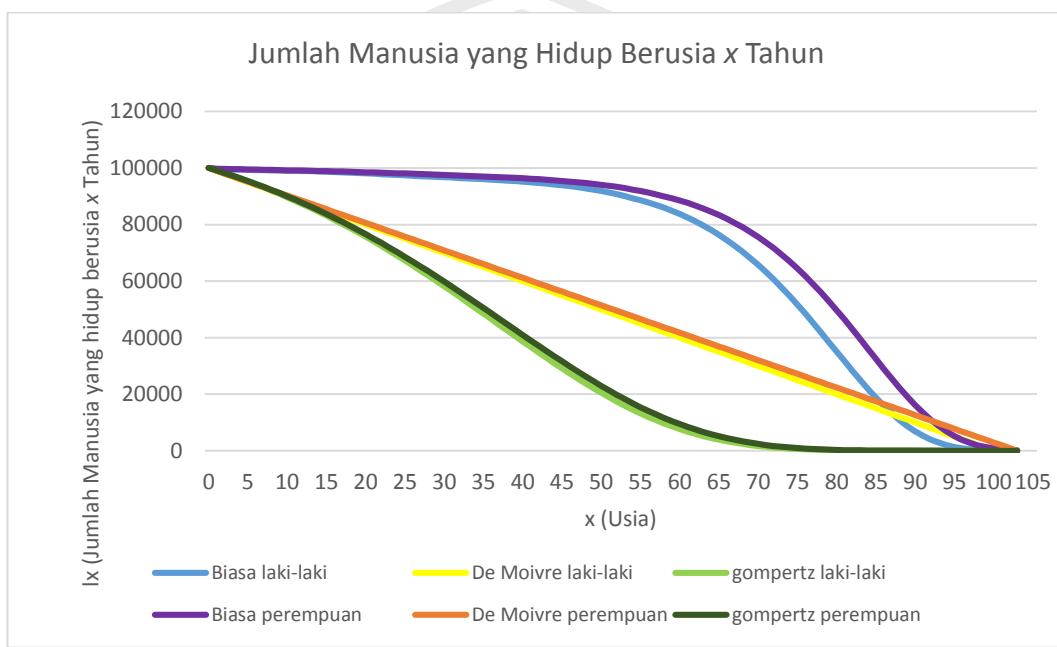
Tabel 4.7 Tabel Mortalitas Perempuan Menggunakan Hukum *Gompertz*

x	l_x	d_x	μ_x	p_x	q_x
0	100000	858.0356642	0.008434707	0.991419643	0.008580357
1	99141.96434	887.6175287	0.008802672	0.991047005	0.008952995
2	98254.34681	917.866636	0.009186689	0.990658259	0.009341741
3	97336.48017	948.7661986	0.00958746	0.990252717	0.009747283
.
.
102	0.025286941	0.012364208	0.657069714	0.511043743	0.488956257
103	0.012922733	0.006509251	0.68573446	0.49629457	0.50370543

(Sumber: Olahan Data)

4.5 Perbandingan Grafik dari Tabel Mortalitas

Dari beberapa tabel di atas dapat dibuat grafik yang berguna untuk mempermudah perbandingan. Berikut adalah grafik jumlah seseorang yang hidup berusia x tahun.



Gambar 4.3 Perbandingan Grafik Jumlah Manusia yang Hidup Berusia x Tahun

Pada Gambar 4.3 di atas dapat dilihat bahwa perbedaan jumlah manusia yang hidup berusia x tahun dengan menggunakan cara tanpa menggunakan hukum, hukum *De Moivre*, dan hukum *Gompertz* baik laki-laki maupun perempuan. Perbedaan paling besar adalah dengan menggunakan hukum *Gompertz* karena berbeda jauh dengan cara tanpa menggunakan hukum.

Mean squared error (MSE) jumlah manusia yang hidup berusia x tahun (l_x) laki-laki antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *De Moivre* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\
 &= \frac{1}{100} ((1000000 - 100000)^2 + (99679 - 99000)^2 + \dots + (98 - 0)^2) \\
 &= 753755627.1
 \end{aligned}$$

MSE jumlah manusia yang hidup berusia x tahun (l_x) laki-laki antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *Gompertz* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\
 &= \frac{1}{100} ((1000000 - 100000)^2 + (99679 - 99115.474)^2 + \dots + (98 - 0.013)^2) \\
 &= 2150675669
 \end{aligned}$$

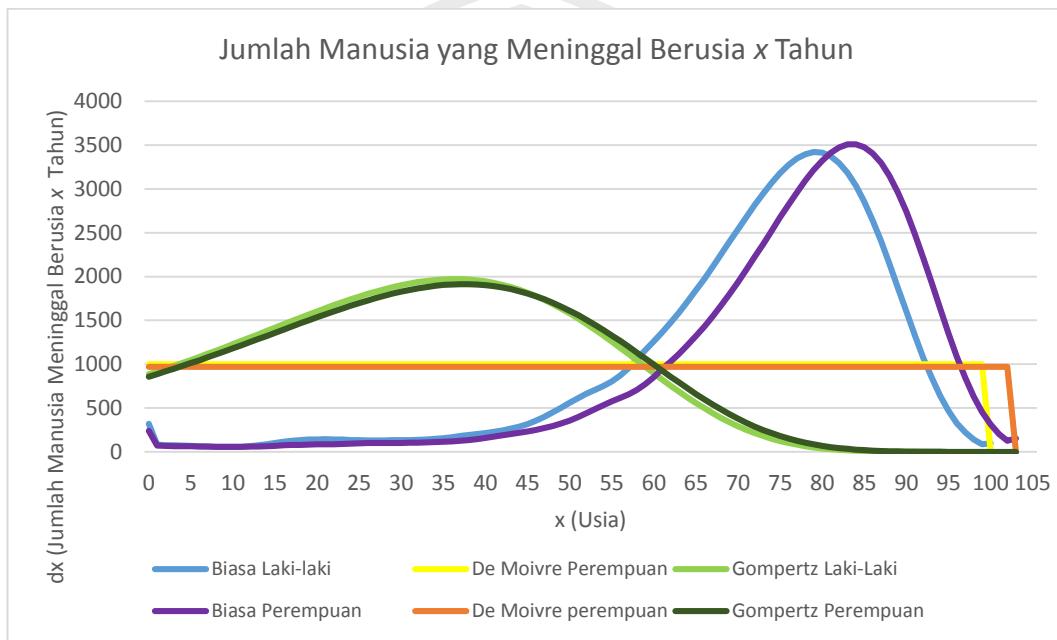
MSE jumlah manusia yang hidup berusia x tahun (l_x) perempuan antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *De Moivre* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\
 &= \frac{1}{103} ((1000000 - 100000)^2 + (99679 - 99029.13)^2 + \dots + (98 - 0)^2) \\
 &= 875629578
 \end{aligned}$$

MSE jumlah manusia yang hidup berusia x tahun (l_x) perempuan antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *Gompertz* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\
 &= \frac{1}{103} ((1000000 - 100000)^2 + (99679 - 99141.964)^2 + \dots + (98 - 0.0129)^2) \\
 &= 2372023508
 \end{aligned}$$

Dapat dikatakan jumlah manusia yang hidup berusia x tahun yang mendekati tanpa menggunakan hukum adalah hukum *De Moivre* karena memiliki *error* lebih kecil dibandingkan dengan hukum *Gompertz*. Kemudian untuk jumlah manusia yang meninggal berusia x tahun grafiknya sebagai berikut.



Gambar 4.4 Perbandingan Grafik Jumlah Manusia yang Meninggal Berusia x Tahun

Berdasarkan Gambar 4.4 perbedaan yang paling mencolok adalah jumlah manusia yang meninggal menggunakan hukum *Gompertz* mencapai 1913 kematian saat berusia 37 tahun. Kemudian dengan menggunakan hukum *Gompertz* jumlah kematian manusianya konstan yaitu 1000 orang.

MSE jumlah manusia yang meninggal berusia x tahun (d_x) laki-laki antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *De Moivre* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} \left(l_{x_i} - \hat{l}_{x_i} \right)^2 \\
 &= \frac{1}{100} \left((321 - 1000)^2 + (82 - 1000)^2 + \dots + (98 - 0)^2 \right) \\
 &= 1270088.36
 \end{aligned}$$

MSE jumlah manusia yang meninggal berusia x tahun (d_x) laki-laki antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *Gompertz* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\ &= \frac{1}{100} ((321 - 884.526)^2 + (82 - 915.927)^2 + \dots + (98 - 0.007)^2) \\ &= 3025800.222 \end{aligned}$$

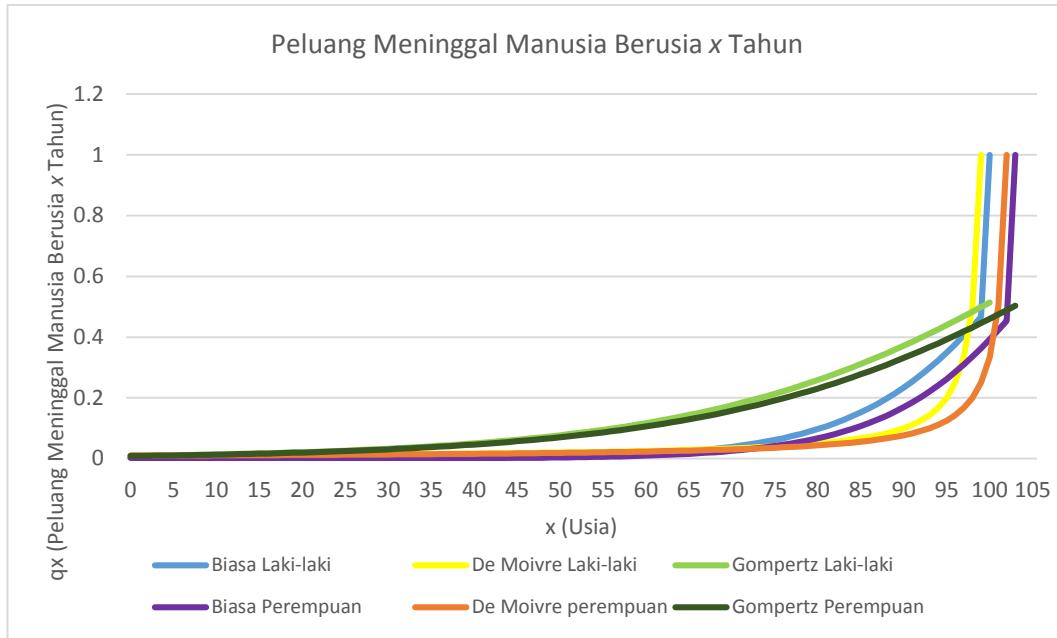
MSE jumlah manusia yang meninggal berusia x tahun (d_x) perempuan antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *De Moivre* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\ &= \frac{1}{103} ((240 - 970.874)^2 + (72 - 970.874)^2 + \dots + (153 - 0)^2) \\ &= 1319633.425 \end{aligned}$$

MSE jumlah manusia yang meninggal berusia x tahun (d_x) perempuan antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *Gompertz* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\ &= \frac{1}{103} ((240 - 858.036)^2 + (72 - 887.617)^2 + \dots + (153 - 0.006)^2) \\ &= 3093064.37 \end{aligned}$$

Dapat dikatakan jumlah manusia yang hidup berusia x tahun yang mendekati tanpa menggunakan hukum adalah hukum *De Moivre* karena memiliki *error* lebih kecil dibandingkan dengan hukum *Gompertz*. Untuk peluang meninggal manusia yang berusia x tahun grafiknya sebagai berikut.



Gambar 4.5 Perbandingan Grafik Peluang Meninggal Manusia Berusia x Tahun

Berdasarkan Gambar 4.5 di atas dapat dilihat bahwa, baik dengan menggunakan cara tanpa menggunakan hukum, hukum *De Moivre*, maupun hukum *Gompertz* diperoleh grafik berupa fungsi eksponensial. Cara tanpa menggunakan hukum, manusia memiliki peluang meninggal sebesar 1 saat memasuki usia 100 untuk laki-laki dan usia 103 untuk perempuan. Menggunakan hukum *De Moivre* manusia memiliki peluang meninggal sebesar 1 saat memasuki usia 102 untuk laki-laki dan usia 102 untuk perempuan. Menggunakan hukum *Gompertz* peluang meninggal terbesar adalah 0.5 baik laki-laki maupun perempuan.

MSE peluang meninggal manusia berusia x tahun (q_x) laki-laki antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *De Moivre* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\
 &= \frac{1}{100} \left((0.00321 - 0.01)^2 + (0.000822641 - 0.0101)^2 + \dots + (1 - 0)^2 \right) \\
 &= 0.005312117
 \end{aligned}$$

MSE peluang meninggal manusia berusia x tahun (q_x) laki-laki antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *Gompertz* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\ &= \frac{1}{100} ((0.00321 - 0.0088)^2 + (0.00082 - 0.0092)^2 + \dots + (1 - 0.5139)^2) \\ &= 0.010744439 \end{aligned}$$

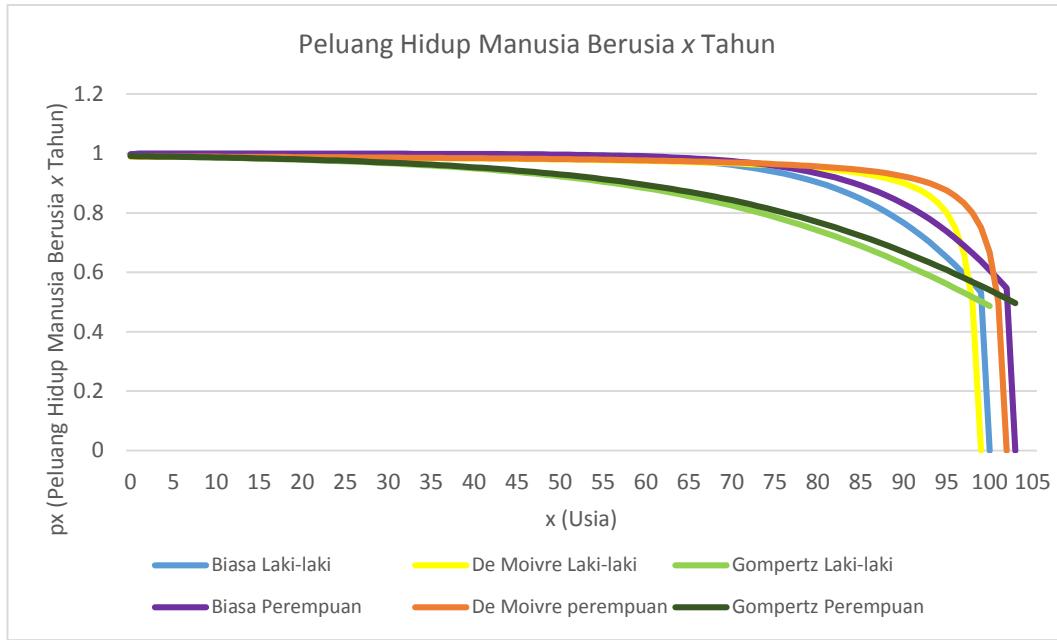
MSE peluang meninggal manusia berusia x tahun (q_x) perempuan antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *De Moivre* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\ &= \frac{1}{103} ((0.0024 - 0.009709)^2 + (0.000721732 - 0.009804)^2 + \dots + (1 - 0)^2) \\ &= 0.004868915 \end{aligned}$$

MSE peluang meninggal manusia berusia x tahun (q_x) perempuan antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *Gompertz* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\ &= \frac{1}{103} ((0.0024 - 0.0086)^2 + (0.00072 - 0.0089)^2 + \dots + (1 - 0.5186)^2) \\ &= 0.011355805 \end{aligned}$$

Dapat dikatakan jumlah manusia yang hidup berusia x tahun yang mendekati cara tanpa menggunakan hukum adalah hukum *De Moivre* karena memiliki *error* lebih kecil dibandingkan dengan hukum *Gompertz*. Untuk peluang hidup manusia yang berusia x tahun grafiknya sebagai berikut.



Gambar 4.6 Perbandingan Grafik Peluang Hidup Seseorang Berusia x Tahun

Berdasarkan Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 di atas dapat dilihat bahwa, grafik peluang hidup adalah kebalikan dari grafik peluang meninggal. Dapat dilihat pada Gambar 4.6 cara tanpa menggunakan hukum, manusia memiliki peluang hidup sebesar 0 saat memasuki usia 100 untuk laki-laki dan usia 103 untuk perempuan. Sedangkan menggunakan hukum *De Moivre* manusia memiliki peluang hidup sebesar 0 saat memasuki usia 102 untuk laki-laki dan usia 102 untuk perempuan. Menggunakan hukum *Gompertz* peluang hidup terbesar adalah 0.5 baik laki-laki maupun perempuan.

MSE peluang hidup manusia berusia x tahun (p_x) laki-laki antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *De Moivre* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} \left(l_{x_i} - \hat{l}_{x_i} \right)^2 \\
 &= \frac{1}{100} \left((0.99679 - 0.99)^2 + (0.999177359 - 0.989899)^2 + \dots + (0 - 0)^2 \right) \\
 &= 0.005312117
 \end{aligned}$$

MSE peluang hidup manusia berusia x tahun (p_x) laki-laki antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *Gompertz* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\ &= \frac{1}{100} ((0.99679 - 0.991)^2 + (0.9991 - 0.9907)^2 + \dots + (0 - 0.486)^2) \\ &= 0.010744439 \end{aligned}$$

MSE peluang hidup manusia berusia x tahun (p_x) perempuan antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *De Moivre* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\ &= \frac{1}{103} ((0.9976 - 0.990291)^2 + (0.999278268 - 0.990196)^2 + \dots + (0 - 0)^2) \\ &= 0.004868915 \end{aligned}$$

MSE peluang hidup manusia berusia x tahun (p_x) perempuan antara tanpa menggunakan hukum dengan hukum *Gompertz* dengan menggunakan persamaan (2.31) adalah:

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (l_{x_i} - \hat{l}_{x_i})^2 \\ &= \frac{1}{103} ((0.9976 - 0.99142)^2 + (0.9993 - 0.9910)^2 + \dots + (0 - 0.49629)^2) \\ &= 0.011355805 \end{aligned}$$

Dapat dikatakan jumlah manusia yang hidup berusia x tahun yang mendekati tanpa menggunakan hukum adalah hukum *De Moivre* karena memiliki *error* lebih kecil dibandingkan dengan hukum *Gompertz*.

4.6 Tabel Perbandingan *Mean Squared Error* (MSE)

Berikut adalah tabel perbandingan MSE laki-laki dari beberapa perhitungan pada sub bab 4.5.

Tabel 4.8 Perbandingan MSE untuk Laki-Laki

	MSE hukum <i>De Moivre</i>	MSE hukum <i>Gompertz</i>
l_x	753755627.1	2150675667
d_x	1270088.36	3025800.222
p_x	0.005312117	0.010744439
q_x	0.005312117	0.010744439

Selanjutnya adalah tabel perbandingan MSE perempuan dituliskan sebagai berikut.

Tabel 4.9 Perbandingan MSE untuk Perempuan

	MSE hukum <i>De Moivre</i>	MSE hukum <i>Gompertz</i>
l_x	875629578	2372023508
d_x	1319633.425	3093064.37
p_x	0.004868915	0.011355805
q_x	0.004868915	0.011355805

Pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 di atas terlihat bahwa MSE hukum *De Moivre* dan MSE hukum *Gompertz* yang memiliki MSE terkecil adalah hukum *De Moivre*. Jadi dapat dikatakan perbandingan jumlah manusia yang hidup (l_x), jumlah manusia yang meninggal (d_x), peluang hidup (p_x), dan peluang meninggal (q_x) berdasarkan MSE antara hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz* yang mendekati perhitungan tanpa menggunakan hukum untuk tabel mortalitas Indonesia tahun 1999, yaitu hukum *De Moivre*.

4.7 *Survival Function* dalam Pandangan Islam

Berdasarkan kajian agama pada bab II yaitu kematian dalam al-Quran telah dijelaskan bahwa, kematian itu pasti akan terjadi dan tidak ada yang tahu secara pasti kapan kematian itu akan terjadi. Seperti tertera pada pembahasan bab IV

khususnya *survival function* untuk peluang meninggal terlihat pada Gambar 4.3, pada gambar tersebut terlihat bahwa seiring berjalannya usia seseorang maka peluang meninggalnya semakin besar baik menggunakan hukum *De Moivre* maupun hukum *Gompertz*.

Dapat dikatakan perhitungan peluang meninggal dengan menggunakan kedua hukum tersebut adalah semakin bertambahnya usia maka semakin dekat manusia dengan kematian. Kematian adalah sebuah fenomena yang ada di dunia ini. Kapan saja dan di mana saja dapat terjadi, kematian harus menjemput manusia untuk meninggalkan dunia yang fana ini. Dengan jemputan kematian, roh manusia harus berpisah dengan badannya. Dengan kata lain, kematian adalah jembatan yang harus dilalui oleh manusia untuk menuju akhirat. Satu masa seseorang hidup bersama manusia, namun bila kematian menjemputnya maka manusia harus meninggalkan dunia ini tanpa kembali lagi. Manusia telah banyak menyaksikan orang-orang terdekat termasuk keluarga sendiri yang telah meninggalkan dunia ini dan mereka tidak kembali.

Jadi yang awalnya manusia tidak tahu kapan kematian itu akan terjadi, dengan menggunakan *survival function* untuk peluang meninggal hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz* manusia sedikit tahu bahwa semakin bertambahnya usia maka semakin dekat manusia dengan kematian. Oleh karena itu seorang manusia harus memperbanyak amal, karena amal itu dibawa sampai mati, hal tersebut juga telah dijelaskan oleh Nabi Saw. dalam hadits,

“Ada tiga perkara yang mengikuti mayit sesudah wafatnya, yaitu keluarganya, hartanya dan amalnya. Yang dua kembali dan yang satu tinggal bersamanya. Yang pulang kembali adalah keluarga dan hartanya, sedangkan yang tinggal bersamanya adalah amalnya” (Bukhari & Abi, 2003).

Walau memiliki harta berlimpah semua itu tidak dapat dibawa mati, karena pada dasarnya harta benda itu bersifat duniawi yang hanya dapat digunakan pada saat hidup di dunia. Sedangkan di akhirat seperti yang dituliskan pada hadits di atas yang dibawa mati adalah amalannya. Oleh karena itu, selagi manusia hidup di dunia maka harus memperbanyak amalan dengan menjalankan semua perintah-Nya dan menjauhi semua larangan-Nya.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab IV, grafik *survival function* menggunakan hukum *De Moivre* untuk manusia yang hidup (l_x) dan manusia yang meninggal (d_x) berbentuk linier sedangkan tabel mortalitas menggunakan hukum *Gompertz* untuk manusia yang hidup (l_x) dan manusia yang meninggal (d_x) berbentuk eksponensial. Untuk peluang hidup (p_x) dan peluang meninggal (q_x) menggunakan hukum *De Moivre* maupun hukum *Gompertz* memiliki bentuk grafik yang sama yaitu eksponensial.

Perbandingan jumlah manusia yang hidup (l_x), jumlah manusia yang meninggal (d_x), peluang hidup (p_x), dan peluang meninggal (q_x) berdasarkan *mean squared error* (MSE) antara hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz* yang mendekati perhitungan cara tanpa menggunakan hukum untuk tabel mortalitas Indonesia tahun 1999 adalah hukum *De Moivre*.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini penulis hanya menganalisis dua hukum saja yaitu hukum *De Moivre* dan hukum *Gompertz*. Oleh karena itu, penulis mengharapkan pada pembaca untuk mengembangkan analisis termasuk hukum Makeham dan hukum Weibull.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti dan Hasriati. 2007. *Nilai Tunai Anuitas Hidup Awal Untuk Status Gabungan Berdasarkan Distribusi Gompertz dan Distribusi Makeham*. Riau: Kampus Binawidya.
- Al-Bukhari dan Abi, A. 2003. *Shahih Al-Bukhari*. Libanon: Dār Ibn Hazm.
- Bowers, N.L., Gerber, H.U., Hickman, J.C., Jones, D.A., dan Nesbitt, C.J. 1997. *Actuarial Mathematics*. Illinois: The Society of Actuaries.
- Darmawi, H. 2006. *Manajemen Asuransi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Futami, T. 1993. *Matematika Asuransi Jiwa Bagian I*. Penerjemah G. Herliyanto. Jakarta: Rekaprint Utama.
- Gespersz, V. 2004. *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Huang, V. dan Kristiani, F. 2012. *Analisis Kesesuaian Hukum Mortalita Gompertz dan Makeham Terhadap Tabel Mortalita Amerika Serikat dan Indonesia*. Skripsi tidak dipublikasikan. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- Mahalli I.J. dan Suyuti I.J. 2008. *Terjemahan Tafsir Jalalain*. Terjemahan B.A. Bakar. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Maragi, A.M. 1993. *Tafsir Al-Maragi*. Terjemahan B.A. Bakar dan Hery Noer Aly. Semarang: CV Toha Putra.
- Junaidi, W. 2009. Definisi Mortalitas. (Online), (<http://wawan-junaidi.blogspot.com/2009/08/definisi-mortalitas.html>), diakses 14 Oktober 2015.
- Miguel, A.A. 2009. *Manual for SOA Exam MLC*. New York: All rights reserved.
- Salim, A. 2007. *Asuransi dan Manajemen Risiko*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Savira, N. 2013. Makalah Fertilitas, Mortalitas, dan Imigrasi. (Online), (<http://berbagh.blogspot.co.id/2013/05/makalah-fertilitas-mortalitas-dan.html>), diakses 14 Oktober 2015.
- Shihab, M.Q. 2001. *Tafsir Al-Misbah*. Ciputat: Lentera Hati.

- Sonhadji, H.M., Dahlan, H.Z., dan Prawiro H.C. 1995. *Al Quran dan Tafsirnya*. Yogyakarta: PT. Dana Bhakti Wakaf.
- Sugihar, A. 2011. *Perhitungan Premi Tahunan pada Asuransi Joint Life dan Penerapannya*. Skripsi tidak dipublikasikan. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sula, S.M. 2004. *Asuransi Syariah*. Jakarta: Gema Insani Press.



LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1: Tabel Mortalitas Indonesia Tahun 1999

Laki-Laki			Perempuan		
x	l_x	d_x	x	l_x	d_x
0	100000	321	0	100000	240
1	99679	82	1	99760	72
2	99597	75	2	99688	67
3	99522	75	3	99621	64
4	99447	73	4	99557	64
5	99374	68	5	99493	63
6	99306	66	6	99430	60
7	99240	61	7	99370	60
8	99179	58	8	99310	58
9	99121	56	9	99252	56
10	99065	56	10	99196	56
11	99009	58	11	99140	56
12	98951	65	12	99084	60
13	98886	75	13	99024	61
14	98811	87	14	98963	65
15	98724	100	15	98898	70
16	98624	115	16	98828	74
17	98509	126	17	98754	78
18	98383	135	18	98676	80
19	98248	140	19	98596	84
20	98108	143	20	98512	85
21	97965	144	21	98427	88
22	97821	142	22	98339	88
23	97679	140	23	98251	91
24	97539	135	24	98160	94
25	97404	134	25	98066	98
26	97270	132	26	97968	100
27	97138	131	27	97868	102
28	97007	132	28	97766	101
29	96875	133	29	97665	102
30	96742	133	30	97563	101
31	96609	134	31	97462	104
32	96475	137	32	97358	106
33	96338	141	33	97252	109
34	96197	150	34	97143	112
35	96047	157	35	97031	116

Laki-Laki			Perempuan		
x	l_x	x	l_x	x	l_x
36	95890	168	36	96915	121
37	95722	180	37	96794	127
38	95542	192	38	96667	134
39	95350	204	39	96533	146
40	95146	216	40	96387	158
41	94930	230	41	96229	173
42	94700	245	42	96056	189
43	94455	264	43	95867	204
44	94191	288	44	95663	219
45	93903	317	45	95444	234
46	93586	355	46	95210	250
47	93231	400	47	94960	271
48	92831	450	48	94689	296
49	92381	504	49	94393	325
50	91877	560	50	94068	356
51	91317	613	51	93712	396
52	90704	663	52	93316	440
53	90041	706	53	92876	488
54	89335	751	54	92388	533
55	88584	804	55	91855	575
56	87780	872	56	91280	615
57	86908	956	57	90665	658
58	85952	1056	58	90007	707
59	84896	1162	59	89300	772
60	83734	1261	60	88528	853
61	82473	1365	61	87675	947
62	81108	1475	62	86728	1030
63	79633	1592	63	85698	1120
64	78041	1714	64	84578	1217
65	76327	1844	65	83361	1321
66	74483	1976	66	82040	1431
67	72507	2113	67	80609	1547
68	70394	2255	68	79062	1672
69	68139	2397	69	77390	1801
70	65742	2540	70	75589	1938
71	63202	2681	71	73651	2079
72	60521	2818	72	71572	2226
73	57703	2950	73	69346	2373
74	54753	3071	74	66973	2524
75	51682	3181	75	64449	2674
76	48501	3273	76	61775	2821

Laki-Laki			Perempuan		
x	l_x	d_x	x	l_x	d_x
77	45228	3347	77	58954	2962
78	41881	3397	78	55992	3096
79	38484	3420	79	52896	3218
80	35064	3413	80	49678	3323
81	31651	3372	81	46355	3410
82	28279	3297	82	42945	3472
83	24982	3185	83	39473	3507
84	21797	3037	84	35966	3509
85	18760	2855	85	32457	3476
86	15905	2642	86	28981	3406
87	13263	2403	87	25575	3296
88	10860	2143	88	22279	3147
89	8717	1873	89	19132	2959
90	6844	1600	90	16173	2738
91	5244	1331	91	13435	2487
92	3913	1078	92	10948	2214
93	2835	846	93	8734	1928
94	1989	643	94	6806	1637
95	1346	470	95	5169	1354
96	876	329	96	3815	1087
97	547	222	97	2728	844
98	325	141	98	1884	632
99	184	86	99	1252	454
100	98	98	100	798	313
			101	485	205
			102	280	127
			103	153	153

Lampiran 2: Tabel Mortalitas Laki-Laki Tanpa Menggunakan Hukum

x	l_x	d_x	q_x	p_x
0	100000	321	0.00321	0.99679
1	99679	82	0.000822641	0.999177359
2	99597	75	0.000753035	0.999246965
3	99522	75	0.000753602	0.999246398
4	99447	73	0.000734059	0.999265941
5	99374	68	0.000684284	0.999315716
6	99306	66	0.000664612	0.999335388
7	99240	61	0.000614672	0.999385328
8	99179	58	0.000584801	0.999415199
9	99121	56	0.000564966	0.999435034
10	99065	56	0.000565285	0.999434715
11	99009	58	0.000585805	0.999414195
12	98951	65	0.000656891	0.999343109
13	98886	75	0.000758449	0.999241551
14	98811	87	0.000880469	0.999119531
15	98724	100	0.001012925	0.998987075
16	98624	115	0.001166045	0.998833955
17	98509	126	0.001279071	0.998720929
18	98383	135	0.001372188	0.998627812
19	98248	140	0.001424965	0.998575035
20	98108	143	0.001457577	0.998542423
21	97965	144	0.001469913	0.998530087
22	97821	142	0.001451631	0.998548369
23	97679	140	0.001433266	0.998566734
24	97539	135	0.001384062	0.998615938
25	97404	134	0.001375714	0.998624286
26	97270	132	0.001357047	0.998642953
27	97138	131	0.001348597	0.998651403
28	97007	132	0.001360727	0.998639273
29	96875	133	0.001372903	0.998627097
30	96742	133	0.001374791	0.998625209
31	96609	134	0.001387034	0.998612966
32	96475	137	0.001420057	0.998579943
33	96338	141	0.001463597	0.998536403
34	96197	150	0.0015593	0.9984407
35	96047	157	0.001634616	0.998365384
36	95890	168	0.001752008	0.998247992
37	95722	180	0.001880445	0.998119555
38	95542	192	0.002009587	0.997990413
39	95350	204	0.002139486	0.997860514

x	l_x	d_x	q_x	p_x
40	95146	216	0.002270195	0.997729805
41	94930	230	0.002422838	0.997577162
42	94700	245	0.002587117	0.997412883
43	94455	264	0.002794982	0.997205018
44	94191	288	0.003057617	0.996942383
45	93903	317	0.003375824	0.996624176
46	93586	355	0.003793302	0.996206698
47	93231	400	0.004290418	0.995709582
48	92831	450	0.004847519	0.995152481
49	92381	504	0.005455667	0.994544333
50	91877	560	0.006095105	0.993904895
51	91317	613	0.006712879	0.993287121
52	90704	663	0.00730949	0.99269051
53	90041	706	0.007840872	0.992159128
54	89335	751	0.00840656	0.99159344
55	88584	804	0.009076131	0.990923869
56	87780	872	0.009933926	0.990066074
57	86908	956	0.011000138	0.988999862
58	85952	1056	0.012285927	0.987714073
59	84896	1162	0.013687335	0.986312665
60	83734	1261	0.015059593	0.984940407
61	82473	1365	0.016550871	0.983449129
62	81108	1475	0.018185629	0.981814371
63	79633	1592	0.019991712	0.980008288
64	78041	1714	0.021962814	0.978037186
65	76327	1844	0.02415921	0.97584079
66	74483	1976	0.026529544	0.973470456
67	72507	2113	0.029142014	0.970857986
68	70394	2255	0.03203398	0.96796602
69	68139	2397	0.035178092	0.964821908
70	65742	2540	0.03863588	0.96136412
71	63202	2681	0.042419544	0.957580456
72	60521	2818	0.04656235	0.95343765
73	57703	2950	0.051123858	0.948876142
74	54753	3071	0.056088251	0.943911749
75	51682	3181	0.061549476	0.938450524
76	48501	3273	0.067483145	0.932516855
77	45228	3347	0.07400283	0.92599717
78	41881	3397	0.081110766	0.918889234
79	38484	3420	0.088868101	0.911131899
80	35064	3413	0.097336299	0.902663701
81	31651	3372	0.106536918	0.893463082

x	l_x	d_x	q_x	p_x
82	28279	3297	0.116588281	0.883411719
83	24982	3185	0.127491794	0.872508206
84	21797	3037	0.139331101	0.860668899
85	18760	2855	0.152185501	0.847814499
86	15905	2642	0.166111286	0.833888714
87	13263	2403	0.181180728	0.818819272
88	10860	2143	0.19732965	0.80267035
89	8717	1873	0.2148675	0.7851325
90	6844	1600	0.233781414	0.766218586
91	5244	1331	0.253813883	0.746186117
92	3913	1078	0.27549195	0.72450805
93	2835	846	0.298412698	0.701587302
94	1989	643	0.323278029	0.676721971
95	1346	470	0.349182764	0.650817236
96	876	329	0.375570776	0.624429224
97	547	222	0.405850091	0.594149909
98	325	141	0.433846154	0.566153846
99	184	86	0.467391304	0.532608696
100	98	98	1	0

Lampiran 3: Tabel Mortalitas Perempuan Tanpa Menggunakan Hukum

x	l_x	d_x	q_x	p_x
0	100000	240	0.0024	0.9976
1	99760	72	0.000721732	0.999278268
2	99688	67	0.000672097	0.999327903
3	99621	64	0.000642435	0.999357565
4	99557	64	0.000642848	0.999357152
5	99493	63	0.00063321	0.99936679
6	99430	60	0.00060344	0.99939656
7	99370	60	0.000603804	0.999396196
8	99310	58	0.00058403	0.99941597
9	99252	56	0.00056422	0.99943578
10	99196	56	0.000564539	0.999435461
11	99140	56	0.000564858	0.999435142
12	99084	60	0.000605547	0.999394453
13	99024	61	0.000616012	0.999383988
14	98963	65	0.000656811	0.999343189
15	98898	70	0.0007078	0.9992922
16	98828	74	0.000748776	0.999251224
17	98754	78	0.000789841	0.999210159
18	98676	80	0.000810734	0.999189266
19	98596	84	0.000851962	0.999148038
20	98512	85	0.000862839	0.999137161
21	98427	88	0.000894064	0.999105936
22	98339	88	0.000894864	0.999105136
23	98251	91	0.000926199	0.999073801
24	98160	94	0.00095762	0.99904238
25	98066	98	0.000999327	0.999000673
26	97968	100	0.001020741	0.998979259
27	97868	102	0.00104222	0.99895778
28	97766	101	0.001033079	0.998966921
29	97665	102	0.001044386	0.998955614
30	97563	101	0.001035229	0.998964771
31	97462	104	0.001067083	0.998932917
32	97358	106	0.001088765	0.998911235
33	97252	109	0.0011208	0.9988792
34	97143	112	0.001152939	0.998847061
35	97031	116	0.001195494	0.998804506
36	96915	121	0.001248517	0.998751483
37	96794	127	0.001312065	0.998687935
38	96667	134	0.001386202	0.998613798
39	96533	146	0.001512436	0.998487564

x	l_x	d_x	q_x	p_x
40	96387	158	0.001639225	0.998360775
41	96229	173	0.001797795	0.998202205
42	96056	189	0.001967602	0.998032398
43	95867	204	0.002127948	0.997872052
44	95663	219	0.002289286	0.997710714
45	95444	234	0.002451699	0.997548301
46	95210	250	0.002625775	0.997374225
47	94960	271	0.002853833	0.997146167
48	94689	296	0.003126023	0.996873977
49	94393	325	0.003443052	0.996556948
50	94068	356	0.003784496	0.996215504
51	93712	396	0.004225713	0.995774287
52	93316	440	0.004715161	0.995284839
53	92876	488	0.005254318	0.994745682
54	92388	533	0.005769148	0.994230852
55	91855	575	0.006259866	0.993740134
56	91280	615	0.006737511	0.993262489
57	90665	658	0.007257486	0.992742514
58	90007	707	0.007854945	0.992145055
59	89300	772	0.008645017	0.991354983
60	88528	853	0.00963537	0.99036463
61	87675	947	0.010801255	0.989198745
62	86728	1030	0.011876211	0.988123789
63	85698	1120	0.01306915	0.98693085
64	84578	1217	0.014389085	0.985610915
65	83361	1321	0.015846739	0.984153261
66	82040	1431	0.017442711	0.982557289
67	80609	1547	0.019191405	0.980808595
68	79062	1672	0.02114796	0.97885204
69	77390	1801	0.023271741	0.976728259
70	75589	1938	0.025638651	0.974361349
71	73651	2079	0.028227723	0.971772277
72	71572	2226	0.031101548	0.968898452
73	69346	2373	0.03421971	0.96578029
74	66973	2524	0.037686829	0.962313171
75	64449	2674	0.041490171	0.958509829
76	61775	2821	0.045665722	0.954334278
77	58954	2962	0.050242562	0.949757438
78	55992	3096	0.055293613	0.944706387
79	52896	3218	0.060836358	0.939163642
80	49678	3323	0.066890777	0.933109223
81	46355	3410	0.073562722	0.926437278

x	l_x	d_x	q_x	p_x
82	42945	3472	0.080847596	0.919152404
83	39473	3507	0.08884554	0.91115446
84	35966	3509	0.097564366	0.902435634
85	32457	3476	0.107095542	0.892904458
86	28981	3406	0.117525275	0.882474725
87	25575	3296	0.128875855	0.871124145
88	22279	3147	0.141254096	0.858745904
89	19132	2959	0.154662346	0.845337654
90	16173	2738	0.169294503	0.830705497
91	13435	2487	0.185113509	0.814886491
92	10948	2214	0.202228718	0.797771282
93	8734	1928	0.220746508	0.779253492
94	6806	1637	0.240523068	0.759476932
95	5169	1354	0.261946218	0.738053782
96	3815	1087	0.284927916	0.715072084
97	2728	844	0.309384164	0.690615836
98	1884	632	0.335456476	0.664543524
99	1252	454	0.362619808	0.637380192
100	798	313	0.392230576	0.607769424
101	485	205	0.422680412	0.577319588
102	280	127	0.453571429	0.546428571
103	153	153	1	0

Lampiran 4: Tabel Mortalitas Laki-Laki Menggunakan Hukum *De Moivre*

x	l_x	d_x	μ_x	q_x	p_x
0	100000	1000	0.01	0.01	0.99
1	99000	1000	0.01010101	0.010101	0.989899
2	98000	1000	0.010204082	0.010204	0.989796
3	97000	1000	0.010309278	0.010309	0.989691
4	96000	1000	0.010416667	0.010417	0.989583
5	95000	1000	0.010526316	0.010526	0.989474
6	94000	1000	0.010638298	0.010638	0.989362
7	93000	1000	0.010752688	0.010753	0.989247
8	92000	1000	0.010869565	0.01087	0.98913
9	91000	1000	0.010989011	0.010989	0.989011
10	90000	1000	0.011111111	0.011111	0.988889
11	89000	1000	0.011235955	0.011236	0.988764
12	88000	1000	0.011363636	0.011364	0.988636
13	87000	1000	0.011494253	0.011494	0.988506
14	86000	1000	0.011627907	0.011628	0.988372
15	85000	1000	0.011764706	0.011765	0.988235
16	84000	1000	0.011904762	0.011905	0.988095
17	83000	1000	0.012048193	0.012048	0.987952
18	82000	1000	0.012195122	0.012195	0.987805
19	81000	1000	0.012345679	0.012346	0.987654
20	80000	1000	0.0125	0.0125	0.9875
21	79000	1000	0.012658228	0.012658	0.987342
22	78000	1000	0.012820513	0.012821	0.987179
23	77000	1000	0.012987013	0.012987	0.987013
24	76000	1000	0.013157895	0.013158	0.986842
25	75000	1000	0.013333333	0.013333	0.986667
26	74000	1000	0.013513514	0.013514	0.986486
27	73000	1000	0.01369863	0.013699	0.986301
28	72000	1000	0.013888889	0.013889	0.986111
29	71000	1000	0.014084507	0.014085	0.985915
30	70000	1000	0.014285714	0.014286	0.985714
31	69000	1000	0.014492754	0.014493	0.985507
32	68000	1000	0.014705882	0.014706	0.985294
33	67000	1000	0.014925373	0.014925	0.985075
34	66000	1000	0.015151515	0.015152	0.984848
35	65000	1000	0.015384615	0.015385	0.984615
36	64000	1000	0.015625	0.015625	0.984375
37	63000	1000	0.015873016	0.015873	0.984127
38	62000	1000	0.016129032	0.016129	0.983871
39	61000	1000	0.016393443	0.016393	0.983607

x	l_x	d_x	μ_x	q_x	p_x
40	60000	1000	0.016666667	0.016667	0.983333
41	59000	1000	0.016949153	0.016949	0.983051
42	58000	1000	0.017241379	0.017241	0.982759
43	57000	1000	0.01754386	0.017544	0.982456
44	56000	1000	0.017857143	0.017857	0.982143
45	55000	1000	0.018181818	0.018182	0.981818
46	54000	1000	0.018518519	0.018519	0.981481
47	53000	1000	0.018867925	0.018868	0.981132
48	52000	1000	0.019230769	0.019231	0.980769
49	51000	1000	0.019607843	0.019608	0.980392
50	50000	1000	0.02	0.02	0.98
51	49000	1000	0.020408163	0.020408	0.979592
52	48000	1000	0.020833333	0.020833	0.979167
53	47000	1000	0.021276596	0.021277	0.978723
54	46000	1000	0.02173913	0.021739	0.978261
55	45000	1000	0.022222222	0.022222	0.977778
56	44000	1000	0.022727273	0.022727	0.977273
57	43000	1000	0.023255814	0.023256	0.976744
58	42000	1000	0.023809524	0.02381	0.97619
59	41000	1000	0.024390244	0.02439	0.97561
60	40000	1000	0.025	0.025	0.975
61	39000	1000	0.025641026	0.025641	0.974359
62	38000	1000	0.026315789	0.026316	0.973684
63	37000	1000	0.027027027	0.027027	0.972973
64	36000	1000	0.027777778	0.027778	0.972222
65	35000	1000	0.028571429	0.028571	0.971429
66	34000	1000	0.029411765	0.029412	0.970588
67	33000	1000	0.03030303	0.030303	0.969697
68	32000	1000	0.03125	0.03125	0.96875
69	31000	1000	0.032258065	0.032258	0.967742
70	30000	1000	0.033333333	0.033333	0.966667
71	29000	1000	0.034482759	0.034483	0.965517
72	28000	1000	0.035714286	0.035714	0.964286
73	27000	1000	0.037037037	0.037037	0.962963
74	26000	1000	0.038461538	0.038462	0.961538
75	25000	1000	0.04	0.04	0.96
76	24000	1000	0.041666667	0.041667	0.958333
77	23000	1000	0.043478261	0.043478	0.956522
78	22000	1000	0.045454545	0.045455	0.954545
79	21000	1000	0.047619048	0.047619	0.952381
80	20000	1000	0.05	0.05	0.95
81	19000	1000	0.052631579	0.052632	0.947368

x	l_x	d_x	μ_x	q_x	p_x
82	18000	1000	0.0555555556	0.055556	0.944444
83	17000	1000	0.058823529	0.058824	0.941176
84	16000	1000	0.0625	0.0625	0.9375
85	15000	1000	0.0666666667	0.066667	0.933333
86	14000	1000	0.071428571	0.071429	0.928571
87	13000	1000	0.076923077	0.076923	0.923077
88	12000	1000	0.0833333333	0.083333	0.916667
89	11000	1000	0.090909091	0.090909	0.909091
90	10000	1000	0.1	0.1	0.9
91	9000	1000	0.1111111111	0.111111	0.888889
92	8000	1000	0.125	0.125	0.875
93	7000	1000	0.142857143	0.142857	0.857143
94	6000	1000	0.1666666667	0.166667	0.833333
95	5000	1000	0.2	0.2	0.8
96	4000	1000	0.25	0.25	0.75
97	3000	1000	0.3333333333	0.333333	0.666667
98	2000	1000	0.5	0.5	0.5
99	1000	1000	1	1	0
100	0	0	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi

Lampiran 5: Tabel Mortalitas Perempuan Menggunakan Hukum *De Moivre*

x	l_x	d_x	μ_x	q_x	p_x
0	100000	970.8738	0.009709	0.009709	0.990291
1	99029.13	970.8738	0.009804	0.009804	0.990196
2	98058.25	970.8738	0.009901	0.009901	0.990099
3	97087.38	970.8738	0.01	0.01	0.99
4	96116.5	970.8738	0.010101	0.010101	0.989899
5	95145.63	970.8738	0.010204	0.010204	0.989796
6	94174.76	970.8738	0.010309	0.010309	0.989691
7	93203.88	970.8738	0.010417	0.010417	0.989583
8	92233.01	970.8738	0.010526	0.010526	0.989474
9	91262.14	970.8738	0.010638	0.010638	0.989362
10	90291.26	970.8738	0.010753	0.010753	0.989247
11	89320.39	970.8738	0.01087	0.01087	0.98913
12	88349.51	970.8738	0.010989	0.010989	0.989011
13	87378.64	970.8738	0.011111	0.011111	0.988889
14	86407.77	970.8738	0.011236	0.011236	0.988764
15	85436.89	970.8738	0.011364	0.011364	0.988636
16	84466.02	970.8738	0.011494	0.011494	0.988506
17	83495.15	970.8738	0.011628	0.011628	0.988372
18	82524.27	970.8738	0.011765	0.011765	0.988235
19	81553.4	970.8738	0.011905	0.011905	0.988095
20	80582.52	970.8738	0.012048	0.012048	0.987952
21	79611.65	970.8738	0.012195	0.012195	0.987805
22	78640.78	970.8738	0.012346	0.012346	0.987654
23	77669.9	970.8738	0.0125	0.0125	0.9875
24	76699.03	970.8738	0.012658	0.012658	0.987342
25	75728.16	970.8738	0.012821	0.012821	0.987179
26	74757.28	970.8738	0.012987	0.012987	0.987013
27	73786.41	970.8738	0.013158	0.013158	0.986842
28	72815.53	970.8738	0.013333	0.013333	0.986667
29	71844.66	970.8738	0.013514	0.013514	0.986486
30	70873.79	970.8738	0.013699	0.013699	0.986301
31	69902.91	970.8738	0.013889	0.013889	0.986111
32	68932.04	970.8738	0.014085	0.014085	0.985915
33	67961.17	970.8738	0.014286	0.014286	0.985714
34	66990.29	970.8738	0.014493	0.014493	0.985507
35	66019.42	970.8738	0.014706	0.014706	0.985294
36	65048.54	970.8738	0.014925	0.014925	0.985075
37	64077.67	970.8738	0.015152	0.015152	0.984848
38	63106.8	970.8738	0.015385	0.015385	0.984615
39	62135.92	970.8738	0.015625	0.015625	0.984375

x	l_x	d_x	μ_x	q_x	p_x
40	61165.05	970.8738	0.015873	0.015873	0.984127
41	60194.17	970.8738	0.016129	0.016129	0.983871
42	59223.3	970.8738	0.016393	0.016393	0.983607
43	58252.43	970.8738	0.016667	0.016667	0.983333
44	57281.55	970.8738	0.016949	0.016949	0.983051
45	56310.68	970.8738	0.017241	0.017241	0.982759
46	55339.81	970.8738	0.017544	0.017544	0.982456
47	54368.93	970.8738	0.017857	0.017857	0.982143
48	53398.06	970.8738	0.018182	0.018182	0.981818
49	52427.18	970.8738	0.018519	0.018519	0.981481
50	51456.31	970.8738	0.018868	0.018868	0.981132
51	50485.44	970.8738	0.019231	0.019231	0.980769
52	49514.56	970.8738	0.019608	0.019608	0.980392
53	48543.69	970.8738	0.02	0.02	0.98
54	47572.82	970.8738	0.020408	0.020408	0.979592
55	46601.94	970.8738	0.020833	0.020833	0.979167
56	45631.07	970.8738	0.021277	0.021277	0.978723
57	44660.19	970.8738	0.021739	0.021739	0.978261
58	43689.32	970.8738	0.022222	0.022222	0.977778
59	42718.45	970.8738	0.022727	0.022727	0.977273
60	41747.57	970.8738	0.023256	0.023256	0.976744
61	40776.7	970.8738	0.02381	0.02381	0.97619
62	39805.83	970.8738	0.02439	0.02439	0.97561
63	38834.95	970.8738	0.025	0.025	0.975
64	37864.08	970.8738	0.025641	0.025641	0.974359
65	36893.2	970.8738	0.026316	0.026316	0.973684
66	35922.33	970.8738	0.027027	0.027027	0.972973
67	34951.46	970.8738	0.027778	0.027778	0.972222
68	33980.58	970.8738	0.028571	0.028571	0.971429
69	33009.71	970.8738	0.029412	0.029412	0.970588
70	32038.83	970.8738	0.030303	0.030303	0.969697
71	31067.96	970.8738	0.03125	0.03125	0.96875
72	30097.09	970.8738	0.032258	0.032258	0.967742
73	29126.21	970.8738	0.033333	0.033333	0.966667
74	28155.34	970.8738	0.034483	0.034483	0.965517
75	27184.47	970.8738	0.035714	0.035714	0.964286
76	26213.59	970.8738	0.037037	0.037037	0.962963
77	25242.72	970.8738	0.038462	0.038462	0.961538
78	24271.84	970.8738	0.04	0.04	0.96
79	23300.97	970.8738	0.041667	0.041667	0.958333
80	22330.1	970.8738	0.043478	0.043478	0.956522
81	21359.22	970.8738	0.045455	0.045455	0.954545

x	l_x	d_x	μ_x	q_x	p_x
82	20388.35	970.8738	0.047619	0.047619	0.952381
83	19417.48	970.8738	0.05	0.05	0.95
84	18446.6	970.8738	0.052632	0.052632	0.947368
85	17475.73	970.8738	0.055556	0.055556	0.944444
86	16504.85	970.8738	0.058824	0.058824	0.941176
87	15533.98	970.8738	0.0625	0.0625	0.9375
88	14563.11	970.8738	0.066667	0.066667	0.933333
89	13592.23	970.8738	0.071429	0.071429	0.928571
90	12621.36	970.8738	0.076923	0.076923	0.923077
91	11650.49	970.8738	0.083333	0.083333	0.916667
92	10679.61	970.8738	0.090909	0.090909	0.909091
93	9708.738	970.8738	0.1	0.1	0.9
94	8737.864	970.8738	0.111111	0.111111	0.888889
95	7766.99	970.8738	0.125	0.125	0.875
96	6796.117	970.8738	0.142857	0.142857	0.857143
97	5825.243	970.8738	0.166667	0.166667	0.833333
98	4854.369	970.8738	0.2	0.2	0.8
99	3883.495	970.8738	0.25	0.25	0.75
100	2912.621	970.8738	0.333333	0.333333	0.666667
101	1941.748	970.8738	0.5	0.5	0.5
102	970.8738	970.8738	1	1	0
103	0	0	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi

Lampiran 6: Tabel Mortalitas Laki-Laki Menggunakan Hukum *Gompertz*

x	l_x	d_x	μ_x	p_x	q_x
0	100000	884.5263054	0.008690723	0.991154737	0.008845263
1	99115.47369	915.9273556	0.009081369	0.990758987	0.009241013
2	98199.54634	948.0559772	0.009489574	0.990345618	0.009654382
3	97251.49036	980.8929987	0.009916128	0.989913851	0.010086149
4	96270.59736	1014.415003	0.010361855	0.989462878	0.010537122
5	95256.18236	1048.593992	0.010827618	0.988991854	0.011008146
6	94207.58837	1083.397041	0.011314317	0.988499896	0.011500104
7	93124.19133	1118.785943	0.011822893	0.987986087	0.012013913
8	92005.40538	1154.71685	0.012354329	0.987449467	0.012550533
9	90850.68853	1191.139909	0.012909653	0.986889038	0.013110962
10	89659.54863	1227.998897	0.013489938	0.986303758	0.013696242
11	88431.54973	1265.230862	0.014096307	0.98569254	0.01430746
12	87166.31887	1302.765764	0.014729933	0.985054253	0.014945747
13	85863.5531	1340.526141	0.01539204	0.984387716	0.015612284
14	84523.02696	1378.426776	0.016083908	0.983691701	0.016308299
15	83144.60019	1416.374404	0.016806875	0.982964926	0.017035074
16	81728.22578	1454.26744	0.01756234	0.982206056	0.017793944
17	80273.95834	1491.995743	0.018351763	0.981413702	0.018586298
18	78781.9626	1529.440438	0.01917667	0.980586414	0.019413586
19	77252.52216	1566.473782	0.020038657	0.979722684	0.020277316
20	75686.04838	1602.959102	0.020939389	0.978820943	0.021179057
21	74083.08928	1638.750808	0.021880609	0.977879556	0.022120444
22	72444.33847	1673.694495	0.022864137	0.976896821	0.023103179
23	70770.64398	1707.62714	0.023891874	0.975870968	0.024129032
24	69063.01684	1740.377417	0.024965808	0.974800154	0.025199846
25	67322.63942	1771.766132	0.026088015	0.973682462	0.026317538
26	65550.87329	1801.606801	0.027260664	0.972515899	0.027484101
27	63749.26649	1829.706368	0.028486024	0.971298393	0.028701607
28	61919.56012	1855.866098	0.029766464	0.970027789	0.029972211
29	60063.69402	1879.882633	0.031104459	0.968701848	0.031298152
30	58183.81139	1901.549239	0.032502596	0.967318242	0.032681758
31	56282.26215	1920.657243	0.03396358	0.965874555	0.034125445
32	54361.6049	1936.997672	0.035490234	0.964368277	0.035631723
33	52424.60723	1950.363094	0.037085511	0.962796801	0.037203199
34	50474.24414	1960.549662	0.038752496	0.961157424	0.038842576
35	48513.69448	1967.359366	0.04049441	0.95944734	0.04055266
36	46546.33511	1970.602472	0.042314624	0.957663638	0.042336362
37	44575.73264	1970.100146	0.044216655	0.955803303	0.044196697
38	42605.63249	1965.687241	0.046204183	0.953863207	0.046136793
39	40639.94525	1957.215221	0.048281049	0.951840112	0.048159888

x	l_x	d_x	μ_x	p_x	q_x
40	38682.73003	1944.555186	0.05045127	0.949730663	0.050269337
41	36738.17484	1927.600967	0.052719042	0.94753139	0.05246861
42	34810.57388	1906.272234	0.05508875	0.945238701	0.054761299
43	32904.30164	1880.51757	0.057564975	0.942848884	0.057151116
44	31023.78407	1850.317435	0.060152506	0.9403581	0.0596419
45	29173.46664	1815.686961	0.062856346	0.937762386	0.062237614
46	27357.77968	1776.678496	0.065681723	0.93505765	0.06494235
47	25581.10118	1733.383803	0.068634099	0.932239672	0.067760328
48	23847.71738	1685.935844	0.071719185	0.9293041	0.0706959
49	22161.78153	1634.510048	0.074942944	0.926246451	0.073753549
50	20527.27149	1579.324973	0.07831161	0.923062109	0.076937891
51	18947.94651	1520.642278	0.081831697	0.919746328	0.080253672
52	17427.30424	1458.765933	0.085510011	0.916294229	0.083705771
53	15968.5383	1394.040588	0.089353664	0.912700802	0.087299198
54	14574.49771	1326.849055	0.093370089	0.908960907	0.091039093
55	13247.64866	1257.608868	0.097567051	0.905069277	0.094930723
56	11990.03979	1186.767908	0.101952665	0.90102052	0.09897948
57	10803.27188	1114.799112	0.106535411	0.896809122	0.103190878
58	9688.472772	1042.194318	0.111324151	0.892429453	0.107570547
59	8646.278454	969.457321	0.116328144	0.887875769	0.112124231
60	7676.821133	897.0962563	0.121557064	0.883142222	0.116857778
61	6779.724876	825.6154725	0.127021023	0.878222865	0.121777135
62	5954.109404	755.5070676	0.132730586	0.873111658	0.126888342
63	5198.602336	687.2423128	0.138696792	0.867802485	0.132197515
64	4511.360023	621.2632031	0.144931178	0.862289155	0.137710845
65	3890.09682	557.9743936	0.151445798	0.856565423	0.143434577
66	3332.122427	497.7357891	0.158253248	0.850625	0.149375
67	2834.386638	440.8560517	0.165366691	0.844461569	0.155538431
68	2393.530586	387.5872734	0.172799882	0.838068803	0.161931197
69	2005.943313	338.1210335	0.180567193	0.831440384	0.168559616
70	1667.822279	292.5860178	0.188683642	0.824570027	0.175429973
71	1375.236261	251.0473209	0.197164924	0.817451497	0.182548503
72	1124.18894	213.5074897	0.206027437	0.810078642	0.189921358
73	910.6814505	179.9092921	0.215288319	0.802445419	0.197554581
74	730.7721584	150.1401196	0.224965474	0.794545923	0.205454077
75	580.6320389	124.0378561	0.235077615	0.78637442	0.21362558
76	456.5941828	101.3979762	0.245644294	0.777925388	0.222074612
77	355.1962066	81.98157592	0.256685943	0.769193549	0.230806451
78	273.2146307	65.52399482	0.268223911	0.760173917	0.239826083
79	207.6906359	51.74366345	0.280280507	0.750861837	0.249138163
80	155.9469724	40.35080524	0.292879045	0.741253039	0.258746961
81	115.5961672	31.05564077	0.306043884	0.731343681	0.268656319

x	l_x	d_x	μ_x	p_x	q_x
82	84.54052639	23.57578198	0.319800479	0.721130409	0.278869591
83	60.96474441	17.64256227	0.334175429	0.710610412	0.289389588
84	43.32218214	13.00612151	0.34919653	0.699781478	0.300218522
85	30.31606063	9.4391462	0.364892826	0.68864206	0.31135794
86	20.87691443	6.739248791	0.381294666	0.677191339	0.322808661
87	14.13766564	4.730048786	0.398433764	0.665429293	0.334570707
88	9.407616857	3.261086755	0.416343261	0.653356763	0.346643237
89	6.146530102	2.206754729	0.435057785	0.640975527	0.359024473
90	3.939775372	1.464460328	0.454613522	0.628288369	0.371711631
91	2.475315044	0.952255786	0.475048284	0.615299156	0.384700844
92	1.523059258	0.606157925	0.496401584	0.602012908	0.397987092
93	0.916901332	0.377363698	0.518714709	0.588435871	0.411564129
94	0.539537635	0.229532478	0.542030804	0.574575594	0.425424406
95	0.310005157	0.13626556	0.566394951	0.560440989	0.439559011
96	0.173739597	0.078870409	0.59185426	0.546042408	0.453957592
97	0.094869188	0.044456489	0.618457959	0.531391699	0.468608301
98	0.050412699	0.024374426	0.646257488	0.516502263	0.483497737
99	0.026038273	0.012982966	0.675306598	0.501389112	0.498610888
100	0.013055307	0.006709528	0.705661458	0.486068902	0.513931098

PUSAT PERPUSTAKAAN

Lampiran 7: Tabel Mortalitas Perempuan Menggunakan Hukum *Gompertz*

x	l_x	d_x	μ_x	p_x	q_x
0	100000	858.0356642	0.008434707	0.991419643	0.008580357
1	99141.96434	887.6175287	0.008802672	0.991047005	0.008952995
2	98254.34681	917.866636	0.009186689	0.990658259	0.009341741
3	97336.48017	948.7661986	0.00958746	0.990252717	0.009747283
4	96387.71397	980.2957863	0.010005714	0.98982966	0.01017034
5	95407.41819	1012.431046	0.010442214	0.98938834	0.01061166
6	94394.98714	1045.143414	0.010897757	0.988927978	0.011072022
7	93349.84373	1078.399815	0.011373173	0.98844776	0.01155224
8	92271.44391	1112.162368	0.011869329	0.987946841	0.012053159
9	91159.28154	1146.388076	0.01238713	0.987424341	0.012575659
10	90012.89347	1181.028522	0.01292752	0.986879341	0.013120659
11	88831.86494	1216.029564	0.013491485	0.986310886	0.013689114
12	87615.83538	1251.331037	0.014080052	0.985717981	0.014282019
13	86364.50434	1286.866465	0.014694296	0.985099591	0.014900409
14	85077.63788	1322.562775	0.015335337	0.984454637	0.015545363
15	83755.0751	1358.340048	0.016004343	0.983781997	0.016218003
16	82396.73506	1394.111269	0.016702534	0.983080504	0.016919496
17	81002.62379	1429.782127	0.017431184	0.982348941	0.017651059
18	79572.84166	1465.250835	0.018191622	0.981586044	0.018413956
19	78107.59083	1500.408	0.018985233	0.980790497	0.019209503
20	76607.18282	1535.136536	0.019813466	0.979960932	0.020039068
21	75072.04629	1569.31164	0.020677831	0.979095926	0.020904074
22	73502.73465	1602.80083	0.021579904	0.978193997	0.021806003
23	71899.93382	1635.464061	0.02252133	0.977253608	0.022746392
24	70264.46976	1667.153925	0.023503826	0.976273159	0.023726841
25	68597.31583	1697.715944	0.024529183	0.975250986	0.024749014
26	66899.59989	1726.988968	0.025599272	0.974185362	0.025814638
27	65172.61092	1754.805694	0.026716043	0.973074491	0.026925509
28	63417.80523	1780.993296	0.027881534	0.97191651	0.02808349
29	61636.81193	1805.374207	0.029097869	0.970709481	0.029290519
30	59831.43772	1827.767029	0.030367267	0.969451394	0.030548606
31	58003.6707	1847.987604	0.031692043	0.968140161	0.031859839
32	56155.68309	1865.850238	0.033074612	0.966773617	0.033226383
33	54289.83285	1881.169093	0.034517496	0.965349514	0.034650486
34	52408.66376	1893.759738	0.036023326	0.963865521	0.036134479
35	50514.90402	1903.440876	0.037594848	0.962319222	0.037680778
36	48611.46315	1910.036228	0.039234927	0.960708111	0.039291889
37	46701.42692	1913.376578	0.040946556	0.959029591	0.040970409
38	44788.05034	1913.301966	0.042732854	0.957280972	0.042719028
39	42874.74838	1909.664016	0.04459708	0.95545947	0.04454053

x	l _x	d _x	μ _x	p _x	q _x
40	40965.08436	1902.328377	0.046542633	0.9535622	0.0464378
41	39062.75598	1891.177249	0.048573061	0.95158618	0.04841382
42	37171.57873	1876.111977	0.050692067	0.949528321	0.050471679
43	35295.46676	1857.055658	0.052903514	0.947385434	0.052614566
44	33438.4111	1833.955729	0.055211436	0.94515422	0.05484578
45	31604.45537	1806.786485	0.057620042	0.942831273	0.057168727
46	29797.66888	1775.551472	0.060133723	0.940413075	0.059586925
47	28022.11741	1740.285693	0.062757064	0.937895996	0.062104004
48	26281.83172	1701.057561	0.065494849	0.935276294	0.064723706
49	24580.77416	1657.970537	0.068352069	0.932550109	0.067449891
50	22922.80362	1611.16437	0.071333937	0.929713468	0.070286532
51	21311.63925	1560.815887	0.074445888	0.926762279	0.073237721
52	19750.82336	1507.139238	0.077693599	0.923692334	0.076307666
53	18243.68413	1450.385558	0.081082992	0.920499306	0.079500694
54	16793.29857	1390.841963	0.084620247	0.917178751	0.082821249
55	15402.45661	1328.829851	0.088311815	0.91372611	0.08627389
56	14073.62676	1264.70246	0.092164429	0.910136706	0.089863294
57	12808.9243	1198.841669	0.096185113	0.90640575	0.09359425
58	11610.08263	1131.654044	0.1003812	0.902528339	0.097471661
59	10478.42858	1063.566141	0.104760342	0.898499462	0.101500538
60	9414.862442	995.0191287	0.109330525	0.894314002	0.105685998
61	8419.843314	926.4627915	0.114100082	0.889966742	0.110033258
62	7493.380522	858.3490158	0.119077712	0.885452365	0.114547635
63	6635.031506	791.124891	0.124272492	0.880765466	0.119234534
64	5843.906615	725.225575	0.129693894	0.875900554	0.124099446
65	5118.68104	661.0671	0.135351806	0.870852062	0.129147938
66	4457.61394	599.0393138	0.141256545	0.865614357	0.134385643
67	3858.574627	539.4991617	0.147418878	0.860181747	0.139818253
68	3319.075465	482.7645231	0.153850045	0.854548495	0.145451505
69	2836.310942	429.1088081	0.160561771	0.848708827	0.151291173
70	2407.202134	378.7565127	0.167566298	0.842656955	0.157343045
71	2028.445621	331.8799033	0.174876398	0.836387084	0.163612916
72	1696.565718	288.596972	0.182505402	0.829893432	0.170106568
73	1407.968746	248.9707604	0.190467222	0.823170251	0.176829749
74	1158.997985	213.0101011	0.198776378	0.816211845	0.183788155
75	945.9878841	180.6717697	0.207448021	0.809012597	0.190987403
76	765.3161143	151.8639829	0.216497966	0.801566986	0.198433014
77	613.4521314	126.4511182	0.225942716	0.793869625	0.206130375
78	487.0010132	104.2594768	0.235799494	0.785915278	0.214084722
79	382.7415364	85.08386447	0.246086275	0.7776989	0.2223011
80	297.657672	68.69472648	0.256821819	0.76921567	0.23078433
81	228.9629455	54.84555019	0.268025702	0.760461021	0.239538979

x	l_x	d_x	μ_x	p_x	q_x
82	174.1173953	43.2802415	0.279718355	0.751430686	0.248569314
83	130.8371538	33.74018912	0.291921102	0.742120734	0.257879266
84	97.09696468	25.97075646	0.304656195	0.732527618	0.267472382
85	71.12620822	19.72698085	0.317946859	0.722648214	0.277351786
86	51.39922737	14.77831204	0.331817329	0.71247988	0.28752012
87	36.62091532	10.9122822	0.3462929	0.702020495	0.297979505
88	25.70863312	7.937064235	0.361399969	0.691268525	0.308731475
89	17.77156888	5.682937819	0.377166086	0.680223065	0.319776935
90	12.08863107	4.002740247	0.393620002	0.66888391	0.33111609
91	8.085890818	2.771426107	0.410791722	0.657251604	0.342748396
92	5.314464711	1.884894456	0.428712561	0.645327506	0.354672494
93	3.429570255	1.258261831	0.447415198	0.633113849	0.366886151
94	2.171308424	0.823764436	0.46693374	0.620613808	0.379386192
95	1.347543989	0.528464228	0.48730378	0.607831557	0.392168443
96	0.819079761	0.331913777	0.508562467	0.594772338	0.405227662
97	0.487165984	0.203906968	0.530748566	0.581442518	0.418557482
98	0.283259017	0.122410482	0.553902536	0.567849656	0.432150344
99	0.160848535	0.071738036	0.578066601	0.554002555	0.445997445
100	0.089110499	0.040998732	0.603284826	0.539911326	0.460088674
101	0.048111768	0.022824827	0.629603199	0.525587432	0.474412568
102	0.025286941	0.012364208	0.657069714	0.511043743	0.488956257
103	0.012922733	0.006509251	0.68573446	0.49629457	0.50370543

PUSAT PERPUSTAKAAN



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Aswin Mitus
NIM : 11610026
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan *Survival Function* dengan Hukum *De Moivre* dan Hukum *Gompertz*
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si
Pembimbing II : Ach. Nashichuddin, M.A

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan
1.	02 November 2015	Konsultasi Bab I dan II	1.
2.	04 November 2015	Konsultasi Bab II	2.
3.	10 November 2015	Konsultasi Bab III	3.
4.	10 November 2015	Konsultasi Agama Bab I dan II	4.
5.	07 Desember 2015	Konsultasi Bab IV	5.
6.	07 Desember 2015	Revisi Agama Bab I dan II	6.
7.	28 Desember 2015	Konsultasi Bab IV	7.
8.	04 Januari 2016	Konsultasi Bab IV	8.
9.	11 Januari 2016	Konsultasi Bab IV	9.
10.	03 Februari 2016	Konsultasi Bab IV	10.
11.	10 Februari 2016	Konsultasi Bab IV	11.
12.	26 Februari 2016	Konsultasi Agama Keseluruhan	12.
13.	29 Februari 2016	ACC Agama Keseluruhan	13.
14.	02 Maret 2016	Konsultasi Bab IV	14.
15.	23 Maret 2016	ACC Bab III, IV, dan V	15.
16.	30 Maret 2016	ACC Keseluruhan	16.

Malang, 30 Maret 2016
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

RIWAYAT HIDUP



Aswin Mitus, lahir di Kota Malang pada tanggal 8 Agustus 1992, biasa dipanggil Aswin, tinggal di Jl. Terusan Batubara V/No.46 RT: 09 RW: 09 Kecamatan Blimming Kota Malang. Anak ragil dari Bapak Kartali dan Ibu Nani.

Pendidikan dasarnya ditempuh di SDN 07 Pandanwangi dan lulus pada tahun 2005, setelah itu dia melanjutkan ke SMP Negeri 14 Malang dan lulus tahun 2008. Kemudian dia melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 9 Malang dan lulus pada tahun 2011. Setelah lulus dari SMA dia menempuh kuliah di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil jurusan Matematika.

Selama menjadi mahasiswa, dia mengikuti organisasi intra kampus dalam rangka mengembangkan kompetensi akademiknya. Organisasi intra yang diikutinya adalah Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Matematika sebagai anggota Pengembangan Minat dan Bakat (PMDK) pada periode 2012-2013. Selain itu dia juga mengikuti organisasi Unit Olahraga (UNIOR) sebagai humas cabang bulu tangkis pada periode 2012-2013.