

SKRIPSI

**PERHITUNGAN DAN ANALISIS PREMI BERSIH ASURANSI
JIWA DENGAN TAMBAHAN OPSI PERLINDUNGAN ATAS
RISIKO YANG DISEBABKAN KECELAKAAN**



WILLY ZOE ARDIYA TANAKO

NPM: 6161901100

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

FINAL PROJECT

**NET PREMIUM CALCULATION AND ANALYSIS OF LIFE
INSURANCE WITH ADDITIONAL ACCIDENTAL
COVERAGE OPTION**



WILLY ZOE ARDIYA TANAKO

NPM: 6161901100

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

LEMBAR PENGESAHAN

PERHITUNGAN DAN ANALISIS PREMI BERSIH ASURANSI JIWA DENGAN TAMBAHAN OPSI PERLINDUNGAN ATAS RISIKO YANG DISEBABKAN KECELAKAAN

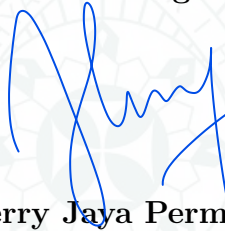
Willy Zoe Ardiya Tanako

NPM: 6161901100

Bandung, 3 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing



Dr. Ferry Jaya Permana

Ketua Penguji



Felivia Kusnadi, M.Act.Sc.

Anggota Penguji



Dr. Andreas Parama Wijaya

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

PERNYATAAN

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

PERHITUNGAN DAN ANALISIS PREMI BERSIH ASURANSI JIWA DENGAN TAMBAHAN OPSI PERLINDUNGAN ATAS RISIKO YANG DISEBABKAN KECELAKAAN

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

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

Dinyatakan di Bandung,
3 Agustus 2023



Willy Zoe Ardiya Tanako
NPM: 6161901100

ABSTRAK

Seiring berkembangnya industri asuransi, perusahaan asuransi jiwa tidak hanya memberikan pertanggungan untuk kematian. Untuk meningkatkan minat para calon pemegang polis, maka perusahaan asuransi jiwa menambahkan beberapa opsi manfaat asuransi ke dalam polis. Pada skripsi ini akan dibahas asuransi jiwa dengan manfaat tambahan berupa manfaat pertanggungan kecelakaan. Ada dua opsi tambahan untuk manfaat pertanggungan kecelakaan yaitu *Accident Insurance (AI)* dan *Accidental Death Insurance (ADI)*. Manfaat untuk opsi tambahan *AI* dibayar pada akhir tahun apabila pemegang polis mengalami kecelakaan yang mengakibatkan cacat tetap dan tetap dalam keadaan cacat tetap hingga akhir waktu pertanggungan. Manfaat opsi *ADI* dibayar secara *lump sum* sesaat setelah kematian apabila pemegang polis mengalami kematian akibat kecelakaan. Untuk menghitung asuransi jiwa dengan penambahan opsi perlindungan atas risiko yang disebabkan kecelakaan digunakan model multi status sehingga memerlukan konsep rantai Markov dan persamaan maju Kolmogorov untuk mencari peluang seseorang bertransisi dari satu status ke status lainnya. Pada skripsi ini dibahas perhitungan besar premi asuransi jiwa dengan adanya tambahan opsi perlindungan kecelakaan. Penentuan besar premi menggunakan prinsip ekivalensi. Selain menghitung besar premi bersih, diselidiki pula pengaruh usia pemegang polis dan masa pertanggungan terhadap besar premi tahunan yang harus dibayar pemegang polis. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin kecil jangka waktu pertanggungan tidak menjamin nilai premi semakin kecil.

Kata-kata kunci: Asuransi Jiwa; Opsi *Accident Insurance (AI)*; Opsi *Accidental Death Insurance (ADI)*; Rantai Markov; Persamaan Maju Kolmogorov; Model Multi Status.

ABSTRACT

As the insurance industry evolves, life insurance companies not only provide coverage for death. To increase the interest of prospective policyholders, life insurance companies have added several insurance benefit options to their policies. This thesis will discuss life insurance with additional benefits in the form of accident coverage. There are two additional options for accident coverage: Accident Insurance (AI) and Accidental Death Insurance (ADI). The benefits for the AI option are paid at the end of the year if the policyholder experiences an accident resulting in permanent disability and remains permanently disabled until the end of the coverage period. The benefits for the ADI option are paid as a lump sum immediately after the policyholder's death if it occurs due to an accident. To calculate life insurance with additional protection options against accident-related risks, a multi-state model is used, which requires the concepts of Markov chains and Kolmogorov forward equations to determine the probability of transitioning from one state to another state. This thesis focuses on calculating premium for life insurance with the addition of accident options, using the principle of equivalence. Besides calculating the net premium size, the impact of the policyholder's age and coverage period on the annual premium amount that must be paid by the policyholder is also investigated. Simulation results indicate that reducing the coverage period does not necessarily guarantee a smaller premium value.

Keywords: Life Insurance; Accident Insurance (AI) Option; Accidental Death Insurance (ADI) Option; Markov Chain; Kolmogorov Forward Equation; Multiple state Models.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Skripsi berjudul “Perhitungan dan Analisis Premi Bersih Asuransi Jiwa dengan Tambahan Opsi Perlindungan Atas Risiko yang Disebabkan Kecelakaan“ disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Sarjana Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Pada pembuatan skripsi ini, penulis mengalami banyak kendala. Pada kesempatan kali ini, penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada:

- Orang tua serta keluarga yang senantiasa selalu memberikan dukungan, doa, serta arahan kepada penulis. Terima kasih sudah membiayai pendidikan penulis sejak kecil hingga saat ini. Tanpa adanya dukungan kedua orang tua tersebut, penulis tidak dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
- Bapak Dr. Ferry Jaya Permana selalu dosen pembimbing yang telah sabar membimbing penulis dan selalu meluangkan waktu untuk membantu penulisan. Terima kasih Bapak Dr. Ferry Jaya Permana yang sudah memberikan ilmu pengetahuan serta membantu penulis dalam menyusun skripsi.
- Ibu Felivia Kusnadi, M.Act.Sc. dan Bapak Dr. Andreas Parama Wijaya selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik agar skripsi dapat menjadi lebih baik.
- Seluruh dosen UNPAR FTIS yang telah berjasa menuangkan ilmunya kepada penulis selama masa pembelajaran di UNPAR. Terima kasih sudah membimbing dan mengasah kemampuan penulis selama 4 tahun di UNPAR.
- Kelly Annabella yang selalu menemani dan mendengarkan semua keluh kesah penulis. Terima kasih sudah selalu mendampingi serta menyemangati penulis pada penulisan skripsi.
- Verrell, Farrell, Kenu dan Keith selaku teman SMP yang sudah mengajak penulis main badminton serta mengajak pergi jalan penulis untuk menghibur penulis.
- Felix, Timothy, Raymond, Evan, dan Billy yang sudah memberikan semangat, dukungan positif, serta menemani penulis selama masa penulis maupun masa kuliah di Bandung. Terima kasih atas kebersamaan serta cerita keluh kesah yang sudah dilalui sampai saat ini.
- Dittarani, Joice, Janice, dan Veronica yang memberikan dorongan kepada penulis untuk semangat mengerjakan skripsi ini. Terima kasih sudah mau menanggapi semua pertanyaan-pertanyaan seputar perkuliahan dari penulis.
- Teman-teman lainnya baik teman kuliah dan teman di luar kuliah. Terima kasih sudah menemani penulis hingga saat ini.
- Seluruh teman angkatan Matematika 2019 yang sudah menemani selama perkuliahan baik luring maupun daring.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis menerima segala saran dan kritik yang membangun untuk menjadikan skripsi ini menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 3 Agustus 2023

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 <i>State of the Art</i>	3
1.5 Batasan Masalah	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Model <i>Survival</i>	5
2.1.1 Hukum Makeham	7
2.2 Asuransi Jiwa	8
2.2.1 Asuransi Jiwa Berjangka	9
2.2.2 <i>Endowment</i> Murni	9
2.2.3 Asuransi Jiwa Dwiguna	10
2.3 Anuitas Jiwa	11
2.4 Model Multi Status dan Rantai Markov	13
2.5 Persamaan Maju Kolmogorov	13
2.6 Metode Trapesium	15
2.7 Premi Asuransi	16
3 ASURANSI JIWA DENGAN OPSI TAMBAHAN BERUPA MANFAAT CACAT TETAP DAN MANFAAT KEMATIAN AKIBAT KECELAKAAN	18
3.1 Rider Manfaat <i>AI</i> dan <i>ADI</i>	18
3.2 Rantai Markov Pada Model Multi Status	19
3.3 Asuransi Jiwa, Anuitas Jiwa, Premi, dan Manfaat Tambahan untuk Model Multi Status dengan Opsi Tambahan <i>AI</i> dan <i>ADI</i>	20
4 SIMULASI PERHITUNGAN DAN ANALISIS	23
4.1 Perhitungan Premi dengan Opsi Perlindungan Kecelakaan	23
4.2 Premi Terhadap Usia dan Jangka Waktu Pertanggunganaan	31
5 KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	37

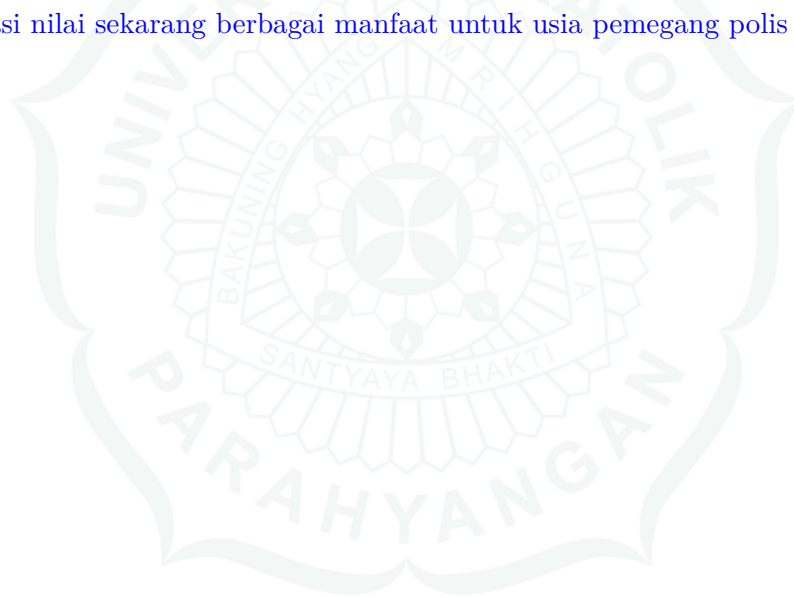


DAFTAR GAMBAR

2.1	Plot fungsi bertahan hidup model makeham usia 25 tahun dan 60 tahun	8
2.2	Asuransi jiwa berjangka n tahun	9
2.3	<i>Endowment</i> murni n tahun	10
2.4	Anuitas jiwa yang kematiannya di antara $x + k$ dan $x + k + 1$	12
2.5	Anuitas jiwa yang kematiannya setelah n tahun	12
2.6	Model hidup-sakit dan meninggal	13
2.7	Metode trapesium	15
2.8	Metode trapesium n interval	16
3.1	Model multi status dengan opsi <i>AI</i> dan <i>ADI</i>	19
4.1	Plot hubungan antara t dengan ${}_t p_{25}^{00}$	26
4.2	Premi bersih tahunan untuk berbagai usia pemegang polis dan jangka waktu pertanggung- tanggung	31
4.3	Plot hubungan usia pemegang polis dengan besar premi	32
4.4	Plot ekspektasi nilai sekarang berbagai manfaat dengan waktu pertanggung- tahun	33
4.5	Plot hubungan waktu pertanggung dengan besar premi	33
4.6	Plot ekspektasi nilai sekarang dari manfaat pemegang polis berusia 25 tahun	34

DAFTAR TABEL

3.1	Notasi pembayaran premi dan manfaat asuransi jiwa dengan opsi perlindungan kecelakaan	21
3.2	Ekspektasi nilai sekarang dari premi dan manfaat	22
4.1	Laju transisi seseorang berusia 25 tahun	24
4.2	Perhitungan anuitas jiwa berjangka 20 tahun	26
4.3	Perhitungan manfaat cacat tetap berjangka 20 tahun	28
4.4	Perhitungan nilai sekarang asuransi berjangka sebesar 1 untuk berbagai jumlah partisi	29
4.5	Besar premi (dalam jutaan rupiah) untuk berbagai usia dan jangka waktu	31
4.6	Ekspektasi nilai sekarang dari berbagai manfaat (jangka waktu pertanggung 5 tahun)	32
4.7	Ekspektasi nilai sekarang berbagai manfaat untuk usia pemegang polis 25 tahun .	34



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asuransi adalah salah satu sarana perlindungan finansial di masa yang akan datang akibat terjadinya suatu peristiwa tidak terduga. Peristiwa tidak terduga tersebut dapat berupa kecelakaan, sakit, cacat, bencana alam, maupun kematian. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa terjadi lebih dari 100.000 kecelakaan lalu lintas per tahun di Indonesia. Kecelakaan tersebut dapat mengakibatkan korban mengalami kematian, luka ringan, ataupun luka berat¹. Berita yang dikeluarkan oleh Kementerian Komunikasi Dan Informatika Republik Indonesia (Kominfo), menyebutkan bahwa rata-rata sebanyak tiga orang meninggal setiap jamnya akibat kecelakaan di Indonesia². Jika korban kecelakaan merupakan pencari nafkah utama dalam keluarga, tentu keluarga yang ditinggal akan berisiko mengalami masalah keuangan. Selain itu, tidak menutup kemungkinan apabila kecelakaan yang dialami tidak hanya luka ringan, tetapi luka berat yang dapat mengakibatkan cacat tetap dan menghalangi korban untuk kembali bekerja seperti semula. Untuk mengatasi masalah finansial akibat peristiwa tersebut, asuransi jiwa menjadi salah satu instrumen penting yang harus dimiliki. Melihat adanya kemungkinan tersebut, perusahaan asuransi telah merespons peluang ini dengan menawarkan asuransi jiwa yang menyertakan opsi perlindungan tambahan untuk risiko yang diakibatkan oleh kecelakaan.

Polis asuransi merupakan perjanjian antara pihak pemegang polis dan penanggung atau perusahaan asuransi. Pihak penanggung wajib membayar manfaat yang sudah disepakati kedua belah pihak dalam polis asuransi. Pemegang polis wajib membayar uang (premi) sesuai dengan perjanjian antara kedua pihak. Asuransi jiwa dibedakan dua jenis berdasarkan waktu pembayarannya, yaitu asuransi jiwa diskret dan asuransi jiwa kontinu. Pada asuransi jiwa diskret, manfaat dibayar pada akhir tahun kematian, sedangkan untuk asuransi jiwa kontinu, manfaat dibayar sesaat setelah kematian tersebut. Asuransi jiwa dapat juga dibedakan menjadi asuransi jiwa seumur hidup, asuransi jiwa berjangka, asuransi jiwa *endowment*, dan asuransi jiwa *endowment* murni. Untuk keempat asuransi tersebut, manfaat asuransi jiwa diperoleh apabila pemegang polis bertahan hidup ataupun meninggal pada jangka waktu pertanggungan asuransi tersebut.

Pada asuransi jiwa tradisional, manfaat asuransi hanya dibayar apabila pihak tertanggung mengalami kematian. Akan tetapi, perusahaan asuransi melihat peluang untuk menarik pelanggan dengan memberikan asuransi jiwa dengan tambahan manfaat perlindungan atas risiko yang dise-

¹<https://www.bps.go.id/indicator/17/513/1/jumlah-kecelakaan-korban-mati-luka-berat-luka-ringan-dan-kerugian-materi.html>

²https://www.kominfo.go.id/index.php/content/detail/10368/rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan/0/artikel_gpr

babkan oleh kecelakaan. Opsi pertanggung jawaban kecelakaan terdiri dari dua yaitu *Accident Insurance (AI)* dan *Accidental Death Insurance (ADI)*. Manfaat opsi *AI* diberikan apabila pemegang polis mengalami kecelakaan yang mengakibatkan cacat tetap, sedangkan manfaat opsi *ADI* diberikan apabila pemegang polis mengalami kematian yang diakibatkan oleh kecelakaan.

Untuk menghitung besar premi dari asuransi jiwa yang menyertakan opsi tambahan *AI* dan *ADI* diperlukan model multi status karena melibatkan kemungkinan empat status yaitu sehat, cacat tetap, kematian akibat kecelakaan, dan kematian diluar akibat dari kecelakaan. Model multi status dapat diselesaikan dengan menggunakan model rantai Markov dan model semi-Markov. Peluang transisi pada model semi-Markov tidak hanya bergantung pada status akhir, tetapi bergantung pula pada berapa lama berada pada status terakhir tersebut [1]. Model semi-Markov sering digunakan untuk masalah model antrian seperti pada artikel Peter W. Glynn [2]. Pada skripsi, akan digunakan model rantai Markov karena diasumsikan peluang transisi hanya bergantung pada status saat ini [3]. Selain itu, model rantai Markov sering digunakan untuk menyelesaikan masalah asuransi jiwa multi status. Stanislaw Heilpern [4] menggunakan model rantai Markov untuk menghitung peluang transisi dari status sehat ke status meninggal dari pasangan suami istri.

Tabel mortalitas yang digunakan sebagai acuan oleh perusahaan asuransi di Indonesia adalah TMI IV tahun 2019 [5]. Tetapi, tabel tersebut tidak memuat peluang transisi yang diperlukan untuk model asuransi jiwa dengan tambahan opsi perlindungan kecelakaan. Untuk menaksir atau memprediksi peluang transisi tersebut, akan digunakan persamaan maju Kolmogorov [6].

Aplikasi dari persamaan maju Kolmogorov memerlukan tingkat kematian atau laju transisi. Terdapat tiga hukum yang sering digunakan untuk memodelkan tingkat kematian atau tingkat transisi yaitu hukum Weibull, hukum Gompertz, dan hukum Makeham [7]. Pada skripsi ini akan digunakan hukum Makeham untuk mencari laju transisi dari suatu status ke status lainnya karena hukum Makeham memperhitungkan faktor lain selain faktor usia yang menyebabkan kematian, dan cacat tetap. Magdalena Homa [8] menggunakan hukum Makeham untuk menentukan laju transisi dari suatu status ke status lainnya terkait sakit kritis.

Pada skripsi ini akan dibahas model asuransi jiwa multi status dengan penambahan opsi perlindungan atas risiko yang disebabkan oleh kecelakaan. Penambahan opsi perlindungan kecelakaan tersebut memerlukan bantuan model rantai Markov dan hukum Makeham untuk mencari peluang transisi dengan menggunakan persamaan maju Kolmogorov. Pada skripsi ini akan ditentukan besar premi yang perlu dibayar oleh pemegang polis apabila ingin memperoleh pertanggung jawaban berupa asuransi jiwa yang memberikan opsi pertanggung jawaban tambahan *AI* dan *ADI*. Selanjutnya, akan diselidiki pengaruh usia pemegang polis dan jangka waktu pertanggung jawaban terhadap besar premi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana memodelkan asuransi dengan adanya tambahan opsi perlindungan kecelakaan?
2. Bagaimana cara menghitung besar premi bersih tahunan asuransi jiwa *endowment* dengan tambahan opsi perlindungan kecelakaan *AI* dan *ADI* yang harus dibayar oleh pemegang polis?

3. Bagaimana pengaruh jangka waktu pertanggungan asuransi dan usia seseorang pemegang polis terhadap besar premi bersih tahunan asuransi jiwa *endowment* dengan tambahan opsi perlindungan kecelakaan *AI* dan *ADI*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah:

1. Menentukan rumus ekspektasi nilai sekarang untuk manfaat dan premi dengan adanya tambahan opsi perlindungan kecelakaan menggunakan model multi status dan rantai Markov.
2. Menghitung besar premi bersih tahunan asuransi jiwa *endowment* dengan tambahan opsi perlindungan kecelakaan *AI* dan *ADI* yang harus dibayar oleh pemegang polis menggunakan persamaan maju Kolmogorov dan hukum Makeham.
3. Menganalisis pengaruh jangka waktu pertanggungan asuransi dan usia seseorang pemegang polis terhadap besar premi bersih tahunan asuransi jiwa *endowment* dengan tambahan opsi perlindungan kecelakaan *AI* dan *ADI*.

1.4 *State of the Art*

Beberapa penelitian menggunakan rantai Markov untuk menyelesaikan model multi status pada asuransi jiwa. Stanislaw Heilpern [4] memodelkan asuransi jiwa untuk sepasang suami istri menggunakan rantai Markov yang melibatkan 4 status untuk menggambarkan status pasangan suami istri tersebut. Li Lu [9] memodelkan asuransi jiwa penyakit kritis yang disebabkan oleh kanker indung telur dan kanker payudara. Kondisi kesehatan dari individu terkait dua penyakit tersebut dimodelkan menggunakan rantai Markov yang dinyatakan dalam 6 status untuk menghitung premi asuransi jiwa dengan rider berupa perlindungan terhadap penyakit kritis untuk kanker indung telur dan kanker payudara.

Pemodelan multi status memerlukan peluang bertahan hidup untuk mencari peluang transisi dari suatu status ke status lainnya. Magdalena Homa [10] memodelkan asuransi jiwa dengan rider perlindungan terhadap penyakit kritis dan kecelakaan. Model yang digunakan berupa model multi status dengan laju transisi dari suatu status ke status lainnya diasumsikan mengikuti hukum Makeham.

Pada skripsi ini dimodelkan asuransi jiwa dengan rider manfaat *AI* dan *ADI*. Model yang digunakan berupa model multi status yang terdiri dari 4 status yang diselesaikan menggunakan rantai Markov, serupa dengan model yang digunakan oleh Stanislaw Heilpern [4] dan Li Lu [9]. Untuk menghitung peluang transisi akan digunakan persamaan maju Kolmogorov [6] dengan mengasumsikan laju transisi mengikuti hukum Makeham [7], serupa dengan asumsi hukum Makeham yang digunakan artikel Magdalena Homa [10].

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam skripsi ini adalah:

1. Tingkat suku bunga diasumsikan konstan.
2. Pemegang polis adalah pihak tertanggung, dan pemegang polis diasumsikan tidak menderita penyakit apapun pada saat penandatanganan kontrak.
3. Manfaat kematian akibat kecelakaan dan kematian umum dibayar sesaat setelah terjadi kematian (jenis kontinu).
4. Manfaat cacat tetap akibat kecelakaan diberikan di akhir tahun terjadinya kecelakaan (jenis diskret).
5. Manfaat *endowment* murni yang dibayar pada akhir tahun pertanggungangan (jenis diskret).
6. Pembayaran premi bersih tahunan dibayar setiap awal tahun (anuitas diskret).

