

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

PENENTUAN PREMI BERSIH ASURANSI *LONG-TERM CARE* PADA MODEL DICKSON DAN HABERMAN-PITACCO

CAHYA RILA HADIVA



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



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penentuan Premi Bersih Asuransi *Long-term Care* pada Model Dickson dan Haberman-Pitacco” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2024

Cahya Rila Hadiva
G5402201065

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

ABSTRAK

CAHYA RILA HADIVA. Penentuan Premi Bersih Asuransi *Long-term Care* pada Model Dickson dan Haberman-Pitacco. Dibimbing oleh RUHIYAT dan WINDIANI ERLIANA.

Seiring bertambahnya usia, kebutuhan akan perawatan dan pengawasan intensif menjadi semakin mendesak. Perawatan jangka panjang dapat menimbulkan beban finansial yang signifikan. Asuransi *long-term care* (LTC) dapat menjadi solusi dengan menanggung biaya perawatan jangka panjang, sehingga meringankan beban finansial keluarga tertanggung. Pada karya ilmiah ini, dilakukan penghitungan premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih untuk asuransi LTC menggunakan model tiga *multiple state*, yaitu model Dickson dengan asumsi tidak ada peluang kesembuhan/*one way*, model Dickson dengan asumsi ada peluang kesembuhan/*reverse*, serta model Haberman-Pitacco. Premi dihitung menggunakan prinsip kesetaraan dengan data hipotetik yang melibatkan data sekunder. Hasil penghitungan menunjukkan bahwa nilai premi bersih untuk asuransi LTC dipengaruhi oleh model *multiple state* dan peluang transisi antar *state* yang digunakan. Nilai premi bersih untuk polis asuransi LTC model Dickson (*one way*) mencapai 19% lebih tinggi dibandingkan dengan model Dickson (*reverse*), sedangkan nilai premi bersih pada model Haberman-Pitacco jauh lebih rendah dibandingkan dengan premi bersih pada kedua model Dickson.

Kata kunci: asuransi *long-term care*, model *multiple state*, premi bersih

ABSTRACT

CAHYA RILA HADIVA. Determination of Net Premiums for Long-term Care Insurance in Dickson and Haberman-Pitacco Models. Supervised by RUHIYAT and WINDIANI ERLIANA.

As individuals age, the need for intensive care and supervision becomes increasingly urgent. Long-term care (LTC) can impose a significant financial burden. LTC insurance can provide a solution by covering long-term care costs, alleviating the financial strain on the insured's family. This study calculates the net single premium and net annual premium for LTC insurance using three multiple state models: the Dickson model with the assumption of no recovery/*one way*, the Dickson model with the assumption of recovery/*reverse*, and the Haberman-Pitacco model. Premiums are calculated using the equivalence principle with hypothetical data involving secondary data. The results show that the net premium value for LTC insurance is influenced by the multiple state model and the transition probabilities between states used. The net premium value for the Dickson model (*one way*) is 19% higher than for the Dickson model (*reverse*), while the net premium value for the Haberman-Pitacco model is significantly lower than the net premium values for both Dickson models.

Keywords: long-term care insurance, multiple state models, net premium

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

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

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

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

PENENTUAN PREMI BERSIH ASURANSI *LONG-TERM CARE* PADA MODEL DICKSON DAN HABERMAN-PITACCO

CAHYA RILA HADIVA

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

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



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Judul Skripsi : Penentuan Premi Bersih Asuransi *Long-term Care* pada Model
Dickson dan Haberman-Pitacco

Nama : Cahya Rila Hadiva

NIM : G5402201065

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Ruhayat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc., ASAI.



Pembimbing 2:
Windiani Erliana, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

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



Tanggal Ujian: 1 Juli 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak September 2023 sampai Juli 2024 adalah asuransi *long-term care* dan asuransi jiwa, dengan judul “Penentuan Premi Bersih Asuransi *Long-term Care* pada Model Dickson dan Haberman-Pitacco”.

Dalam proses penyusunan dan penyelesaian dari tugas akhir ini tidak luput dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ruhiyat, S.Si., M.Si, M.Act.Sc., ASAI. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir penulis yang telah meluangkan waktu untuk banyak menuntun dan membantu penulis dalam mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Windiani Erliana, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir sekaligus Dosen Penggerak Akademik penulis di Program Studi Aktuaria Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan banyak masukan dan pengetahuan selama penulis menjadi mahasiswa di Program Studi Aktuaria Institut Pertanian Bogor.
3. Bapak Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir penulis yang telah memberikan kritik serta masukan terhadap karya ilmiah ini.
4. Para dosen di Departemen Matematika Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan ilmu selama penulis menjadi mahasiswa di Program Studi Aktuaria Institut Pertanian Bogor.
5. Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia (AAJI) atas dukungan penuh berupa beasiswa (BHD AAJI) selama pengerjaan tugas akhir ini.
6. Keluarga, yaitu Ayah, Mama, dan Adik penulis, yang selalu memberikan semangat serta dukungan di setiap langkah yang penulis ambil.
7. Sahabat terbaik penulis, yaitu Memes, Ruth, dan Tsaqif, yang senantiasa menemani hari-hari penulis selama menjadi mahasiswa dan mendukung tiap langkah yang penulis ambil.
8. Nadhira dan Tsaqif, teman seperjuangan penulis dalam menjalani bimbingan setiap seminggu sekali yang senantiasa menyemangati satu sama lain serta teman sesama mahasiswa bimbingan Bapak Ruhiyat sejak Karya Ilmiah I hingga Karya Ilmiah II.
9. Fina dan Gemi, selaku teman perjuangan aktuaria yang walaupun terpisah Depok-Bogor-Jogja tetapi senantiasa menjadi penyemangat dalam menghadapi dunia aktuaria demi mencapai tujuan bersama, yaitu “Persatuan Aktuaris Sukses”.
10. *Last but not least; to me and myself.* Terima kasih kepada Cahya Rila Hadiva, diri saya sendiri, yang terus berusaha dan tidak pernah menyerah selama proses pengerjaan dan penyelesaian karya ilmiah ini. Terima kasih telah percaya pada diri sendiri bahwa Diva bisa menyelesaikan karya ilmiah ini. *I'm incredibly proud of myself, you did an amazing job. Well done!*

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

Bogor, Juli 2024

Cahya Rila Hadiva

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
II LANDASAN TEORI	4
2.1 Suku Bunga	4
2.2 Peubah Acak	4
2.3 <i>Activities of Daily Living (ADL)</i>	5
2.4 Asuransi	6
2.5 Model <i>Multiple State</i>	7
2.6 Angka Prevalensi	16
2.7 Anuitas Hidup	17
2.8 <i>State-dependent Annuity</i>	18
2.9 <i>State-dependent Insurance Benefits</i>	18
2.10 Premi Asuransi	19
III METODE	20
3.1 Data dan Perangkat Lunak yang Digunakan	20
3.2 Desain Polis	20
3.3 Tahapan Penelitian	22
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Perumusan Anuitas dan Nilai Sekarang Aktuaria	23
4.2 Penyusunan Data Hipotetik pada Tabel Peluang Transisi Satu Langkah dalam Setahun (<i>One-year Probability Transition</i>)	24
4.3 Penghitungan Premi Tahunan Bersih Model Dickson	32
4.4 Penghitungan Premi Tahunan Bersih Model Haberman-Pitacco	42
V SIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Simpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	52
RIWAYAT HIDUP	74

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



DAFTAR TABEL

1	Jenis <i>activities of daily living</i> (ADL)	5
2	<i>States</i> pada model asuransi LTC	7
3	Skema penerimaan premi dan pembayaran manfaat asuransi LTC model Dickson	9
4	Skema penerimaan premi dan pembayaran manfaat asuransi LTC model Haberman-Pitacco	12
5	Asumsi besar manfaat asuransi LTC model Dickson	21
6	Asumsi besar manfaat asuransi LTC model Haberman-Pitacco	21
7	Proporsi tingkat disabilitas/ketergantungan pada penduduk usia 18-59 tahun menurut karakteristik kelompok usia	25
8	Proporsi tingkat disabilitas/ketergantungan pada penduduk usia ≥ 60 tahun menurut karakteristik kelompok usia	25
9	Peluang transisi satu langkah dalam setahun model Dickson (<i>one way</i>)	27
10	Asumsi peluang transisi satu langkah setahun ke depan pada asuransi LTC model Dickson (<i>one way</i>)	28
11	Peluang transisi satu langkah dalam setahun model Dickson (<i>reverse</i>)	29
12	Asumsi peluang transisi satu langkah setahun ke depan pada asuransi LTC model Dickson (<i>reverse</i>)	30
13	Peluang transisi satu langkah dalam setahun model Haberman-Pitacco	31
14	Asumsi peluang transisi satu langkah setahun ke depan pada asuransi LTC model Haberman-Pitacco	32
15	Nilai premi bersih asuransi LTC model Dickson (<i>one way</i>)	40
16	Nilai premi bersih asuransi LTC model Dickson (<i>reverse</i>)	40
17	Nilai premi bersih asuransi LTC model Haberman-Pitacco	46

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi model asuransi LTC Dickson (<i>one way</i>)	8
2	Ilustrasi model asuransi LTC Dickson (<i>reverse</i>)	8
3	<i>Timeline</i> asuransi LTC jika tidak ada klaim	9
4	<i>Timeline</i> asuransi LTC jika ada klaim (<i>one way</i>)	10
5	<i>Timeline</i> asuransi LTC jika ada klaim (<i>reverse</i>)	11
6	Ilustrasi model asuransi LTC Haberman-Pitacco	12
7	<i>Timeline</i> asuransi LTC model Haberman-Pitacco jika tidak ada klaim	13
8	<i>Timeline</i> asuransi LTC model Haberman-Pitacco jika ada klaim	14
9	Grafik peluang kematian tahunan berdasarkan TMJ-22	26
10	Grafik nilai sekarang aktuarial dari anuitas penerimaan premi asuransi LTC model Dickson	34
11	Grafik nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat pada <i>state 1</i> asuransi LTC model Dickson	35
12	Grafik nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat pada <i>state 2</i> asuransi LTC model Dickson	36

13	Grafik nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat pada <i>state</i> 3 asuransi LTC model Dickson	37
14	Grafik nilai sekarang aktuarial dari pembayaran santunan kematian secara <i>lumpsum</i> pada <i>state</i> 4 asuransi LTC model Dickson	38
15	Grafik perbandingan nilai premi tunggal bersih asuransi LTC model Dickson	41
16	Grafik perbandingan nilai premi tahunan bersih asuransi LTC model Dickson	41
17	Grafik nilai sekarang aktuarial dari anuitas penerimaan premi asuransi LTC model Haberman-Pitacco	42
18	Grafik nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat pada <i>state</i> 1 asuransi LTC model Haberman-Pitacco	44
19	Grafik nilai sekarang aktuarial dari pembayaran santunan kematian secara <i>lumpsum</i> pada <i>state</i> 3 asuransi LTC model Haberman-Pitacco	45
20	Grafik nilai premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih asuransi LTC model Haberman-Pitacco	46

DAFTAR LAMPIRAN

1	Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor Per-02/MEN/1995 tentang Usia Pensiun Normal dan Batas Usia Pensiun Maksimum bagi Peserta Peraturan Dana Pensiun	53
2	Fasilitas sewa kamar, fasilitas tambahan dan harga sewa per bulan dari Panti Jompo XYZ	54
3	Tabel Mortalitas BPJS Ketenagakerjaan Tahun 2022 (TMJ-22)	55
4	Tabel peluang transisi satu langkah setahun ke depan pada asuransi LTC model Dickson (<i>one way</i>)	56
5	Tabel peluang transisi satu langkah setahun ke depan pada asuransi LTC model Dickson (<i>reverse</i>)	57
6	Tabel peluang transisi satu langkah setahun ke depan pada asuransi LTC model Haberman-Pitacco	58
7	Nilai sekarang aktuarial dari anuitas penerimaan premi, anuitas pembayaran manfaat, serta pembayaran santunan kematian secara <i>lumpsum</i>	59
8	<i>Syntax Macro VBA</i>	60
9	<i>Syntax R</i>	71



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semua orang berharap memiliki umur panjang, menjalani masa tua dengan baik, dan akhirnya menghadapi kenyataan kematian. Namun, seiring bertambahnya usia, risiko terkait masalah kesehatan jangka panjang cenderung meningkat. Saat mengalami proses penuaan, kebutuhan untuk perawatan dan pengawasan intensif semakin mendesak. Perawatan jangka panjang dapat mengakibatkan beban finansial yang signifikan. Hal ini berkaitan erat dengan *longevity risk*, yang merupakan kebalikan dari risiko kematian dan menunjukkan bahwa hidup lebih lama dari harapan hidup (Yildirim 2021). *Longevity risk* dapat menambah tekanan finansial karena semakin lama seseorang hidup, semakin besar kemungkinan mereka memerlukan perawatan jangka panjang yang biayanya cukup mahal. Berstein dan Morales (2021) mengusulkan asuransi *longevity* (*longevity insurance*) yang dapat menutupi risiko hidup lebih lama dari yang diharapkan dan meningkatkan tingkat pensiun yang dibayarkan kepada pekerja yang diasuransikan. Oleh karena itu, asuransi menjadi solusi penting untuk melindungi keluarga dari beban finansial yang tak terduga dengan memberikan perlindungan terhadap biaya perawatan jangka panjang, terutama jika terjadi *longevity risk*.

Asuransi adalah sebuah kesepakatan di mana seseorang membayar sejumlah premi kepada perusahaan asuransi untuk memberikan kompensasi kepada tertanggung jika terjadi kerugian, kerusakan, atau kehilangan yang tak terduga akibat suatu peristiwa (Rizkita dan Syarifuddin 2023). Asuransi dapat dibedakan menjadi asuransi kendaraan, asuransi jiwa, asuransi kesehatan, asuransi *long-term care*, asuransi perlindungan cuaca untuk petani, dan lain-lain.

Long-term care (LTC) adalah perawatan yang diperlukan untuk kondisi atau penyakit yang berlangsung lama. Produk asuransi LTC memberikan perlindungan finansial kepada pesertanya untuk biaya perawatan jangka panjang, termasuk perawatan di rumah sakit, fasilitas panti jompo, pengeluaran medis, fisioterapi, dan tempat perawatan lainnya (Pitacco 2014). Selain itu, asuransi ini juga dapat memberikan santunan kematian ketika tertanggung meninggal dunia.

Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penduduk yang rata-rata berusia 65 tahun diperkirakan membutuhkan perawatan jangka panjang selama sekitar tiga tahun, dengan wanita membutuhkan waktu lebih lama daripada pria. Di Amerika Serikat, biaya rata-rata untuk kamar pribadi di panti jompo adalah \$250 (setara 3,3 juta rupiah) per hari (\$92.400 per tahun) pada tahun 2016. Biaya perawatan jangka panjang dapat menjadi sangat membebani, dengan 10–20% orang memerlukan perawatan di panti jompo selama lebih dari lima tahun. Adanya risiko terkait dengan biaya LTC dan manfaatnya, hanya sebagian kecil penduduk Amerika yang memiliki asuransi LTC, yakni 8% dari populasi Amerika Serikat (Gottlieb dan Mitchell 2020).

Di Jepang, pemerintahnya mengambil sejumlah langkah untuk mendorong sosialisasi perawatan bagi orang tua sejak pertengahan 1990-an. Pada tahun 2000, asuransi perawatan jangka panjang diperkenalkan sebagai respons terhadap peralihan dari perawatan keluarga tradisional ke perawatan sosial dengan tujuan mengurangi beban yang ditanggung oleh para pengasuh keluarga (Kubo 2014). Di Jerman, biaya dasar perawatan jangka panjang disediakan oleh asuransi kesehatan

sosial yang diberikan oleh pemerintah. Individu memiliki pilihan untuk meningkatkan manfaat pemerintah dengan asuransi LTC swasta atau memilih untuk tidak menerima manfaat dari pemerintah (dengan demikian tidak membayar pajak yang mendukung manfaat tersebut) dan menggunakan asuransi LTC swasta sebagai alternatif. Manfaat yang diberikan adalah pembayaran tetap dalam bentuk polis (Dickson *et al.* 2020).

Pada tahun 2014, di Belanda, ada 10,9 juta orang di atas usia 30 tahun, di mana 27% dari mereka berusia di atas 65 tahun. Lebih dari 920.000 orang atau 8,5% dari populasi di atas 30 tahun menggunakan perawatan jangka panjang yang didanai publik. Dari mereka, 78% menggunakan perawatan di rumah yang didanai publik, sementara 22% tinggal di fasilitas perawatan. Pengeluaran publik terkait mencapai 12,7 miliar euro, dengan 32% digunakan untuk perawatan di rumah dan 68% untuk perawatan di fasilitas residential (Eggink *et al.* 2017).

Di Indonesia, belum ada produk asuransi LTC yang serupa dengan produk LTC yang sudah diterapkan di negara lain. Penelitian sebelumnya oleh Putri *et al.* (2022), hanya menjelaskan produk LTC dengan model *multiple state* yang melindungi risiko dari penyakit kritis seperti penyakit jantung, kanker, dan stroke. Penelitian mengenai asuransi LTC yang melindungi risiko kesehatan jangka panjang belum diteliti menggunakan faktor ADL (*activities of daily living*). Pertumbuhan jumlah penduduk usia lanjut yang pesat sedang dihadapi Indonesia sehingga menyebabkan peningkatan risiko keperluan perawatan jangka panjang. Program asuransi LTC ini dapat memberikan perlindungan finansial kepada individu dan keluarga saat diperlukan biaya perawatan jangka panjang yang relatif tinggi. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian untuk menghitung premi asuransi LTC dengan harapan dapat memberikan gambaran untuk mendukung perkembangan industri asuransi dengan memperkenalkan produk baru serta perencanaan program asuransi LTC yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat Indonesia. Selain itu, penulis juga ingin melihat perbandingan antara model Dickson *et al.* (2020) dengan model Haberman dan Pitacco (1998) terhadap harga premi asuransi LTC.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada karya ilmiah ini adalah sebagai berikut.

1. Apakah peluang transisi satu langkah setahun ke depan dari model asuransi *long-term care* dapat dimodelkan dan dihitung?
2. Apakah penghitungan premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih asuransi *long-term care* dengan model Dickson dan model Haberman-Pitacco dapat dilakukan menggunakan prinsip kesetaraan (*equivalence principle*)?
3. Bagaimana perbandingan dari hasil penghitungan premi tunggal bersih serta premi tahunan bersih asuransi *long-term care* pada model Dickson dan Haberman-Pitacco?

1.3 Tujuan

Tujuan dari karya ilmiah ini adalah sebagai berikut.

1. Memodelkan dan menghitung peluang transisi satu langkah setahun ke depan dari model asuransi *long-term care*.
2. Menghitung premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih asuransi *long-term care* dengan model Dickson dan model Haberman-Pitacco.
3. Membandingkan model Dickson dan Haberman-Pitacco terhadap premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih asuransi *long-term care*.





II LANDASAN TEORI

2.1 Suku Bunga

Jika jumlah investasi sebesar $\$K$ berkembang menjadi jumlah $\$S$, maka selisih $\$S - \K adalah bunga. Suku bunga disebut efektif jika periode konversi dan satuan waktu dasar identik. Dalam hal ini, bunga diakui pada akhir satuan waktu dasar (Gerber 1997). Didefinisikan fungsi bernilai riil $A_K(t)$ dengan domain $\{t | t \geq 0\}$ yang dengan menegaskan bahwa $\$A_K(t)$ sama dengan saldo pada waktu t .

Jika $t_2 > t_1 \geq 0$, maka $\$(A_K(t_2) - A_K(t_1))$ memberikan jumlah bunga yang diperoleh dari investasi sebesar $\$K$ (apabila $t = 0$) antara waktu t_1 dan waktu t_2 . Suku bunga efektif untuk interval $[t_1, t_2]$ dituliskan pada persamaan (1) berikut.

$$r_{[t_1, t_2]} = \frac{a(t_2) - a(t_1)}{a(t_1)}. \quad (1)$$

Jika n adalah bilangan bulat positif, interval $[n - 1, n]$ disebut sebagai periode waktu ke- n , maka $r_{[n-1, n]}$ dapat ditulis sebagai r_n dengan formula pada persamaan (2) berikut (Vaaler *et al.* 2019).

$$r_n = \frac{a(n) - a(n - 1)}{a(n - 1)} \quad (2)$$

dengan $a(n) = a(n - 1)(1 + r_n)$. Selanjutnya, salah satu suku bunga yang populer digunakan adalah bunga majemuk yang didapatkan dalam suatu periode t berdasarkan jumlah investasi awal sebesar 1 satuan ditambah dengan jumlah bunga yang telah diperoleh pada periode sebelumnya. Apabila jumlah investasi awal 1 satuan diinvestasikan dengan suku bunga majemuk r selama t tahun, maka menurut Garrett (2013) diperoleh nilai akumulasi (*accumulation value/AV*) dari investasi tersebut pada persamaan (3).

$$AV = (1 + r)^t. \quad (3)$$

Nilai investasi dengan suku bunga majemuk dapat dihitung pula menggunakan faktor nilai sekarang (*present value/PV*). Apabila diberikan suku bunga majemuk r , maka faktor nilai sekarang v jika ditinjau dari 1 tahun ke depan dapat ditulis sebagai persamaan (4) berikut (Francis dan Ruckman 2018).

$$v = \frac{1}{(1 + r)}. \quad (4)$$

2.2 Peubah Acak

Misalkan S adalah himpunan sampel dari sebuah eksperimen. Sebuah fungsi yang bernilai bilangan riil, $X : S \rightarrow \mathbb{R}$, disebut sebagai peubah acak dari eksperimen tersebut jika, untuk setiap interval $I \subseteq \mathbb{R}$, $\{s : X(s) \in I\}$, merupakan suatu peristiwa (Chahramani 2018).

2.2.1 Peubah Acak Kontinu dan Fungsi Kepekatan Peluang

Misalkan X adalah peubah acak. Jika ada suatu fungsi kontinu bernilai riil taknegatif $f : \mathbb{R} \rightarrow [0, \infty)$ sedemikian rupa sehingga untuk setiap himpunan A yang dapat dibentuk, berlaku persamaan (5) berikut.

$$P(X \in A) = \int_A f(x) dx. \quad (5)$$

Peubah acak X dapat disebut sebagai peubah acak kontinu. Fungsi f dapat disebut sebagai fungsi kepekatan peluang (*probability density function*) dari X (Ghahramani 2018).

2.2.2 Nilai Harapan Peubah Acak

Misalkan X merupakan peubah acak kontinu dengan fungsi kepekatan peluang f , maka nilai harapan dari X menurut Ghahramani (2018) dapat dilihat pada persamaan (6).

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx. \quad (6)$$

2.3 Activities of Daily Living (ADL)

Activities of daily living (ADL) adalah aktivitas dasar yang biasa dilakukan oleh individu dalam kehidupan sehari-hari. Aktivitas ini mencakup hal-hal seperti mandi, berpakaian, makan, minum, *toileting* (mengendalikan buang air besar dan buang air kecil), dan kemampuan untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain. ADL adalah indikator yang umum digunakan dalam penilaian fungsi fisik dan kemandirian seseorang, terutama dalam konteks perawatan kesehatan, termasuk perawatan lansia dan perawatan jangka panjang. Jenis-jenis ADL yang umum digunakan dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis *activities of daily living* (ADL)

ADL	Detail
<i>Bathing</i>	Membuka keran air, mengendalikan air dan temperaturnya, masuk ke bak mandi atau pancuran, dan mengeringkan diri sepenuhnya
<i>Toileting</i>	Mengendalikan buang air besar dan buang air kecil
<i>Dressing</i>	Mengambil pakaian dari laci dan lemari, mengenakan pakaian tersebut, dan mengancingkan pakaian tersebut sendiri
<i>Eating</i>	Menggunakan alat makan, memasukkan makanan ke dalam mulut, mengunyah, dan menelan
<i>Indoor walking</i>	Berpindah dari satu tempat ke tempat lain di dalam ruangan
<i>Action/transferring</i>	Naik dan turun dari tempat tidur atau kursi roda

Sumber: Shang *et al.* (2023)

Dari Tabel 1 terdapat enam jenis ADL yang umum digunakan yaitu *bathing*, *toileting*, *dressing*, *eating*, *indoor walking*, dan *action/transferring*. Jenis ADL ini

dapat digunakan sebagai indikator dalam pembentukan model *multiple state* pada asuransi LTC (Shang *et al.* 2023).

2.3.1 Disability Assessment Schedule (DAS)

Disability Assessment Schedule (DAS) merupakan alat penilaian yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat cacat atau keterbatasan individu dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk aktivitas sehari-hari, partisipasi dalam masyarakat, dan fungsi fisik atau mental. Dalam upaya mengatasi masalah evaluasi ketergantungan secara efektif, *World Health Organization* (WHO) menyebarkan instrumen penilaian generik yaitu *Disability Assessment Schedule* WHO II (WHODAS 2.0). WHODAS 2.0 didasarkan pada *Disability Assessment Schedule* Psikiatri WHO yang dirancang untuk menilai sejauh mana ketergantungan yang terkait dengan kondisi psikiatri.

WHODAS 2.0 dikembangkan dari sejumlah besar item ICF (*International Classification of Functioning, Disability and Health*) yang telah diuji lapangan di 19 negara. Para ahli ICF meninjau semua data psikometrik dan kualitatif dari uji coba tersebut dan memilih 36 kriteria untuk mewakili enam domain aktivitas dan partisipasi ICF (Federici *et al.* 2017):

- Kognisi = pemahaman dan berkomunikasi (6 kriteria).
- Mobilitas = bergerak dan berpindah tempat (5 kriteria).
- Perawatan diri = kebersihan, berpakaian, makan, dan sendirian (4 kriteria).
- Interaksi = berhubungan dengan orang lain (5 kriteria).
- Aktivitas sehari-hari = tanggung jawab rumah tangga, rekreasi, pekerjaan, dan sekolah (8 kriteria).
- Partisipasi = bergabung dalam aktivitas komunitas (8 kriteria).

2.3.2 Barthel Index of Activities of Daily Living

Barthel Index merupakan alat ukur yang umum digunakan untuk menilai fungsi dasar ADL (keterampilan perawatan diri seperti berpakaian, mandi, dan merapikan diri), karena sifatnya yang sederhana, mudah dipahami, dan penilaiannya yang mudah dilakukan. Seperti instrumen ADL lainnya, item-item dalam *Barthel Index* memiliki tingkat kesulitan yang berjenjang dan menghasilkan interval ordinal antara skor-skor yang berdekatan (Yi *et al.* 2020). Kriteria pada skala *Barthel Index* memungkinkan evaluasi kemandirian fungsional dalam 10 ADL yaitu makan, merapikan diri, mandi, berpakaian, perawatan, buang air besar dan kecil, penggunaan toilet, dan mobilitas seperti berjalan, berpindah tempat, dan menaiki tangga (Liu *et al.* 2015).

2.4 Asuransi

Asuransi adalah perjanjian di mana seseorang membayar biaya tertentu kepada perusahaan asuransi untuk mendapatkan perlindungan finansial jika terjadi kerugian yang tidak diharapkan akibat suatu kejadian (Rizkita dan Syarifuddin 2023). Sesuai perjanjian atau polis asuransi, perusahaan asuransi berkewajiban memberikan kompensasi finansial kepada tertanggung jika terjadi risiko yang telah diperhitungkan. Sebaliknya, tertanggung berkewajiban membayar sejumlah premi secara teratur kepada perusahaan asuransi selama masa pertanggungan.

2.4.1 Asuransi *Long-term Care*

Asuransi *long-term care* (LTC) merupakan asuransi yang menawarkan perlindungan untuk perawatan kesehatan seseorang hingga saat mereka meninggal dunia. Keperluan perawatan jangka panjang timbul ketika seseorang memerlukan bantuan dari orang lain untuk melaksanakan aktivitas-aktivitas sehari-hari, seperti bangun dari tempat tidur atau kursi, berpakaian, mandi, makan, pergi ke toilet, berjalan, dan sebagainya (Mutiya 2023). Asuransi LTC memberikan dukungan finansial kepada tertanggung yang memerlukan perawatan oleh perawat dan/atau medis (Haberman dan Pitacco 1998). Model asuransi LTC umumnya menggunakan model *multiple state* dengan *state* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 *States* pada model asuransi LTC

<i>State</i>	Nama <i>state</i>	Detail
0	<i>Active</i>	Dapat melakukan lebih dari 5 ADLs
1	<i>Impaired</i>	Dapat melakukan 4 ADLs atau memiliki tingkat ketergantungan ringan
2	<i>Severely Impaired</i>	Dapat melakukan 1-3 ADLs atau memiliki tingkat ketergantungan sedang
3	<i>Cognitive Impairment</i>	Tidak dapat melakukan ADLs atau memiliki tingkat ketergantungan berat dan/atau total
4	<i>Dead</i>	Meninggal dunia

Sumber: Shang *et al.* (2023)

Dari Tabel 2 terdapat lima *states* yang digunakan oleh Shang *et al.* (2023) dan Dickson *et al.* (2020). Tiap *state* ini ditentukan berdasarkan kemampuan individu dalam melakukan aktivitas sehari-hari dengan indikator ADL serta *state* 4 (*dead*) saat individu meninggal dunia.

2.4.2 Asuransi Jiwa

Asuransi jiwa adalah bentuk asuransi yang melibatkan individu sebagai objek pertanggungan dengan tujuan kebijakan untuk menjaga dan melindungi kehidupan individu tersebut. Ketika tertanggung meninggal atau melampaui usia harapannya, asuransi ini memberikan perlindungan finansial. Inti dari asuransi jiwa adalah untuk mengatasi konsekuensi kerugian finansial yang mungkin terjadi akibat kematian individu tertanggung (Fратиwi *et al.* 2023).

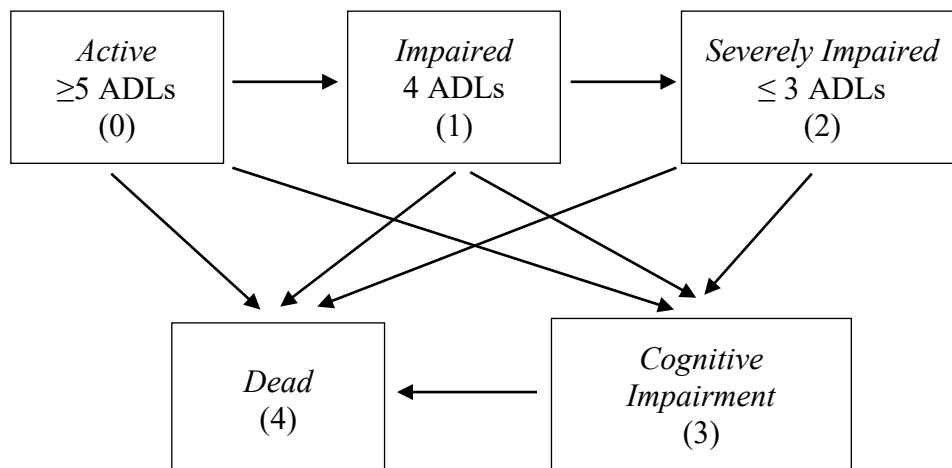
2.5 Model *Multiple State*

Model *multiple state* merupakan salah satu kerangka kerja yang sangat fleksibel dalam memodelkan dinamika status atau keadaan individu seiring waktu, terutama dalam konteks asuransi. Model ini memungkinkan kita untuk melacak transisi individu berbagai kondisi kesehatan seperti sehat, sakit ringan, sakit berat, atau meninggal dunia. Melalui pendekatan stokastik, model ini memperhitungkan ketidakpastian inheren dalam perubahan *state* tersebut sehingga memberikan hasil yang lebih realistis (Dickson *et al.* 2020). Selain asuransi kesehatan, model *multiple state* juga dapat diterapkan pada produk-produk asuransi lain yang memiliki

manfaat tambahan berbasis kejadian, seperti asuransi jiwa yang terkait dengan aktivitas tertentu atau asuransi kecelakaan.

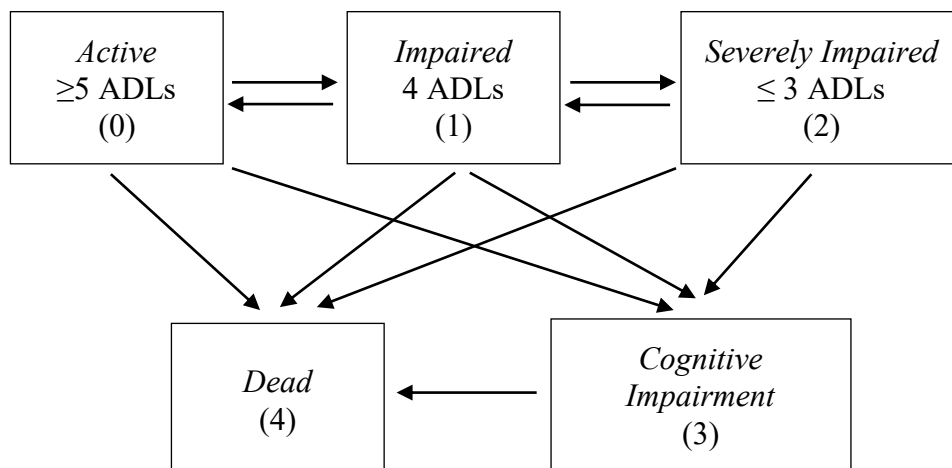
2.5.1 Model Dickson

Model pada Dickson *et al.* (2020) menggunakan asumsi ADLs *multiple state* serta terdapat dua alternatif yang dilakukan yaitu model ketika individu tidak dapat kembali ke *state* yang lebih kecil (*one way*) dan model ketika individu yang berada pada *state* 1 dan 2 dapat kembali ke *state* yang lebih kecil (*reverse*). Model tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1 Ilustrasi model asuransi LTC Dickson (*one way*)

Dari Gambar 1 terlihat bahwa pada model asuransi LTC Dickson (*one way*), apabila individu telah berpindah dari *state i* ke *state j* dengan $i < j$, maka individu tersebut tidak dapat kembali ke *state* awal atau *state* sebelumnya (tidak ada kesembuhan).



Gambar 2 Ilustrasi model asuransi LTC Dickson (*reverse*)

Model asuransi LTC Dickson (*reverse*) pada Gambar 2 berbanding terbalik dengan Gambar 1 yang mana pada model ini apabila individu telah berpindah dari *state i* ke *state j* dengan $i < j$ dan $j = 1, 2$, maka individu tersebut dapat kembali ke *state* awal atau *state* sebelumnya (ada peluang kesembuhan). Pada kedua

alternatif model ini, terdapat 3 *state* di mana individu mengalami ketergantungan atau kesulitan melakukan ADL. Penjelasan terkait skema penerimaan premi, manfaat asuransi, dan santunan kematian asuransi LTC model Dickson dapat dilihat pada Tabel 3.

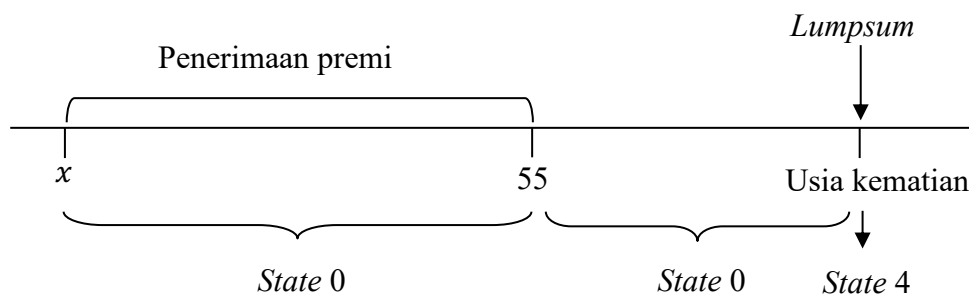
Tabel 3 Skema penerimaan premi dan pembayaran manfaat asuransi LTC model Dickson

<i>State</i>	Nama <i>state</i>	Skema penerimaan premi dan pembayaran manfaat
0	<i>Active</i>	Perusahaan melakukan penerimaan premi tahunan tiap awal tahun dan dibayarkan sampai berpindah ke <i>state</i> lain dan tidak dapat menerima manfaat asuransi
1	<i>Impaired</i>	Perusahaan tidak melakukan penerimaan premi serta melakukan pembayaran manfaat setiap akhir tahun secara anuitas
2	<i>Severely Impaired</i>	Perusahaan tidak melakukan penerimaan premi serta melakukan pembayaran manfaat setiap akhir tahun secara anuitas
3	<i>Cognitive Impairment</i>	Perusahaan tidak melakukan penerimaan premi serta melakukan pembayaran manfaat setiap akhir tahun secara anuitas
4	<i>Dead</i>	Perusahaan memberikan santunan kematian secara <i>lumpsum</i> diakhir tahun kematian

Berdasarkan Tabel 3, individu yang ada di *state* 0 atau *active* berada dalam kondisi kesehatan yang baik atau tidak memiliki ketergantungan atau kesulitan ADL sehingga dapat melakukan pembayaran premi. Individu yang berada di *state* 1, 2, dan 3 mengalami ketergantungan atau kesulitan ADL dengan rincian pada Gambar 1, sedangkan individu yang berada di *state* 4 telah mengalami kegagalan atau kematian sehingga individu tersebut berhak mendapat manfaat asuransi maupun santunan kematian. Selanjutnya, *timeline* penerimaan premi dan manfaat asuransi LTC model Dickson yang diterapkan adalah sebagai berikut.

- Tidak ada klaim

Pertama, ilustrasi pada Gambar 3 berikut menggambarkan *timeline* asuransi yang akan dijalankan oleh pemegang polis jika tidak ada klaim yang diajukan selama masa pertanggungan.



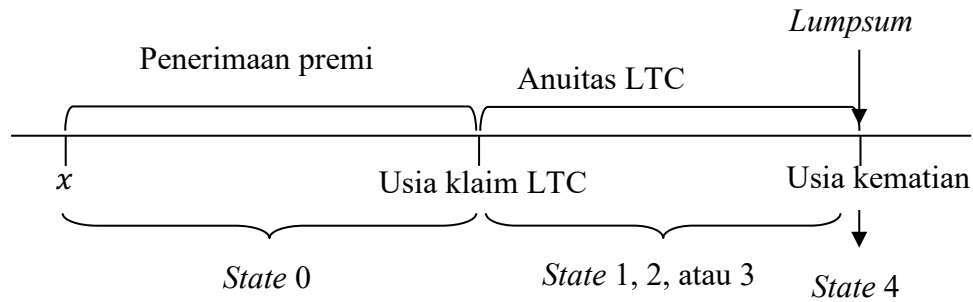
Gambar 3 *Timeline* asuransi LTC jika tidak ada klaim

Pada Gambar 3, ketika tidak ada klaim asuransi pada model Dickson maka pemegang polis hanya akan mendapatkan santunan kematian secara *lumpsum*

ketika meninggal dunia di akhir tahun kematian. Pemegang polis juga harus membayarkan premi hingga usia 55 tahun.

- Ada klaim (*one way*)

Kedua, ilustrasi pada Gambar 4 berikut menggambarkan *timeline* asuransi model Dickson (*one way*) yang akan dijalankan oleh pemegang polis jika terdapat klaim yang diajukan selama masa pertanggungan.

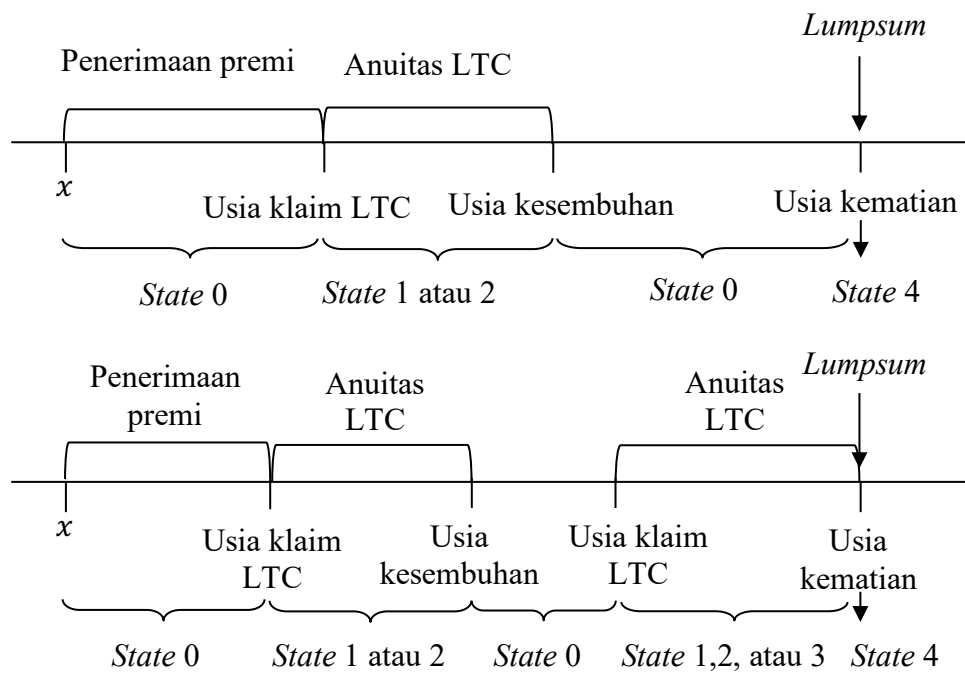


Gambar 4 *Timeline* asuransi LTC jika ada klaim (*one way*)

Gambar 4 menunjukkan bahwa ketika terjadi klaim pertama pada model Dickson (*one way*) maka pemegang polis akan menerima klaim hingga terjadi berpindah ke *state 4 (dead)*. Sebagai ilustrasi ketika pemegang polis berpindah ke *state 1 (impaired)*, lalu mengalami kesembuhan. Apabila terjadi hal tersebut, perusahaan akan tetap membayarkan manfaat dengan nominal yang sama seperti pada *state* terakhir di mana pemegang polis berada. Kemudian di akhir tahun kematiannya, pemegang polis juga akan menerima santunan kematian secara *lumpsum*. Selain itu, pemegang polis harus membayarkan premi sampai dengan usia maksimal 55 tahun atau ketika terjadi perpindahan *state* sebelum usia 55 tahun.

- Ada klaim (*reverse*)

Ketiga, ilustrasi pada Gambar 5 menggambarkan *timeline* asuransi LTC model Dickson (*reverse*) yang akan dijalankan oleh pemegang polis jika terdapat klaim yang diajukan selama masa pertanggungan.

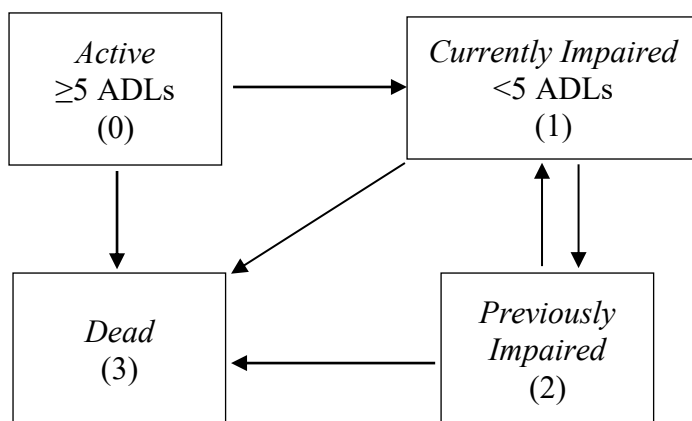


Gambar 5 Timeline asuransi LTC jika ada klaim (*reverse*)

Pada Gambar 5, terdapat dua contoh dari beberapa alternatif *timeline* yang mungkin terjadi pada model Dickson (*reverse*). Pertama, ketika terjadi klaim kemudian mengalami kesembuhan maka selama periode klaim pertama hingga sembuh, perusahaan akan membayar manfaat secara anuitas dimulai di akhir tahun perpindahan *state*. Setelah terjadi kesembuhan dan tidak terjadi klaim lagi maka pemegang polis tidak mendapatkan anuitas dan tidak perlu membayarkan premi hingga terjadi kematian. Akan tetapi apabila terjadi klaim kedua seperti pada contoh kedua, perusahaan akan membayarkan anuitas kembali sampai pemegang polis berpindah ke *state* berikutnya. Kasus ini dapat berulang beberapa kali bergantung pada jumlah klaim dan kesembuhan yang terjadi hingga pemegang polis berpindah ke *state* 4 (*dead*). Pemegang polis juga harus membayarkan premi sampai dengan usia maksimal 55 tahun atau sampai dengan terjadinya klaim pertama sebelum usia 55 tahun. Artinya, ketika pemegang polis mengeklaim pertama kali di usia x dengan $x < 55$ dan mengalami kesembuhan di usia $x + t$ dengan $x + t < 55$ maka pemegang polis hanya akan membayarkan premi sampai dengan terjadi klaim pertama. Di akhir tahun kematiannya, pemegang polis juga akan menerima santunan kematian secara *lumpsum*.

2.5.2 Model Haberman-Pitacco

Ilustrasi model yang merupakan modifikasi pada Haberman dan Pitacco (1998) serta modifikasi tambahan dari Camilli *et al.* (2014) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Ilustrasi model asuransi LTC Haberman-Pitacco

Dari Gambar 6 terlihat bahwa pada model asuransi LTC Haberman-Pitacco tidak sama seperti model Dickson. Model ini hanya memiliki 1 *state* di mana individu mengalami ketergantungan atau kesulitan ADL yaitu *currently impaired*. Individu juga diasumsikan memiliki peluang kesembuhan atau kembali sehat tetapi berpindah ke *state* 2. Pada *state* 2 (*previously impaired*), individu dianggap memiliki kondisi kesehatan yang baik tetapi memiliki riwayat ketergantungan atau kesulitan ADL dan dapat kembali ke *state* 1 (mengalami ketergantungan atau kesulitan ADL kembali). Penjelasan terkait skema penerimaan premi, manfaat asuransi, dan santunan kematian pada model asuransi LTC Haberman-Pitacco dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Skema penerimaan premi dan pembayaran manfaat asuransi LTC model Haberman-Pitacco

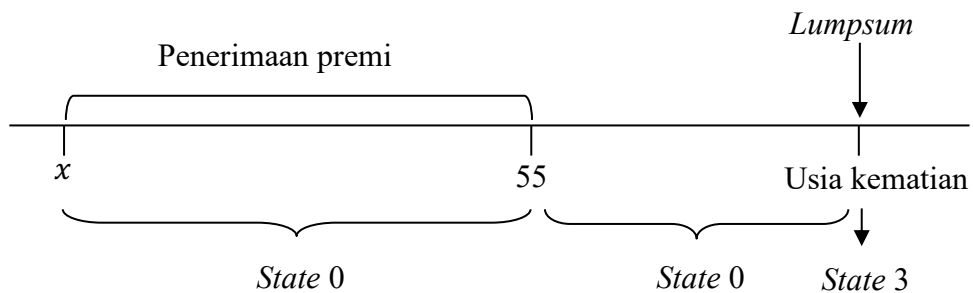
State	Nama state	Skema penerimaan premi dan pembayaran manfaat
0	Active	Perusahaan melakukan penerimaan premi setiap awal tahun sampai berpindah ke <i>state</i> lain dan tidak melakukan pembayaran manfaat
1	Currently Impaired	Perusahaan tidak melakukan penerimaan premi serta melakukan pembayaran manfaat setiap akhir tahun secara anuitas
2	Previously Impaired	Perusahaan tidak melakukan penerimaan premi dan tidak melakukan pembayaran manfaat secara anuitas maupun <i>lumpsum</i>
3	Dead	Perusahaan memberikan santunan kematian secara <i>lumpsum</i>

Berdasarkan Tabel 4, individu yang ada di *state* 0 atau *active* berada dalam kondisi kesehatan yang baik atau tidak memiliki ketergantungan atau kesulitan ADL sehingga premi dapat dibayarkan. Individu yang berada di *state* 1 atau

impaired telah mengalami ketergantungan atau kesulitan ADL dengan rincian pada Gambar 3 sehingga individu tersebut berhak mendapat manfaat asuransi LTC. Individu yang berada di *state 2* memiliki kondisi kesehatan yang baik setelah sempat mengalami ketergantungan atau kesulitan ADL dan tidak perlu membayar premi juga tidak mendapatkan manfaat asuransi LTC. Selanjutnya, individu yang berada di *state 3* telah mengalami kegagalan atau kematian sehingga berhak mendapatkan santunan kematian. Selanjutnya, *timeline* penerimaan premi dan manfaat asuransi LTC yang dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

- Tidak ada klaim

Pertama, ilustrasi pada Gambar 7 berikut menggambarkan *timeline* asuransi yang akan dijalankan oleh pemegang polis jika tidak ada klaim yang diajukan selama masa pertanggungan.

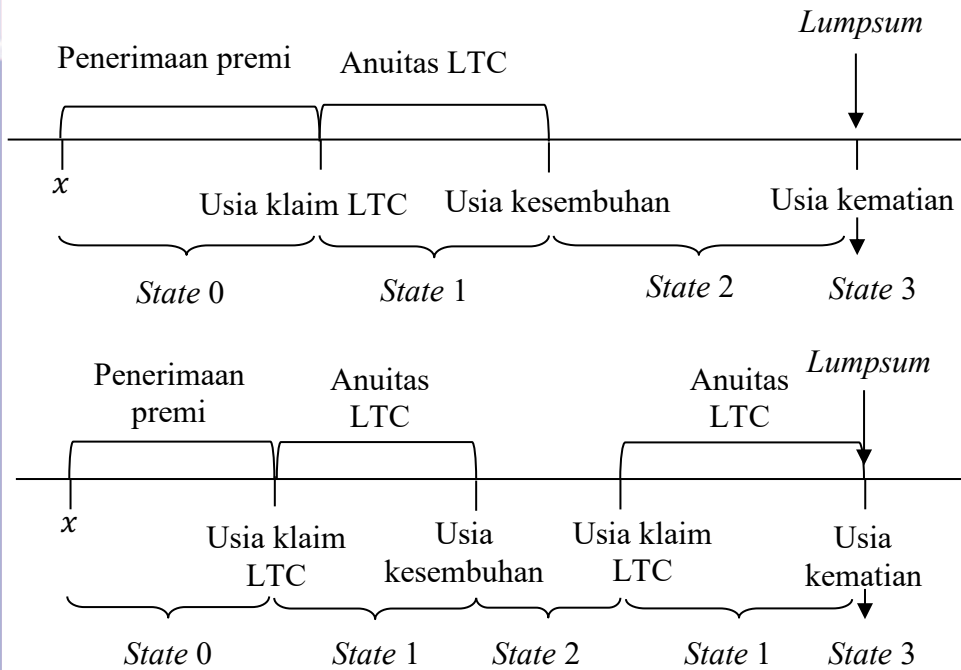


Gambar 7 *Timeline* asuransi LTC model Haberman-Pitacco jika tidak ada klaim

Gambar 7 menunjukkan bahwa ketika terjadi klaim pertama pada model Haberman-Pitacco maka pemegang polis akan menerima klaim hingga terjadi berpindah ke *state 3* (*dead*). Sebagai ilustrasi ketika pemegang polis berpindah ke *state 1* (*currently impaired*), lalu mengalami kesembuhan, perusahaan akan tetap membayarkan manfaat dengan nominal yang sama seperti pada *state* terakhir di mana pemegang polis berada. Kemudian di akhir tahun kematiannya, pemegang polis juga akan menerima santunan kematian secara *lumpsum*. Selain itu, pemegang polis harus membayarkan premi sampai dengan usia maksimal 55 tahun atau ketika terjadi perpindahan *state* sebelum usia 55 tahun.

- Ada klaim

Kedua, ilustrasi pada Gambar 8 berikut menggambarkan *timeline* asuransi model Haberman-Pitacco yang akan dijalankan oleh pemegang polis jika terdapat klaim yang diajukan selama masa pertanggungan.



Gambar 8 Timeline asuransi LTC model Haberman-Pitacco jika ada klaim

Pada Gambar 8, terdapat dua contoh dari beberapa alternatif *timeline* yang mungkin terjadi pada model Haberman-Pitacco. Pertama, ketika terjadi klaim kemudian mengalami kesembuhan maka selama periode klaim pertama hingga sembuh, perusahaan akan membayar manfaat secara anuitas dimulai di akhir tahun perpindahan *state*. Setelah terjadi kesembuhan dan tidak terjadi klaim lagi maka pemegang polis tidak mendapatkan anuitas dan tidak perlu membayarkan premi hingga terjadi kematian atau ketika pemegang polis berada di *state 2* (*previously impaired*). Akan tetapi apabila terjadi klaim lagi seperti pada contoh kedua, perusahaan akan membayarkan anuitas kembali sampai pemegang polis berpindah *state*.

Kasus ini dapat berulang beberapa kali bergantung pada jumlah klaim dan kesembuhan yang terjadi hingga pemegang polis berpindah ke *state 3* (*dead*). Pemegang polis juga harus membayarkan premi sampai dengan usia maksimal 55 tahun atau sampai dengan terjadinya klaim pertama sebelum usia 55 tahun. Artinya, ketika pemegang polis mengeklaim pertama kali di usia x dengan $x < 55$ dan mengalami kesembuhan di usia $x + t$ dengan $x + t < 55$ maka pemegang polis hanya akan membayarkan premi sampai dengan terjadi klaim pertama. Di akhir tahun kematiannya, pemegang polis juga akan menerima santunan kematian secara *lumpsum*.

2.5.3 Rantai Markov (Markov Chain)

Rantai Markov adalah urutan peristiwa di mana peluang peristiwa masa depan bergantung pada peristiwa saat ini. Penyelesaian masalah dalam konteks rantai Markov dapat dilakukan dengan menggunakan diagram pohon peluang dan metode matriks (Sihombing *et al.* 2023).

Misalkan $\{X_n, n = 0, 1, 2, \dots\}$ merupakan sebuah proses stokastik yang dilambangkan dengan mengambil sejumlah nilai yang berhingga. Apabila dinyatakan lain, himpunan nilai yang mungkin dari proses ini akan disebut sebagai himpunan bilangan bulat taknegatif $\{0, 1, 2, \dots\}$. Ketika $X_n = i$, maka proses tersebut dikatakan berada dalam *state* i pada waktu n . Diasumsikan bahwa setiap kali proses berada dalam *state* i , terdapat peluang tetap p_{ij} bahwa pada langkah berikutnya proses tersebut akan berada dalam *state* j . Dengan kata lain, dapat diasumsikan bahwa:

$$P(X_{n+1} = j | X_n = i, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_1 = i_1, X_0 = i_0) = p_{ij}. \quad (7)$$

Hubungan pada persamaan (7) berlaku untuk semua kemungkinan *state* $i_0, i_1, \dots, i_{n-1}, i, j$ dan untuk semua nilai $n \geq 0$ (Ross 2023).

2.5.4 Peluang Transisi

Peluang transisi adalah perubahan dari satu keadaan ke keadaan lain selama periode berikutnya, dan merupakan proses acak yang diungkapkan dalam bentuk peluang. Informasi mengenai peluang transisi ini dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks yang disebut matriks peluang transisi. Matriks peluang transisi ini berguna untuk melakukan prediksi terkait perubahan keadaan dari satu waktu ke waktu berikutnya (Sihombing *et al.* 2023).

Peluang transisi mendefinisikan peluang bahwa seorang tertanggung yang saat ini berusia x akan berpindah dari *state* i ke *state* j dalam waktu t tahun. Misalkan $S(x)$ merupakan *state* seorang tertanggung pada usia x . Peluang transisi yang dinotasikan sebagai ${}_t p_x^{ij}$, dapat dituliskan sebagai persamaan (8) berikut (Eik 2023):

$${}_t p_x^{ij} = P[S(x+t) = j | S(x) = i] \quad (8)$$

dengan $t \in [0, T], i, j \in S, i \neq j$.

2.5.5 Matriks Peluang Transisi

Sebuah proses Markov dijelaskan oleh matriks peluang transisinya. Sejumlah peluang transisi ini berguna untuk menjelaskan perubahan keadaan dalam sistem yang berpindah dari satu keadaan ke keadaan lainnya. Peluang transisi p_{ij} dapat diwakili dalam bentuk matriks transisi Q pada persamaan (9).

$$Q = \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} & \dots & p_{0j} \\ p_{10} & p_{11} & \dots & p_{1j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{i0} & p_{i1} & \dots & p_{ij} \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Menurut Asyrofi *et al.* (2023), besar peluang transisi dapat dihitung melalui persamaan melalui persamaan (10) berikut:

$$p_{ij} = \frac{n_{ij}(t)}{n_i(t)}. \quad (10)$$

dengan

$$i = 0, 1, 2, 3, \dots, m+1,$$

- $j = 0, 1, 2, 3, \dots, m + 1$,
 $m + 1$ = jumlah *state* pada rantai Markov,
 p_{ij} = peluang transisi (perpindahan dari *state i* ke *state j*),
 $n_{ij}(t)$ = banyaknya individu yang berpindah dari *state i* ke *state j* dalam periode t ,
 $n_i(t)$ = banyaknya individu yang berada di *state i* pada awal periode t .

2.5.6 Force of Transition

Dickson *et al.* (2020) menyatakan bahwa *force of transition* dari *state i* ke j , dengan $i \neq j$, dapat dituliskan sebagai persamaan (11) berikut.

$$\mu_{x+t}^{ij} = \lim_{h \rightarrow 0+} \frac{h p_x^{ij}}{h}. \quad (11)$$

Jumlah dari *force of transition* untuk berpindah dari *state i* pada suatu interval $0 \leq t < 1$ dapat ditulis sebagai persamaan (12) berikut.

$$\mu_{x+t}^{i \cdot} = \sum_{j=0, i \neq j}^m \mu_{x+t}^{ij}. \quad (12)$$

2.5.7 Persamaan Chapman-Kolmogorov

Misalkan suatu rantai Markov dengan $m + 1$ *states*, yaitu dengan ruang sampel $S = \{0, 1, \dots, m\}$. Untuk bilangan bulat tak negatif t dan r , serta untuk keadaan-keadaan $i, j \in S$ (di mana i dan j mungkin merupakan keadaan yang sama), dapat didefinisikan pada persamaan (13) berikut (Dickson *et al.* 2020).

$${}_{t+r}p_x^{ij} = \sum_{k=0}^m {}_t p_x^{ik} {}_r p_{x+t}^{kj} \quad (13)$$

dengan

- ${}_{t+r}p_x^{ij}$ = peluang individu berusia x berpindah dari *state i* ke *state j* dalam jangka waktu $t + r$ tahun,
 $m + 1$ = jumlah *state* pada rantai Markov.

2.6 Angka Prevalensi

Angka prevalensi atau tingkat kejadian penyakit merupakan indikator yang mengukur frekuensi seluruh kasus penyakit (baik yang lama maupun yang baru) pada suatu titik waktu tertentu, dibandingkan dengan jumlah populasi dari mana kasus tersebut berasal. Prevalensi memberikan informasi tentang tingkat seberapa luasnya penyakit dalam populasi pada satu waktu tertentu (Aryanti dan Romadhiyati 2020).

Dalam konteks kesehatan, karakteristik tersebut biasanya adalah penyakit, kondisi medis, atau faktor risiko tertentu. Angka prevalensi diperoleh dengan menghitung jumlah individu yang mengalami ketergantungan ADL dibagi dengan total jumlah individu pada populasi tersebut, kemudian hasilnya dikalikan dengan 100%. Misalnya, jika kita ingin mengetahui prevalensi disabilitas di suatu kota, kita akan menghitung jumlah orang yang mengalami disabilitas pada waktu tertentu

(misalnya, pada tanggal 1 Januari 2024) dibagi dengan jumlah total populasi kota tersebut pada waktu yang sama. Hasilnya akan menunjukkan persentase penduduk kota yang mengalami disabilitas.

2.7 Anuitas Hidup

Anuitas hidup merujuk pada serangkaian pembayaran yang terus dilakukan selama individu yang bersangkutan masih hidup. Besar pembayaran ini dapat bervariasi atau tetap.

2.7.1 Anuitas Awal Berjangka n -Tahun

Anuitas awal berjangka n -tahun adalah jenis anuitas yang memberikan pembayaran pada awal tahun, dengan tingkat 1 satuan per tahun, selama individu (x) tetap hidup hingga maksimal n -tahun. Peubah acak yang menggambarkan nilai sekarang dari anuitas ini biasanya disimbolkan sebagai (Dickson *et al.* 2020):

$$Y = \begin{cases} \ddot{a}_{\overline{[T_x]+1}|}, & T_x < n \\ \ddot{a}_{\overline{n}|}, & T_x \geq n \end{cases} \quad (14)$$

dengan T_x pada persamaan (14) adalah peubah acak sisa usia dari (x). Peubah acak Y juga dapat dituliskan pada persamaan (15).

$$Y = \ddot{a}_{\overline{\min([T_x]+1, n)}|}. \quad (15)$$

Nilai sekarang aktuarial dari anuitas ini dapat dinotasikan pada persamaan (16).

$$E(Y) = \ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{t=0}^{n-1} v^t {}_t p_x. \quad (16)$$

2.7.2 Anuitas Akhir Berjangka n -Tahun

Anuitas akhir berjangka n -tahun adalah jenis anuitas yang memberikan pembayaran pada akhir tahun, dengan tingkat 1 satuan per tahun, selama individu (x) tetap hidup hingga maksimal n -tahun. Menurut Dickson *et al.* (2020), peubah acak yang menggambarkan nilai sekarang dari anuitas ini biasanya disimbolkan sebagai persamaan (17).

$$Y = \begin{cases} a_{\overline{[T_x]}|}, & T_x \leq n \\ a_{\overline{n}|}, & T_x > n. \end{cases} \quad (17)$$

Peubah acak Y pada persamaan (18) juga dapat dinotasikan sebagai berikut.

$$Y = a_{\overline{\min([T_x], n)}|}. \quad (18)$$

Nilai sekarang aktuarial dari anuitas akhir berjangka n -tahun dapat dituliskan pada persamaan (19).

$$E(Y) = a_{x:\overline{n}|} = \sum_{t=1}^n v^t {}_t p_x. \quad (19)$$

2.8 State-dependent Annuity

2.8.1 State-dependent Annuity Seumur Hidup

Misalkan saat ini seseorang yang berusia x dan berada dalam *state* i dalam suatu model *multiple state*. Sebuah anuitas sebesar 1 per tahun yang dibayarkan terus menerus sepanjang hidup x , tetapi hanya ketika x berada dalam *state* j yang ditentukan (yang mungkin sama dengan i). EPV (*Expected Present Value*) anuitas ini dengan suku bunga kontinu δ per tahun, dinotasikan sebagai $\bar{a}_x^{ij}$, dan dinyatakan pada persamaan (20) berikut (Dickson *et al.* 2020).

$$\bar{a}_x^{ij} = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} {}_t p_x^{ij} dt. \quad (20)$$

2.8.2 Term State-dependent Annuity

Misalkan seseorang yang berusia x dan saat ini berada dalam *state* i , EPV anuitas sebesar 1 per tahun, dibayarkan pada awal setiap tahun selama maksimal n tahun, dengan syarat bahwa orang tersebut berada dalam *state* j pada tanggal pembayaran, dapat dituliskan sebagai persamaan (21) berikut (Dickson *et al.* 2020).

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{x:\overline{n}|}^{ij} &= {}_0 p_x^{ij} + v {}_1 p_x^{ij} + v^2 {}_2 p_x^{ij} + \dots + v^{n-1} {}_{n-1} p_x^{ij} \\ \ddot{a}_{x:\overline{n}|}^{ij} &= \sum_{k=0}^{n-1} v^k {}_k p_x^{ij}. \end{aligned} \quad (21)$$

2.9 State-dependent Insurance Benefits

2.9.1 State-dependent Insurance Benefits Seumur Hidup

Benefit dari asuransi *state-dependent* bersifat bergantung pada status tertentu yang mengondisikan pembayaran manfaat. Sebagai contoh, manfaat dibayarkan sebesar 1 satuan ketika terjadi perubahan *state* dari *state* i ke *state* j . Menurut Dickson *et al.* (2020), EPV dengan *benefit* sebesar 1 satuan yang dibayarkan secara kontinu (tepat saat terjadi perpindahan *state*) dapat ditulis sebagai berikut.

$$\bar{A}_x^{ij} = \int_0^{\infty} \sum_{k=0, k \neq j}^m e^{-\delta t} {}_t p_x^{ik} \mu_{x+t}^{kj} dt. \quad (22)$$

2.9.2 State-dependent Insurance Benefits Berjangka n -Tahun

Misalkan pembayaran sebesar 1 akan dilakukan segera pada setiap transfer masa depan ke *state* j dalam jangka waktu n -tahun, dengan asumsi bahwa hidup saat ini berada dalam *state* i (yang mungkin sama dengan j), maka APV dengan *benefit* sebesar 1 satuan menurut Dickson *et al.* (2020) adalah sebagai berikut.

$$\bar{A}_{x:\overline{n}|}^{ij} = \int_0^n \sum_{k=0, k \neq j}^m e^{-\delta t} {}_t p_x^{ik} \mu_{x+t}^{kj} dt. \quad (23)$$

2.10 Premi Asuransi

Premi adalah sejumlah uang yang dibayarkan oleh pemegang polis asuransi kepada perusahaan asuransi dalam kontrak asuransi jiwa, yang kemudian menunjuk individu yang memiliki kehidupan yang diasuransikan. Penerimaan premi reguler dapat dilakukan secara tahunan, setengah tahunan, perempat tahunan, bulanan, atau mingguan. Penerimaan premi bulanan atau tahunan menjadi pilihan umum karena kenyamanannya bagi pemegang polis yang ingin menjadwalkan penerimaan premi sesuai dengan frekuensi pendapatan mereka, sehingga memungkinkan mereka untuk mengatur keuangan mereka dengan lebih baik (Dickson *et al.* 2020).

Penghitungan premi bersih asuransi dengan menggunakan prinsip kesetaraan (*equivalence principle*) dan dilakukan dengan menetapkan jumlah premi sedemikian rupa sehingga ekspektasi kerugian bagi perusahaan asuransi sama dengan nol, tanpa memperhitungkan biaya operasional atau biaya tambahan lainnya. Perumusan premi bersih dapat dituliskan sebagai persamaan (24) berikut:

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FP) - APV_{@0}(FB) &= 0 \\ APV_{@0}(FP) &= APV_{@0}(FB) \end{aligned} \quad (24)$$

dengan:

$APV_{@0}(FP)$ = nilai sekarang aktuarial dari penerimaan premi/*future premium* (FP),

$APV_{@0}(FB)$ = nilai sekarang aktuarial dari pembayaran manfaat/*future benefit* (FB).



III METODE

3.1 Data dan Perangkat Lunak yang Digunakan

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data suku bunga BI *rate* periode Januari 2024 dan data hipotetik dari pengolahan Tabel Mortalitas Ketenagakerjaan 2022 (TMJ-22) yang dirilis oleh BPJS Ketenagakerjaan pada tahun 2022, dan Proporsi Tingkat Ketergantungan pada Penduduk Usia 18–59 Tahun dan Usia ≥ 60 Tahun dalam Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) yang dirilis oleh Kementerian Kesehatan RI tahun 2018. Pada penelitian ini, perangkat lunak Microsoft Excel dengan Visual Basic (Macro) serta R Studio digunakan untuk mengobservasi, mengolah, menganalisis serta memvisualisasikan data.

3.2 Desain Polis

Penelitian ini menerapkan desain polis sebagai berikut.

1. Model penelitian yang digunakan adalah model ADLs *multiple state* yang mengikuti model Dickson (*one way*), model Dickson (*reverse*), serta model Haberman-Pitacco.
2. Premi asuransi LTC diterima secara anuitas dan berjangka hingga usia 55 tahun (usia pensiun normal berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor: Per.02/MEN/1995 tentang Usia Pensiun Normal dan Batas Usia Pensiun Maksimum bagi Peserta Peraturan Dana Pensiun) ketika pemegang polis berada di *state* 0 (*active*). Isi lengkap mengenai peraturan tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1.
3. Desain suku bunga efektif tahunan yang digunakan adalah konstan dan diperoleh dari suku bunga BI *rate* per Januari 2024 yaitu sebesar 6%.
4. Manfaat asuransi LTC mulai dibayarkan secara anuitas pertahun pada saat pemegang polis mulai memasuki:
 - *state* j dengan $j = 1, 2, 3$ untuk model Dickson
 - *state* 1 untuk model Haberman-Pitacco.
5. Santunan kematian asuransi LTC diberikan secara *lumpsum* pada akhir tahun kematian pada saat pemegang polis memasuki:
 - *state* 4 untuk model Dickson
 - *state* 3 untuk model Haberman-Pitacco.
6. Penghitungan premi berjangka asuransi LTC dimulai pada saat pemegang polis mengikuti program asuransi di usia 35 tahun dengan usia masuk maksimal adalah 45 tahun (10 tahun sebelum usia pensiun).
7. Besar manfaat asuransi LTC pada penelitian ini mengacu pada harga sewa kamar dan fasilitas tambahan dari Panti Jompo XYZ dengan rincian fasilitas kamar, fasilitas tambahan, dan harga sewa perbulan pada Lampiran 2. Detail asumsi besar manfaat tiap model adalah sebagai berikut.
 - Asumsi besar manfaat asuransi LTC model Dickson yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Asumsi besar manfaat asuransi LTC model Dickson

<i>State</i> (<i>j</i>)	Nama <i>state</i>	Fasilitas	Besar manfaat $B_D^{(j)}$ (Rp)
1	<i>Impaired</i>	Pendamping orang tua (<i>nanny</i>)	30.000.000
2	<i>Severely Impaired</i>	Kamar standar + <i>nanny</i>	90.000.000
3	<i>Cognitive Impairment</i>	Kamar VIP + <i>nanny</i>	132.000.000
4	<i>Dead</i>	Santunan kematian	30.000.000

Pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa fasilitas yang diberikan terutama pada fasilitas kamar menyebabkan perbedaan besar manfaat yang signifikan. Penelitian ini menggunakan nilai besar manfaat yang setara dengan fasilitasnya pada penghitungan premi. Pada kamar standar, fasilitas yang ditawarkan yaitu kamar tidur *fully furnished* (tempat tidur, lemari pakaian, meja rias, 1 set meja dan kursi, *exhaust fan*) dan kamar mandi yang dilengkapi *water heater*. Selain itu, untuk kamar VIP juga difasilitasi kamar tidur *fully furnished*, AC (*air conditioner*), serta kamar mandi yang juga dilengkapi *water heater*. Perbedaan fasilitas kamar dengan AC dan *exhaust fan* menyebabkan perbedaan manfaat sebesar Rp42.000.000 per tahun atau setara dengan Rp3.500.000 per bulannya.

- Asumsi besar manfaat asuransi LTC Haberman-Pitacco yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Asumsi besar manfaat asuransi LTC model Haberman-Pitacco

<i>State</i> (<i>j</i>)	Nama <i>state</i>	Fasilitas	Besar manfaat $B_{HP}^{(j)}$ (Rp)
1	<i>Currently Impaired</i>	Kamar VIP + <i>nanny</i>	132.000.000
3	<i>Dead</i>	Santunan kematian	30.000.000

Pada Tabel 6, dapat dilihat bahwa asuransi LTC model Haberman-Pitacco hanya memiliki 2 *state* yang memberikan pembayaran manfaat. *State* 1 pada model ini menawarkan fasilitas serta besar manfaat yang setara dengan manfaat *state* 3 di model Dickson. Selanjutnya, individu tertanggung (*x*) yang berada di *state* 3 akan menerima pembayaran santunan kematian secara *lumpsum* sebesar Rp30.000.000 di akhir tahun kematian.

3.3 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menetapkan suku bunga efektif tahunan yang konstan dan diperoleh dari data *BI Rate* per Januari 2024.
2. Merumuskan perhitungan APV (*Actuarial Present Value*/nilai sekarang aktuarial) dari *state-dependent annuity* dan APV *state-dependent insurance benefit* pada manfaat dan premi asuransi LTC untuk model diskret.
3. Menyusun data hipotetik untuk peluang transisi satu langkah dalam setahun untuk asuransi LTC pada model Dickson dan Haberman-Pitacco.
4. Menyusun tabel peluang transisi *n*-langkah untuk asuransi LTC model Dickson yang serta model Haberman-Pitacco.
5. Menghitung anuitas dan nilai sekarang aktuarial dari tahun pertama mengikuti asuransi sampai dengan tahun maksimal mengikuti asuransi.
6. Menghitung premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih untuk asuransi LTC dengan model Dickson dan Haberman-Pitacco.
7. Membandingkan hasil penghitungan premi bersih antara model Dickson dan Haberman-Pitacco.

@Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perumusan Anuitas dan Nilai Sekarang Aktuarial

4.1.1 *State-dependent Annuity*

Pada penelitian ini, perumusan penerimaan premi dan manfaat dalam bentuk anuitas menggunakan formula *state-dependent immediate annuity*, di mana pembayaran anuitas diberikan setiap akhir tahun selama pemegang polis berada dalam *state* tertentu dan penerimaan premi setiap awal tahun selama pemegang polis dalam keadaan aktif atau berada di *state* 0. Perumusan dari *state-dependent immediate annuity* diformulasikan berdasarkan persamaan (20).

Whole Life State-dependent Annuity

Persamaan (20) tentang *state-dependent annuity* seumur hidup dihitung secara kontinu sedangkan pada penelitian ini diperlukan anuitas yang dibayarkan secara tahunan seumur hidup. Formulasi *whole life state-dependent annuity* pada seseorang berusia x yang harus dibayarkan diakhir tahun ketika berpindah dari *state* i ke *state* j dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} a_x^{ij} &= v^1 {}_1p_x^{ij} + v^2 {}_2p_x^{ij} + v^3 {}_3p_x^{ij} + \dots \\ &= \sum_{t=1}^{\infty} v^t {}_tp_x^{ij}. \end{aligned} \quad (25)$$

Berdasarkan persamaan (19) tentang *state-dependent annuity* seumur hidup juga dapat digunakan untuk mendasari perumusan *whole life state-dependent immediate annuity* pada seseorang berusia x yang harus dibayarkan diawal tahun ketika berpindah dari *state* i ke *state* j dapat diformulasikan pada persamaan (26).

$$\begin{aligned} \ddot{a}_x^{ij} &= v^0 {}_0p_x^{ij} + v^1 {}_1p_x^{ij} + v^2 {}_2p_x^{ij} + \dots \\ &= \sum_{t=0}^{\infty} v^t {}_tp_x^{ij}. \end{aligned} \quad (26)$$

Term State-dependent Annuity

Perumusan *term state-dependent annuity* dapat dilakukan dengan menambahkan jangka waktu n tahun pada persamaan (25) untuk pembayaran diakhir tahun dan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} a_{x:\overline{n}|}^{ij} &= v^1 {}_1p_x^{ij} + v^2 {}_2p_x^{ij} + v^3 {}_3p_x^{ij} + \dots + v^n {}_np_x^{ij} \\ &= \sum_{t=1}^n v^t {}_tp_x^{ij}. \end{aligned} \quad (27)$$

Persamaan (27) merupakan anuitas seseorang berusia x yang dimulai ketika berpindah dari *state* i ke *state* j yang dibayarkan setiap akhir tahun selama jangka waktu n tahun selama masih berada pada *state* j . Selanjutnya, untuk anuitas yang dibayarkan pada awal tahun, formulasi *term state-dependent annuity* telah dituliskan pada persamaan (21).

4.1.2 State-dependent Insurance Benefits

Pada penelitian ini, perumusan pembayaran santunan kematian dalam bentuk *lumpsum* menggunakan formula *state-dependent insurance benefits*, di mana pembayaran santunan kematian diberikan pada akhir tahun kematian atau pada akhir tahun ketika pemegang polis berpindah dari *state* awal ke *state* 4. Perumusan dari *state-dependent insurance benefits* diformulasikan berdasarkan persamaan (22) dan (23).

Whole Life State-dependent Insurance Benefits

Berdasarkan persamaan (22) tentang *state-dependent insurance benefits* seumur hidup dibayarkan secara kontinu atau tepat saat pemegang polis berpindah dari *state* i ke *state* j . Untuk menghitung santunan kematian sebesar 1 satuan yang dibayarkan di akhir tahun kematian atau ketika pemegang polis berpindah dari *state* i ke *state* j dapat diformulasikan yang didasari persamaan (22) dan dapat ditulis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} A_x^{ij} &= \sum_{t=0}^{\infty} v^{t+1} ({}_t p_x^{i0} p_{x+t}^{0j} + {}_t p_x^{i1} p_{x+t}^{1j} + \dots + {}_t p_x^{ik} p_{x+t}^{kj}) \\ &= \sum_{t=0}^{\infty} \sum_{k=0, k \neq j}^m v^{t+1} {}_t p_x^{ik} p_{x+t}^{kj}. \end{aligned} \quad (28)$$

Persamaan (28) dapat didefinisikan sebagai nilai sekarang aktuarial dari pembayaran santunan kematian sebesar 1 satuan secara *lumpsum* diakhir tahun dari seseorang berusia x yang berpindah dari *state* i ke *state* j .

Term State-dependent Insurance Benefits

Berdasarkan persamaan (23) tentang *state-dependent insurance benefits* berjangka n -tahun dibayarkan secara kontinu atau tepat saat pemegang polis berpindah dari *state* i ke *state* j . Pada penghitungan *term state-dependent insurance benefits* sebesar 1 satuan yang dibayarkan di akhir tahun kematian atau ketika pemegang polis berpindah dari *state* i ke *state* j dapat diformulasikan yang didasari persamaan (22) dan dapat ditulis sebagai persamaan (29) berikut.

$$\begin{aligned} A_{x:\overline{n}|}^{ij} &= \sum_{t=0}^{n-1} v^{t+1} ({}_t p_x^{i0} p_{x+t}^{0j} + {}_t p_x^{i1} p_{x+t}^{1j} + \dots + {}_t p_x^{ik} p_{x+t}^{kj}) \\ &= \sum_{t=0}^{n-1} \sum_{k=0, k \neq j}^m v^{t+1} {}_t p_x^{ik} p_{x+t}^{kj}. \end{aligned} \quad (29)$$

4.2 Penyusunan Data Hipotetik pada Tabel Peluang Transisi Satu Langkah dalam Setahun (*One-year Probability Transition*)

Pada penelitian ini, faktor ADL digunakan sebagai indikator individu yang dapat menerima manfaat atau pertanggungan asuransi LTC. Di Indonesia, belum ada survei maupun penelitian tersendiri mengenai proporsi penduduk yang mengalami ketergantungan atau kesulitan dari faktor ADL yang diharapkan. Oleh karena itu, penelitian ini memerlukan penyusunan data hipotetik yang telah disusun

sedemikian sehingga penghitungan premi asuransi LTC dapat dilakukan. Penyusunan data hipotetik dalam penentuan peluang transisi ini melibatkan Tabel Mortalitas Ketenagakerjaan (TMJ-22) dan Proporsi Tingkat Ketergantungan pada Penduduk Usia 18-59 Tahun dan Usia ≥ 60 Tahun dalam Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) yang dirilis oleh Kementerian Kesehatan RI tahun 2018.

4.2.1 Proporsi Tingkat Ketergantungan (Prevalensi)

Pada Riskesdas 2018, disajikan data proporsi tingkat ketergantungan berdasarkan kelompok usia, jenis kelamin, pendidikan, pekerjaan, dan tempat tinggal. Penelitian ini menggunakan data Proporsi Tingkat Disabilitas pada Penduduk Usia 18-59 dan Usia ≥ 60 Tahun menurut Karakteristik Kelompok Usia. Pada data penduduk berusia 18-59 tahun ini menggunakan survei yang diadaptasi dari WHO DAS 2.0 mengenai *Disability Assessment Schedule* (DAS) yang mengukur disabilitas (fungsi dan kemampuan) penduduk dan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Proporsi tingkat disabilitas/ketergantungan pada penduduk usia 18-59 tahun menurut karakteristik kelompok usia

Kelompok usia (tahun)	Tingkat disabilitas/ketergantungan (%)			
	Mandiri	Tergantung ringan	Tergantung sedang	Tergantung berat/total
18-24	70,50	20,20	8,60	0,70
25-34	70,80	20,10	8,50	0,60
35-44	70,20	20,30	8,70	0,80
45-54	65,90	21,90	10,75	1,45
55-59	59,50	24,20	13,35	2,95

Sumber: Kementerian Kesehatan RI (2018)

Data pada Tabel 7 digunakan untuk menentukan peluang transisi 1 tahun dari *state 0 (active)* ke *state 1, 2, dan 3 (impaired)* pada model Dickson serta peluang transisi 1 tahun dari *state 0 (active)* ke *state 1 (currently disabled)* pada model Haberman-Pitacco bagi penduduk berusia 18-59 tahun. Selanjutnya, data penduduk berusia ≥ 60 tahun mengacu pada *Barthel Index of Activities of Daily Living* untuk menentukan seberapa besar perawatan yang dibutuhkan oleh individu berusia ≥ 60 tahun dan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Proporsi tingkat disabilitas/ketergantungan pada penduduk usia ≥ 60 tahun menurut karakteristik kelompok usia

Kelompok usia (tahun)	Tingkat disabilitas/ketergantungan (%)				
	Mandiri	Tergantung ringan	Tergantung sedang	Tergantung berat	Tergantung total
60-69	80,30	17,51	0,59	0,53	1,07
70-79	68,09	27,22	1,50	1,33	1,86
≥ 80	50,04	38,03	3,98	3,56	4,39

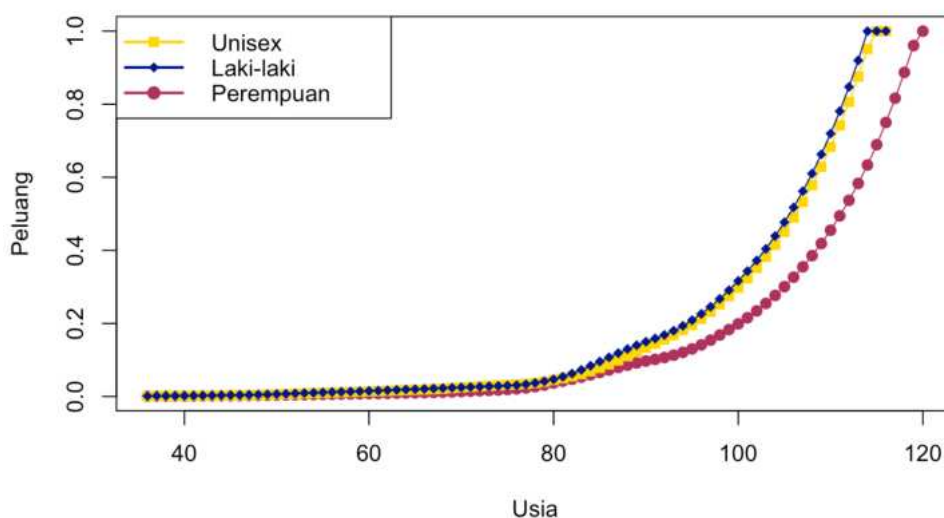
Sumber: Kementerian Kesehatan RI (2018)

Data pada Tabel 8 digunakan untuk menentukan peluang transisi satu langkah dalam setahun dari *state 0 (active)* ke *state 1 (impaired)*, *2 (severely impaired)*, dan *3 (cognitive impairment)* pada model Dickson serta peluang transisi satu langkah

dalam setahun dari *state 0 (active)* ke *state 1 (currently disabled)* pada model Haberman-Pitacco bagi penduduk berusia ≥ 60 tahun.

4.2.2 Tabel Mortalitas BPJS Ketenagakerjaan (TMJ-22)

Data TMJ-22 ini berisi data kepesertaan dan data kematian milik BPJS Ketenagakerjaan pada Program Jaminan Sosial. Data TMJ-22 ini digunakan untuk menentukan peluang transisi 1 tahun dari *state 0 (active)* ke *state 4 (dead)* pada model Dickson dan peluang transisi 1 tahun dari *state 0 (active)* ke *state 3 (dead)* pada model Haberman-Pitacco. TMJ-22 juga menyajikan data berdasarkan kategori *gender* yaitu laki-laki, perempuan, dan tidak membedakan jenis kelamin tertentu (*unisex*) yang mana pada penelitian ini digunakan kategori *unisex* (BPJS Ketenagakerjaan 2022). Data TMJ-22 dapat dilihat secara lengkap pada Lampiran 3 serta grafiknya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik peluang kematian tahunan berdasarkan TMJ-22

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa ketika usia semakin tinggi, peluang kematian kategori perempuan terlihat lebih landai dibandingkan dengan laki-laki dan *unisex*. Kategori perempuan juga memiliki usia bertahan hidup yang lebih tinggi yaitu mencapai 120 tahun dibandingkan dengan kategori laki-laki dan *unisex* yang hanya mencapai 115 tahun.

4.2.3 Penyusunan Tabel Peluang Transisi Satu Langkah Model Dickson Beserta Asumsinya

Pada tabel peluang transisi satu langkah dengan model Dickson (*one way*) memiliki model yang dapat dilihat pada Gambar 1. Model ini memiliki bentuk peluang transisi sebagai berikut:

$$M_D = \begin{pmatrix} p_x^{00} & p_x^{01} & p_x^{02} & p_x^{03} & p_x^{04} \\ p_x^{10} & p_x^{11} & p_x^{12} & p_x^{13} & p_x^{14} \\ p_x^{20} & p_x^{21} & p_x^{22} & p_x^{23} & p_x^{24} \\ p_x^{30} & p_x^{31} & p_x^{32} & p_x^{33} & p_x^{34} \\ p_x^{40} & p_x^{41} & p_x^{42} & p_x^{43} & p_x^{44} \end{pmatrix} \quad (30)$$

dengan M_D adalah matriks peluang transisi satu langkah model Dickson (*one way*) dan (*reverse*). Berdasarkan model pada Gambar 1 dan persamaan (30), individu tertanggung diasumsikan tidak dapat berpindah ke *state* yang lebih kecil dari *state* sebelumnya sehingga persamaan (30) dapat tuliskan seperti pada Tabel 9.

Tabel 9 Peluang transisi satu langkah dalam setahun model Dickson (*one way*)

State	0	1	2	3	4
0	p_x^{00}	p_x^{01}	p_x^{02}	p_x^{03}	p_x^{04}
1	0	p_x^{11}	p_x^{12}	p_x^{13}	p_x^{14}
2	0	0	p_x^{22}	p_x^{23}	p_x^{24}
3	0	0	0	p_x^{33}	p_x^{34}
4	0	0	0	0	1

Peluang transisi dari model Dickson (*one way*) pada Tabel 9 bernilai 0 pada $p_x^{10}, p_x^{20}, p_x^{21}, p_x^{30}, p_x^{31}, p_x^{32}, p_x^{40}, p_x^{41}, p_x^{42}, p_x^{43}$ yang membuktikan bahwa individu yang telah memasuki *state* j dengan $j > i$ tidak dapat kembali ke *state* i atau *state* sebelumnya atau berarti tidak ada kesembuhan serta *state* 4 (*dead*) merupakan *state* penyerap.

Implikasi dari peluang transisi ini adalah model Dickson mengasumsikan kondisi kesehatan individu cenderung memburuk seiring waktu dan tidak ada kemungkinan pemulihan ke kondisi kesehatan yang lebih baik setelah mencapai suatu *state* tertentu. Konsekuensi dari asumsi ini adalah premi asuransi LTC model Dickson (*one way*) cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan model lainnya karena perusahaan asuransi harus memperhitungkan risiko yang semakin meningkat seiring bertambahnya usia serta tidak adanya asumsi kesembuhan. Selanjutnya, tabel peluang transisi satu langkah dalam setahun ke depan untuk individu berusia (x) pada asuransi LTC model Dickson disusun menggunakan data sekunder dan mengacu pada asumsi yang dirincikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Asumsi peluang transisi satu langkah setahun ke depan pada asuransi LTC model Dickson (*one way*)

Notasi	Asumsi
p_x^{04}	Peluang kematian dalam waktu setahun bagi individu berusia (x) dengan $35 \leq x \leq 115$ tahun pada TMJ-22
p_x^{01}	$(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan proporsi penduduk kategori tergantung sedang untuk usia $35 \leq x \leq 59$ $(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan proporsi penduduk kategori tergantung ringan untuk usia $60 \leq x \leq 115$
p_x^{02}	$(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan 20% proporsi penduduk kategori tergantung berat/total untuk usia $35 \leq x \leq 59$ $(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan proporsi penduduk kategori tergantung sedang untuk usia $60 \leq x \leq 115$
p_x^{03}	$(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan 80% proporsi penduduk kategori tergantung berat/total untuk $35 \leq x \leq 59$ $(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan proporsi penduduk kategori tergantung berat + tergantung total untuk $60 \leq x \leq 115$
p_x^{00}	$1 - (p_x^{01} + p_x^{02} + p_x^{03} + p_x^{04})$
p_x^{14}	$1,1 p_x^{04}$, untuk $35 \leq x \leq 114$ 1 , untuk $x = 115$, atau jika $p_x^{14} > 1$
p_x^{12}	$1,1 p_x^{02}$ untuk $35 \leq x \leq 114$ 0 , untuk $x = 115$
p_x^{13}	$1,1 p_x^{03}$, untuk $35 \leq x \leq 114$ 0 , untuk $x = 115$
p_x^{11}	$1 - (p_x^{12} + p_x^{13} + p_x^{14})$, untuk $35 \leq x \leq 115$
p_x^{24}	$1,2 p_x^{04}$, untuk $35 \leq x \leq 112$ 1 , untuk $113 \leq x \leq 115$, atau jika $p_x^{24} > 1$
p_x^{23}	$1,2 p_x^{03}$, untuk $35 \leq x \leq 112$ 0 , untuk $113 \leq x \leq 115$
p_x^{22}	$1 - (p_x^{23} + p_x^{24})$, untuk $35 \leq x \leq 115$
p_x^{34}	$1,3 p_x^{03}$, untuk $35 \leq x \leq 111$ 1 , untuk $112 \leq x \leq 115$, atau jika $p_x^{34} > 1$
p_x^{33}	$(1 - p_x^{34})$, untuk $35 \leq x \leq 115$

Berdasarkan asumsi pada Tabel 10, hasil penghitungan peluang transisi satu langkah dalam setahun ke depan pada model asuransi LTC Dickson (*one way*) untuk individu kategori *unisex* berusia (x) dengan $x = 35, 36, \dots, 115$ dapat digunakan untuk penghitungan premi dan dapat dilihat pada Lampiran 4. Selanjutnya, model pada Gambar 2 dan persamaan (30) mendefinisikan peluang transisi ketika individu bertanggung diasumsikan dapat berpindah ke *state* yang lebih kecil dari *state* sebelumnya selain pada *state* 3 dan 4. Peluang transisi model tersebut dapat dituliskan seperti pada Tabel 11.

Tabel 11 Peluang transisi satu langkah dalam setahun model Dickson (*reverse*)

State	0	1	2	3	4
0	p_x^{00}	p_x^{01}	p_x^{02}	p_x^{03}	p_x^{04}
1	p_x^{10}	p_x^{11}	p_x^{12}	p_x^{13}	p_x^{14}
2	p_x^{20}	p_x^{21}	p_x^{22}	p_x^{23}	p_x^{24}
3	0	0	0	p_x^{33}	p_x^{34}
4	0	0	0	0	1

Dari Tabel 10 dan 11 dapat dilihat kalau *state* 4 merupakan *state* penyerap atau bernilai 1 pada p_x^{44} . Peluang transisi dari model Dickson (*reverse*) pada Tabel 11 bernilai 0 pada $p_x^{30}, p_x^{31}, p_x^{32}, p_x^{40}, p_x^{41}, p_x^{42}, p_x^{43}$ yang membuktikan bahwa individu yang telah memasuki *state* 3 atau *state* 4 tidak dapat kembali ke *state* sebelumnya. Artinya, sekali individu mencapai *state* 4 (*dead*), maka individu tersebut akan tetap berada dalam *state* tersebut dan tidak akan mengalami transisi ke *state* lainnya.

Implikasi dari asumsi ini adalah premi asuransi LTC model Dickson (*reverse*) cenderung tinggi tetapi lebih rendah dibandingkan dengan model Dickson (*one way*) karena perusahaan asuransi harus memperhitungkan risiko yang semakin meningkat seiring bertambahnya usia serta memungkinkan adanya kesembuhan. Selanjutnya, tabel peluang transisi satu langkah dalam setahun ke depan untuk individu berusia (x) pada asuransi LTC model Dickson (*reverse*) disusun menggunakan data sekunder dan mengacu pada asumsi yang dirincikan pada Tabel 12.

Tabel 12 Asumsi peluang transisi satu langkah setahun ke depan pada asuransi LTC model Dickson (*reverse*)

Notasi	Asumsi
p_x^{04}	Peluang kematian dalam waktu setahun bagi individu berusia (x) dengan $35 \leq x \leq 115$ tahun pada TMJ-22
p_x^{01}	$(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan proporsi penduduk kategori tergantung sedang untuk usia $35 \leq x \leq 59$ $(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan proporsi penduduk kategori tergantung ringan untuk usia $60 \leq x \leq 115$
p_x^{02}	$(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan 20% proporsi penduduk kategori tergantung berat/total untuk usia $35 \leq x \leq 59$ $(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan proporsi penduduk kategori tergantung sedang untuk usia $60 \leq x \leq 115$
p_x^{03}	$(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan 80% proporsi penduduk kategori tergantung berat/total untuk $35 \leq x \leq 59$ $(1 - p_x^{04})$ dikalikan dengan proporsi penduduk kategori tergantung berat + tergantung total untuk $60 \leq x \leq 115$
p_x^{00}	$1 - (p_x^{01} + p_x^{02} + p_x^{03} + p_x^{04})$
p_x^{14}	$1,1 p_x^{04}$, untuk $35 \leq x \leq 114$ 1 , untuk $x = 115$, atau jika $p_x^{14} > 1$
p_x^{10}	$0,5 p_x^{01}$, untuk $35 \leq x \leq 112$ 0 , untuk $113 \leq x \leq 115$
p_x^{12}	$1,1 p_x^{02}$, untuk $35 \leq x \leq 114$ 0 , untuk $x = 115$
p_x^{13}	$1,1 p_x^{03}$, untuk $35 \leq x \leq 114$ 0 , untuk $x = 115$
p_x^{11}	$1 - (p_x^{12} + p_x^{13} + p_x^{14})$, untuk $35 \leq x \leq 115$
p_x^{24}	$1,2 p_x^{04}$, untuk $35 \leq x \leq 112$ 1 , untuk $113 \leq x \leq 115$, atau jika $p_x^{24} > 1$
p_x^{20}	$0,5 p_x^{02}$, untuk $35 \leq x \leq 112$ 0 , untuk $113 \leq x \leq 115$
p_x^{21}	$0,5 p_x^{12}$, untuk $35 \leq x \leq 112$ 0 , untuk $113 \leq x \leq 115$
p_x^{23}	$1,2 p_x^{03}$, untuk $35 \leq x \leq 112$ 0 , untuk $113 \leq x \leq 115$
p_x^{22}	$1 - (p_x^{23} + p_x^{24})$, untuk $35 \leq x \leq 115$
p_x^{34}	$1,3 p_x^{03}$, untuk $35 \leq x \leq 111$ 1 , untuk $112 \leq x \leq 115$, atau jika $p_x^{34} > 1$
p_x^{33}	$(1 - p_x^{34})$, untuk $35 \leq x \leq 115$

Dari asumsi pada Tabel 12, hasil penghitungan peluang transisi satu langkah dalam setahun ke depan pada model asuransi LTC Dickson (*reverse*) untuk individu kategori *unisex* berusia (x) dengan $x = 35, 36, \dots, 115$ dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.2.4 Penyusunan Tabel Peluang Transisi Satu Langkah Model Haberman-Pitacco Beserta Asumsinya

Pada tabel peluang transisi satu langkah dengan model Haberman-Pitacco memiliki model yang dapat dilihat pada Gambar 3. Model ini memiliki bentuk peluang transisi sebagai berikut:

$$M_{HP} = \begin{pmatrix} p_x^{00} & p_x^{01} & p_x^{02} & p_x^{03} \\ p_x^{10} & p_x^{11} & p_x^{12} & p_x^{13} \\ p_x^{20} & p_x^{21} & p_x^{22} & p_x^{23} \\ p_x^{30} & p_x^{31} & p_x^{32} & p_x^{33} \end{pmatrix} \quad (31)$$

dengan M_{HP} pada persamaan (31) adalah matriks peluang transisi satu langkah model Haberman-Pitacco.

Berdasarkan model pada Gambar 6 dan persamaan (31) ini, individu bertanggung diasumsikan tidak dapat berpindah ke *state* yang lebih kecil dari *state* sebelumnya kecuali pada *state* 2 (*previously impaired*) yang dapat berpindah ke *state* 1 (*currently impaired*) dan kembali lagi ke *state* 2 sehingga persamaan (31) dapat tuliskan seperti pada Tabel 13.

Tabel 13 Peluang transisi satu langkah dalam setahun model Haberman-Pitacco

State	0	1	2	3
0	p_x^{00}	p_x^{01}	0	p_x^{03}
1	0	p_x^{11}	p_x^{12}	p_x^{13}
2	0	p_x^{21}	p_x^{22}	p_x^{23}
3	0	0	0	1

Dari Tabel 13 dapat dilihat bahwa individu yang berpindah ke *state* yang lebih kecil dari *state* sebelumnya pasti bernilai 0 kecuali pada *state* 2 (*previously impaired*) yang memiliki nilai pada p_x^{21} , serta *state* 3 (*dead*) merupakan *state* penyerap sehingga p_x^{33} pasti bernilai 1. Pada p_x^{02} , individu bertanggung juga diasumsikan tidak dapat berpindah dalam waktu setahun dari *state* 0 (*active*) ke *state* 2 (*previously impaired*) sehingga p_x^{02} bernilai 0 pada peluang transisi satu langkah dalam setahun. Selanjutnya, tabel peluang transisi satu langkah dalam setahun ke depan untuk individu berusia (x) pada asuransi LTC model Haberman-Pitacco disusun menggunakan data sekunder dan mengacu pada asumsi yang dirincikan pada Tabel 14.

Tabel 14 Asumsi peluang transisi satu langkah setahun ke depan pada asuransi LTC model Haberman-Pitacco

Notasi	Asumsi
p_x^{03}	Peluang kematian dalam waktu setahun bagi individu berusia (x) dengan $35 \leq x \leq 115$ tahun pada TMJ-22
p_x^{01}	$(1 - p_x^{03})$ dikalikan dengan proporsi penduduk kategori Tergantung Berat/Total untuk $35 \leq x \leq 59$ $(1 - p_x^{03})$ dikalikan dengan proporsi penduduk kategori Tergantung Berat + Tergantung Total untuk $60 \leq x \leq 115$
p_x^{00}	$1 - (p_x^{01} + p_x^{03})$
p_x^{13}	$1,1 p_x^{03}$, untuk $35 \leq x \leq 113$ 1 , untuk $x = 114, 115$
p_x^{12}	$0,5 p_x^{01}$, untuk $35 \leq x \leq 113$ 0 , untuk $x = 114, 115$
p_x^{11}	$1 - (p_x^{12} + p_x^{13})$, untuk $35 \leq x \leq 115$
p_x^{21}	$1,1 p_x^{01}$, untuk $35 \leq x \leq 112$ 0 , untuk $113 \leq x \leq 115$
p_x^{23}	$1,2 p_x^{03}$, untuk $35 \leq x \leq 112$ 0 , untuk $113 \leq x \leq 115$
p_x^{22}	$(1 - p_x^{34})$, untuk $35 \leq x \leq 115$

Selanjutnya tabel peluang transisi satu langkah setahun ke depan pada model Haberman-Pitacco menggunakan asumsi pada Tabel 14 untuk individu berusia (x) dengan $35 \leq x \leq 115$ dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.2.5 Penghitungan Faktor Diskon (*Discount Factor*)

Faktor diskon atau faktor nilai sekarang (PV) dapat dihitung menggunakan suku bunga majemuk. Faktor diskon yang digunakan pada karya ilmiah ini mengacu pada BI *rate* periode Januari 2024 yang bernilai $r = 6\%$ (Bank Indonesia 2024). Suku bunga tersebut kemudian disubstitusikan pada persamaan (4) sehingga diperoleh persamaan (32) berikut.

$$v = \frac{1}{1 + r} = \frac{1}{1 + 0,06} = 0,9433962264. \quad (32)$$

4.3 Penghitungan Premi Tahunan Bersih Model Dickson

Premi bersih tahunan asuransi LTC model Dickson dengan manfaat atau uang pertanggungan sebesar $B_D^{(j)}$ dapat dihitung menggunakan prinsip kesetaraan yang ada pada persamaan (24).

4.3.1 Nilai Sekarang Aktuaria dari Anuitas Penerimaan Premi

Misalkan saat ini seseorang berusia (x) membeli asuransi LTC model Dickson. Nilai sekarang dari penerimaan premi tahunan bersih asuransi LTC yang

dibayarkan setiap awal tahun selama masih berada pada *state* 0 selama n -tahun dapat dilihat pada persamaan (33) berikut.

$$APV_{@0}(FP) = P_D \ddot{a}_{x:n|}^{00} \quad (33)$$

dengan $n = 55 - x$ karena pembayaran maksimum asuransi LTC pada penelitian ini adalah pada saat pemegang polis berusia 55 tahun. Penghitungan nilai sekarang aktuarial dari anuitas penerimaan premi dapat dijabarkan sebagai persamaan (34) berikut.

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{x:55-x|}^{00} &= \sum_{t=0}^{55-x-1} v^t {}_t p_x^{00} \\ &= 1 + v {}_1 p_x^{00} + v^2 {}_2 p_x^{00} + \dots + v^{55-x-1} {}_{55-x-1} p_x^{00}. \end{aligned} \quad (34)$$

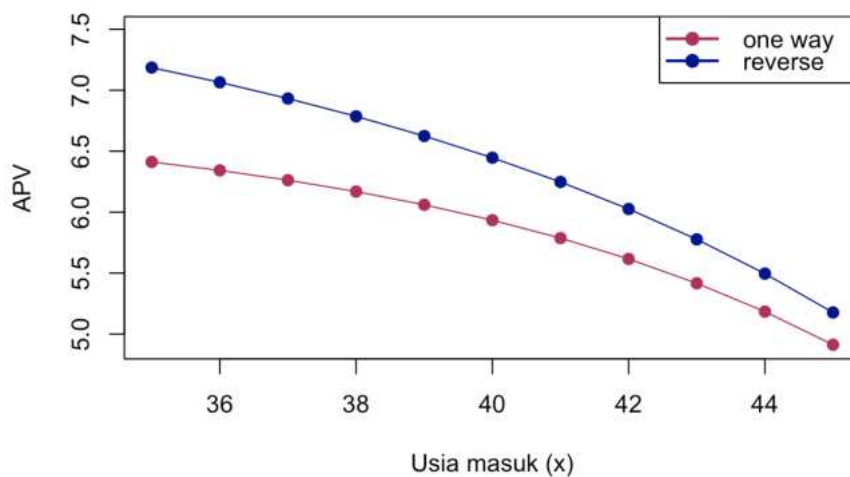
Selanjutnya, penghitungan peluang transisi n -tahun pada nilai sekarang aktuarial dari anuitas penerimaan premi dijabarkan pada persamaan (35).

$$\begin{aligned} {}_2 p_x^{00} &= {}_1 p_x^{00} {}_1 p_{x+1}^{00} \\ {}_3 p_x^{00} &= {}_2 p_x^{00} {}_2 p_{x+2}^{00} \\ {}_4 p_x^{00} &= {}_3 p_x^{00} {}_3 p_{x+3}^{00} \\ &\vdots \\ {}_t p_x^{00} &= {}_{t-1} p_x^{00} {}_{t-1} p_{x+t-1}^{00}, \quad t = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (35)$$

Penghitungan peluang transisi n -tahun pada nilai sekarang aktuarial dari anuitas penerimaan premi model Dickson (*reverse*) menggunakan persamaan Chapman-Kolmogorov pada persamaan (13) dapat ditulis pada persamaan (36).

$$\begin{aligned} {}_{t+r} p_x^{00} &= \sum_{k=0}^{5-1} {}_t p_x^{0k} {}_r p_{x+t}^{k0} \\ {}_2 p_x^{00} &= {}_1 p_x^{00} {}_1 p_{x+1}^{00} + {}_1 p_x^{01} {}_1 p_{x+1}^{10} + {}_1 p_x^{02} {}_1 p_{x+1}^{20} \\ {}_3 p_x^{00} &= {}_2 p_x^{00} {}_2 p_{x+2}^{00} + {}_2 p_x^{01} {}_2 p_{x+2}^{10} + {}_2 p_x^{02} {}_2 p_{x+2}^{20} \\ &\vdots \\ {}_t p_x^{00} &= {}_{t-1} p_x^{00} {}_{t-1} p_{x+t-1}^{00} + {}_{t-1} p_x^{01} {}_{t-1} p_{x+t-1}^{10} + {}_{t-1} p_x^{02} {}_{t-1} p_{x+t-1}^{20}, \quad t = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (36)$$

Penghitungan nilai sekarang aktuarial dari anuitas penerimaan premi berjangka dilakukan untuk individu berusia (x) yang mulai memasuki asuransi LTC pada usia $35 \leq x \leq 55$ dengan jangka waktu $55 - x$ tahun. Rincian hasil penghitungan terlampir pada Lampiran 6 dan divisualisasikan pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10 Grafik nilai sekarang aktuarial dari anuitas penerimaan premi asuransi LTC model Dickson

Gambar 10 menunjukkan bahwa anuitas penerimaan premi model Dickson (*reverse*) memiliki nilai hingga 11% lebih tinggi dibandingkan dengan model Dickson (*one way*). Hal ini disebabkan adanya penjumlahan peluang yang lebih banyak karena memperhitungkan nilai peluang p_x^{10} dan p_x^{20} pada model Dickson (*reverse*) di persamaan (36). Anuitas premi kedua model ini juga memiliki nilai yang terus menurun karena semakin tinggi usia ketika memasuki asuransi maka anuitas yang harus dibayarkan memiliki periode yang semakin sedikit atau semakin mendekati usia normal pensiun.

4.3.2 Nilai Sekarang Aktuarial dari Anuitas Pembayaran Manfaat Asuransi LTC Pada *State* 1

Manfaat dari asuransi LTC sebesar $B_D^{(1)}$ akan dibayarkan di akhir tahun saat pemegang polis berpindah dari *state* 0 ke *state* 1. Nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat sebesar $B_D^{(1)}$ untuk asuransi LTC berjangka n -tahun dengan $n = 55 - x$ milik individu berusia (x) dapat dirumuskan sebagai persamaan (37) berikut.

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FB) &= B_D^{(1)} a_x^{01} \\ &= B_D^{(1)} \sum_{t=1}^{\infty} v^t {}_t p_x^{01} \\ &= B_D^{(1)} (v^1 {}_1 p_x^{01} + v^2 {}_2 p_x^{01} + v^3 {}_3 p_x^{01} + \dots). \end{aligned} \quad (37)$$

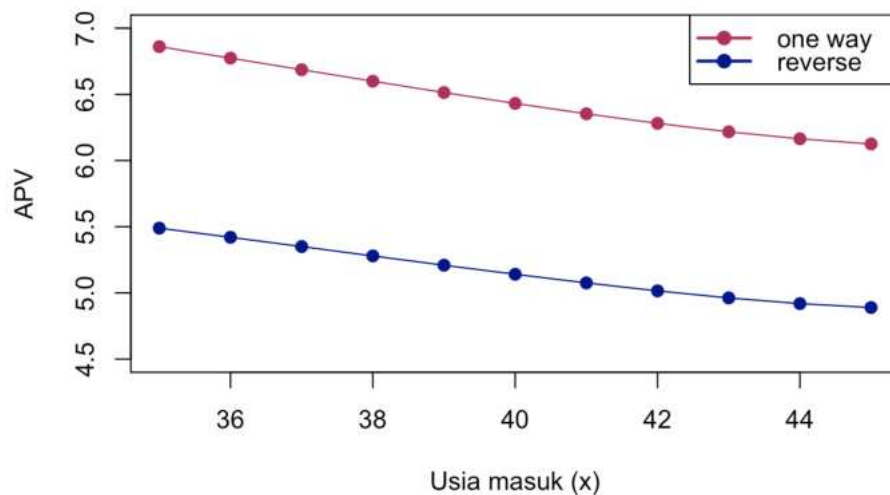
Selanjutnya, penghitungan peluang transisi n -tahun pada nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat asuransi LTC model Dickson pada *state* 1 dijabarkan pada persamaan (38).

$$\begin{aligned} {}_2 p_x^{01} &= {}_x p_x^{00} {}_{x+1} p_{x+1}^{01} + {}_x p_x^{01} {}_{x+1} p_{x+1}^{11} \\ {}_3 p_x^{01} &= {}_2 p_x^{00} {}_{x+2} p_{x+2}^{01} + {}_2 p_x^{01} {}_{x+2} p_{x+2}^{11} \\ &\vdots \\ {}_t p_x^{01} &= {}_{t-1} p_x^{00} {}_{x+t-1} p_{x+t-1}^{01} + {}_{t-1} p_x^{01} {}_{x+t-1} p_{x+t-1}^{11}, \quad t = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (38)$$

Penghitungan peluang transisi n -tahun pada nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat model Dickson (*reverse*) pada *state* 1 menggunakan persamaan Chapman-Kolmogorov pada persamaan (13) dapat ditulis pada persamaan (39).

$$\begin{aligned}
 {}_{t+r}p_x^{01} &= \sum_{k=0}^{5-1} {}_t p_x^{0k} {}_r p_{x+t}^{k1} \\
 {}_2 p_x^{01} &= {}_p x^{00} {}_p x_{+1}^{01} + {}_p x^{01} {}_p x_{+1}^{11} + {}_p x^{02} {}_p x_{+1}^{21} \\
 {}_3 p_x^{01} &= {}_2 p_x^{00} {}_p x_{+2}^{01} + {}_2 p_x^{01} {}_p x_{+2}^{11} + {}_2 p_x^{02} {}_p x_{+2}^{21} \\
 &\vdots \\
 {}_t p_x^{01} &= {}_{t-1} p_x^{00} {}_p x_{+t-1}^{01} + {}_{t-1} p_x^{01} {}_p x_{+t-1}^{11} + {}_{t-1} p_x^{02} {}_p x_{+t-1}^{21}, t = 1, 2, \dots \quad (39)
 \end{aligned}$$

Penghitungan nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat seumur hidup dilakukan ketika individu bertanggung berusia (x) berpindah ke *state* 1 (*impaired*) sampai individu tersebut berpindah ke *state* yang lebih besar. Rincian hasil penghitungan terlampir pada Lampiran 6 dan divisualisasikan pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11 Grafik nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat pada *state* 1 asuransi LTC model Dickson

Dari Gambar 11 terlihat bahwa anuitas pembayaran premi model Dickson (*reverse*) memiliki nilai hingga 0,8 kali yang lebih rendah dibandingkan dengan model Dickson (*one way*). Hal ini disebabkan oleh perbedaan asumsi yang memengaruhi peluang transisi kedua model yaitu pada peluang p_x^{11} . Asumsi peluang p_x^{11} pada model Dickson (*one way*) tidak melibatkan pengurangan dari peluang p_x^{10} sehingga memiliki nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat pada *state* 1 yang lebih besar.

4.3.3 Nilai Sekarang Aktuarial dari Anuitas Pembayaran Manfaat Asuransi LTC Pada *State* 2

Manfaat dari asuransi LTC sebesar $B_D^{(2)}$ akan dibayarkan di akhir tahun saat pemegang polis berpindah dari *state* awal (0 atau 1) ke *state* 2. Nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat sebesar $B_D^{(2)}$ untuk asuransi LTC

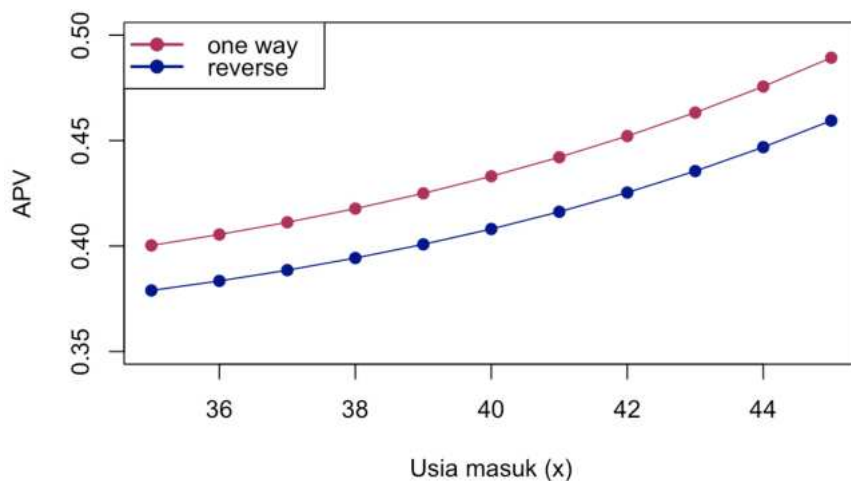
berjangka n -tahun dengan $n = 55 - x$ milik individu berusia (x) dapat dirumuskan sebagai persamaan (40) berikut.

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FB) &= B_D^{(2)} a_x^{02} \\ &= B_D^{(2)} \sum_{t=1}^{\infty} v^t {}_t p_x^{02} \\ &= B_D^{(2)} (v^1 {}_1 p_x^{02} + v^2 {}_2 p_x^{02} + v^3 {}_3 p_x^{02} + \dots). \end{aligned} \quad (40)$$

Selanjutnya, penghitungan peluang transisi n -tahun pada nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat asuransi LTC pada *state 2* adalah sama untuk kedua model Dickson. Melalui persamaan Chapman-Kolmogorov pada persamaan (13), diperoleh persamaan (41) berikut.

$$\begin{aligned} {}_{t+r} p_x^{02} &= \sum_{k=0}^{5-1} {}_t p_x^{0k} {}_r p_{x+t}^{k2} \\ {}_2 p_x^{02} &= {}_2 p_x^{00} {}_2 p_{x+1}^{02} + {}_2 p_x^{01} {}_2 p_{x+1}^{12} + {}_2 p_x^{02} {}_2 p_{x+1}^{22} \\ {}_3 p_x^{02} &= {}_3 p_x^{00} {}_3 p_{x+2}^{02} + {}_3 p_x^{01} {}_3 p_{x+2}^{12} + {}_3 p_x^{02} {}_3 p_{x+2}^{22} \\ &\vdots \\ {}_t p_x^{02} &= {}_t p_x^{00} {}_t p_{x+t-1}^{02} + {}_t p_x^{01} {}_t p_{x+t-1}^{12} + {}_t p_x^{02} {}_t p_{x+t-1}^{22}, t = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (41)$$

Penghitungan nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat seumur hidup dilakukan ketika individu tertanggung berusia (x) berpindah ke *state 2* (*severely impaired*) sampai individu tersebut berpindah ke *state* yang lebih besar. Rincian hasil penghitungan terlampir pada Lampiran 6 dan divisualisasikan pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12 Grafik nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat pada *state 2* asuransi LTC model Dickson

Dari Gambar 12 terlihat bahwa anuitas pembayaran premi model Dickson (*one way*) memiliki nilai hingga 6% lebih tinggi dibandingkan dengan model Dickson (*reverse*). Hal ini disebabkan oleh perbedaan asumsi yang memengaruhi peluang transisi kedua model yaitu pada peluang p_x^{22} . Asumsi peluang p_x^{22} , pada model Dickson (*one way*) tidak melibatkan pengurangan dari peluang p_x^{20} dan p_x^{21} sehingga memiliki nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat pada *state 2* yang lebih besar.

4.3.4 Nilai Sekarang Aktuaria dari Anuitas Pembayaran Manfaat Asuransi LTC Pada *State 3*

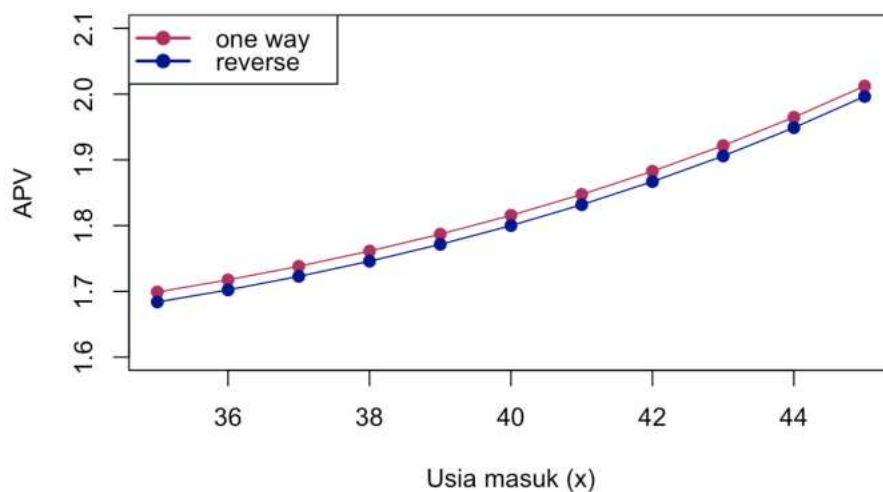
Manfaat dari asuransi LTC sebesar $B_D^{(3)}$ akan dibayarkan di akhir tahun saat pemegang polis berpindah dari *state* awal (0,1, atau 2) ke *state 3*. Nilai sekarang aktuaria dari anuitas pembayaran manfaat sebesar $B_D^{(3)}$ untuk asuransi LTC berjangka n -tahun dengan $n = 55 - x$ milik individu berusia (x) dapat dirumuskan sebagai persamaan (42) berikut.

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FB) &= B_D^{(3)} a_x^{03} \\ &= B_D^{(3)} \sum_{t=1}^{\infty} v^t {}_t p_x^{03} \\ &= B_D^{(3)} (v^1 {}_1 p_x^{03} + v^2 {}_2 p_x^{03} + v^3 {}_3 p_x^{03} + \dots). \end{aligned} \quad (42)$$

Selanjutnya, penghitungan peluang transisi n -tahun pada nilai sekarang aktuaria dari anuitas pembayaran manfaat asuransi LTC pada *state 3* adalah sama untuk kedua model Dickson. Dengan menggunakan persamaan Chapman-Kolmogorov pada persamaan (13), diperoleh persamaan (43) berikut.

$$\begin{aligned} {}_{t+r} p_x^{03} &= \sum_{k=0}^{5-1} {}_t p_x^{0k} {}_r p_{x+t}^{k3} \\ {}_2 p_x^{03} &= {}_x p^{00} {}_{x+1} p^{03} + {}_x p^{01} {}_{x+1} p^{13} + {}_x p^{02} {}_{x+1} p^{23} + {}_x p^{03} {}_{x+1} p^{33} \\ {}_3 p_x^{03} &= {}_2 p_x^{00} {}_{x+2} p^{03} + {}_2 p_x^{01} {}_{x+2} p^{13} + {}_2 p_x^{02} {}_{x+2} p^{23} + {}_2 p_x^{03} {}_{x+2} p^{33} \\ &\vdots \\ {}_t p_x^{03} &= {}_{t-1} p_x^{00} {}_{x+t-1} p^{03} + {}_{t-1} p_x^{01} {}_{x+t-1} p^{13} + {}_{t-1} p_x^{02} {}_{x+t-1} p^{23} \\ &\quad + {}_{t-1} p_x^{03} {}_{x+t-1} p^{33}, \quad t = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (43)$$

Penghitungan nilai sekarang aktuaria dari anuitas pembayaran manfaat seumur hidup dilakukan ketika individu bertanggung berusia (x) berpindah ke *state 3* (*cognitive impaired*) sampai individu tersebut berpindah ke *state* yang lebih besar. Rincian hasil penghitungan terlampir pada Lampiran 6 dan divisualisasikan pada Gambar 13 berikut.



Gambar 13 Grafik nilai sekarang aktuaria dari anuitas pembayaran manfaat pada *state 3* asuransi LTC model Dickson

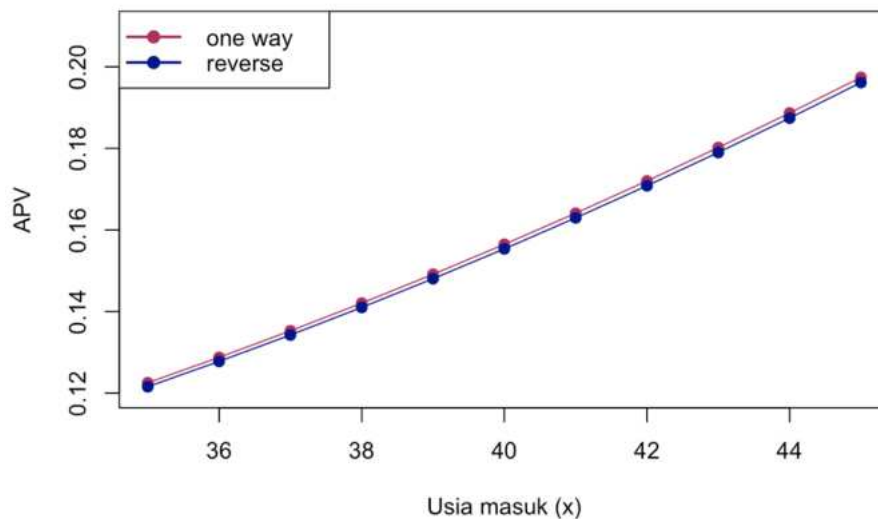
Gambar 13 menunjukkan bahwa anuitas pembayaran premi model Dickson (*one way*) memiliki nilai yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan model Dickson (*reverse*) tetapi tidak memiliki perbedaan terlalu besar. Perbedaan ini disebabkan oleh asumsi yang memengaruhi peluang transisi kedua model yaitu pada peluang p_x^{33} di mana peluang p_x^{33} pada model Dickson (*one way*) tidak melibatkan pengurangan dari peluang p_x^{30} sehingga memiliki nilai sekarang aktuarial dari anuitas pembayaran manfaat pada *state* 3 yang lebih besar.

4.3.5 Nilai Sekarang Aktuarial dari Santunan Kematian (*Lumpsum*) Asuransi LTC Model Dickson

Santunan kematian dari asuransi LTC sebesar $B_D^{(4)}$ akan dibayarkan di akhir tahun saat pemegang polis berpindah dari *state* awal (0,1,2, atau 3) ke *state* 4. Nilai sekarang aktuarial dari pembayaran manfaat secara *lumpsum* sebesar $B_D^{(4)}$ untuk asuransi LTC berjangka n -tahun dengan $n = 55 - x$ milik individu berusia (x) dapat dirumuskan sebagai persamaan (44) berikut.

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FB) &= B_D^{(4)} A_x^{04} \\ &= B_D^{(4)} \sum_{t=0}^{\infty} \sum_{k=0, k \neq j}^3 v^{t+1} {}_t p_x^{0k} p_{x+t}^{k4} \\ &= B_D^{(4)} \sum_{t=0}^{\infty} v^{t+1} ({}_t p_x^{00} p_{x+t}^{04} + {}_t p_x^{01} p_{x+t}^{14} + {}_t p_x^{02} p_{x+t}^{24} + {}_t p_x^{03} p_{x+t}^{34}) \end{aligned} \quad (44)$$

Penghitungan nilai sekarang aktuarial dari santunan kematian secara *lumpsum* dilakukan ketika individu bertanggung berusia (x) berpindah ke *state* 4 (*dead*) dari *state* yang lebih kecil. Rincian hasil penghitungan terlampir pada Lampiran 7 dan divisualisasikan pada Gambar 14 berikut.



Gambar 14 Grafik nilai sekarang aktuarial dari pembayaran santunan kematian secara *lumpsum* pada *state* 4 asuransi LTC model Dickson

Dari Gambar 14 menunjukkan bahwa nilai sekarang aktuarial dari pembayaran santunan kematian model Dickson (*one way*) memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan model Dickson (*reverse*) tetapi tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan perhitungan terutama pada peluang ${}_t p_x^{00}$ dan ${}_t p_x^{01}$ yang melibatkan perhitungan peluang transisi ke *state* yang lebih kecil atau dapat dilihat pada persamaan (36) dan (39).

4.3.6 Premi Tahunan Bersih Asuransi LTC Model Dickson

Asuransi LTC model Dickson yang digunakan pada penelitian ini melakukan pembayaran manfaat asuransi sebesar $B_D^{(j)}$ secara anuitas setiap akhir tahun ketika individu berpindah ke *state* j dengan $j = 1, 2, 3$. Model ini juga memberikan pembayaran santunan kematian secara *lumpsum* sebesar $B_D^{(4)}$ ketika individu berpindah ke *state* 4 (*dead*) serta menerima penerimaan premi bersih setiap awal tahun sebesar P_D ketika individu masih berada di *state* 0 (*active*). Premi tunggal bersih P_D^* pada asuransi LTC model Dickson (*one way*) dapat diperoleh dengan prinsip kesetaraan berikut.

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FP) &= APV_{@0}(FB) \\ P_D^* &= B_D^{(1)} a_x^{01} + B_D^{(2)} a_x^{02} + B_D^{(3)} a_x^{03} + B_D^{(4)} A_x^{04}. \end{aligned} \quad (45)$$

Penghitungan P_D^* pada persamaan (45) dilakukan untuk setiap usia masuk individu tertanggung (x) dengan $35 \leq x \leq 55$ dalam jangka waktu $(55 - x)$ tahun. Selanjutnya, nilai premi tahunan bersih P_D diperoleh dengan menyelesaikan prinsip kesetaraan sehingga didapat persamaan (46).

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FP) &= APV_{@0}(FB) \\ P_D \ddot{a}_{x:\overline{n}|}^{00} &= B_D^{(1)} a_x^{01} + B_D^{(2)} a_x^{02} + B_D^{(3)} a_x^{03} + B_D^{(4)} A_x^{04} \\ P_D &= \frac{B_D^{(1)} a_x^{01} + B_D^{(2)} a_x^{02} + B_D^{(3)} a_x^{03} + B_D^{(4)} A_x^{04}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}^{00}}. \end{aligned} \quad (46)$$

Penghitungan P_D juga dilakukan untuk setiap usia masuk individu tertanggung (x) dengan $35 \leq x \leq 55$ dalam jangka waktu $(55 - x)$ tahun. Rincian hasil penghitungan premi tunggal bersih P_D^* dan premi tahunan bersih P_D terlampir pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15 Nilai premi bersih asuransi LTC model Dickson (*one way*)

Usia masuk (tahun)	Premi tunggal bersih P_D^* (Rp)	Premi tahunan bersih P_D (Rp)	Jangka waktu penerimaan premi (tahun)
35	469.794.945	73.270.033	20
36	470.273.612	74.143.439	19
37	471.100.602	75.225.653	18
38	472.329.164	76.563.070	17
39	474.028.506	78.215.085	16
40	476.280.531	80.258.764	15
41	479.169.345	82.796.092	14
42	482.795.340	85.965.235	13
43	487.272.262	89.958.175	12
44	492.736.335	95.049.931	11
45	499.332.632	101.649.303	10

Dari Tabel 15 dapat dilihat hasil penghitungan premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih model Dickson (*one way*) dengan usia masuk 35 sampai 45 tahun. Hasil penghitungan premi model ini memiliki nilai premi yang cukup besar karena besar manfaat yang ditawarkan juga besar nominalnya. Nilai premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih juga semakin meningkat seiring bertambahnya usia memasuki asuransi LTC model Dickson (*one way*).

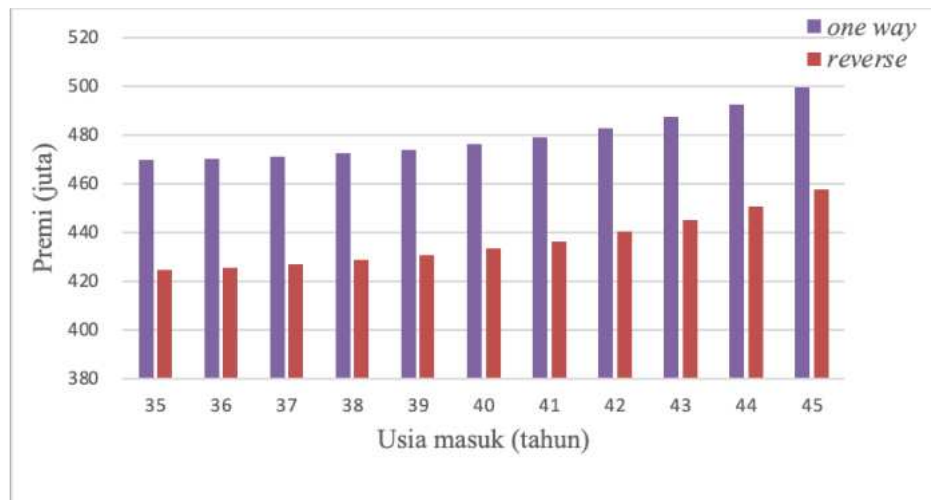
Selanjutnya, premi tunggal bersih P_{Dr}^* pada asuransi LTC model Dickson (*reverse*) dapat diperoleh dengan prinsip kesetaraan yang sama seperti pada persamaan (45) dengan besar premi tunggal bersih adalah P_{Dr}^* . Selanjutnya, nilai premi tahunan bersih P_{Dr} diperoleh dengan menyelesaikan prinsip kesetaraan yang sama seperti pada persamaan (46) dengan dengan besar premi tahunan bersih adalah P_{Dr} . Rincian hasil penghitungan premi tunggal bersih P_{Dr}^* dan premi tahunan bersih P_{Dr} terlampir pada Tabel 16.

Tabel 16 Nilai premi bersih asuransi LTC model Dickson (*reverse*)

Usia masuk (tahun)	Premi tunggal bersih P_{Dr}^* (Rp)	Premi tahunan bersih P_{Dr} (Rp)	Jangka waktu penerimaan premi (tahun)
35	424.704.463	59.099.400	20
36	425.644.717	60.246.594	19
37	426.909.931	61.583.582	18
38	428.549.085	63.151.003	17
39	430.626.697	65.001.395	16
40	433.220.419	67.203.661	15
41	436.412.230	69.850.007	14
42	440.302.020	73.066.700	13
43	445.006.106	77.031.179	12
44	450.667.016	82.000.602	11
45	457.443.080	88.362.045	10

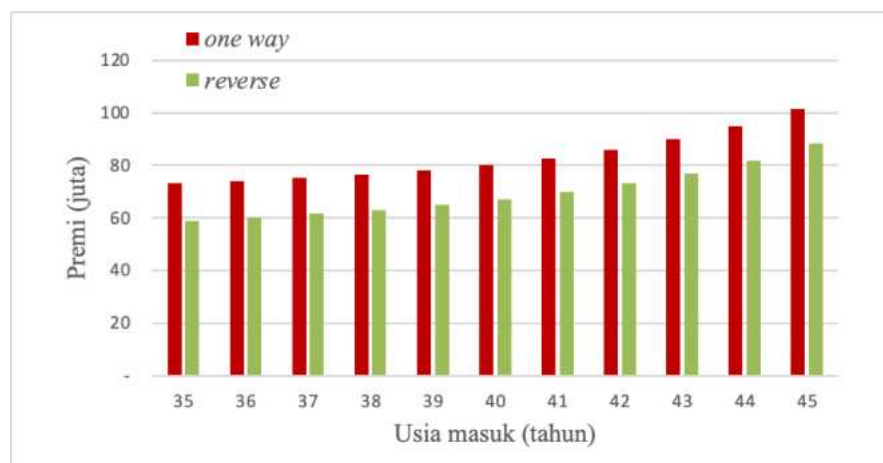
Dari Tabel 16 dapat dilihat hasil penghitungan premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih model Dickson (*reverse*) dengan usia masuk 35 sampai 45 tahun. Hasil penghitungan premi model ini juga memiliki nilai premi yang cukup

besar karena besar manfaat sama dengan model Dickson (*one way*). Pada kedua nilai premi, nilai terkecil berada ketika usia masuk individu tertanggung adalah 35 tahun nilai terbesar berada ketika usia masuk individu tertanggung adalah 45 tahun. Selanjutnya, grafik perbandingan antara premi tunggal bersih model Dickson (*one way*) dengan model Dickson (*reverse*) divisualisasikan pada Gambar 15.



Gambar 15 Grafik perbandingan nilai premi tunggal bersih asuransi LTC model Dickson

Berdasarkan Gambar 15, model Dickson (*one way*) memiliki nilai mencapai 10% lebih tinggi dibandingkan dengan model Dickson (*reverse*). Hal ini terjadi karena pada model Dickson (*one way*) tidak memungkinkan adanya kesembuhan sehingga ketika individu tertanggung (x) telah memasuki minimal pada *state* 1, individu tersebut akan mendapatkan anuitas manfaat hingga akhir hidupnya dan menerima santunan kematian. Selanjutnya, grafik perbandingan antara premi tahunan bersih model Dickson (*one way*) dengan model Dickson (*reverse*) divisualisasikan pada Gambar 16.



Gambar 16 Grafik perbandingan nilai premi tahunan bersih asuransi LTC model Dickson

Dari Gambar 16 terlihat bahwa model Dickson (*one way*) memiliki nilai mencapai 19% lebih tinggi dibandingkan dengan model Dickson (*reverse*). Selain

itu, nilai premi tahunan model Dickson (*reverse*) memiliki tren yang terus meningkat dibandingkan dengan model Dickson (*one way*) yang tidak memiliki tren tertentu.

4.4 Penghitungan Premi Tahunan Bersih Model Haberman-Pitacco

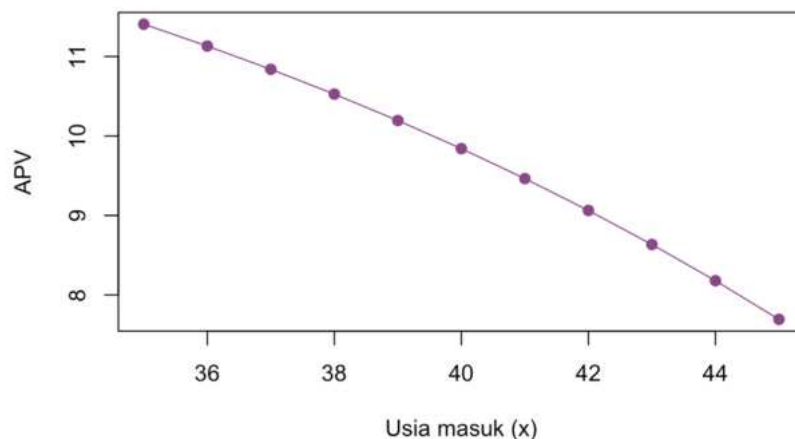
Premi bersih tahunan asuransi LTC model Haberman-Pitacco dengan manfaat atau uang pertanggungan sebesar $B_{HP}^{(j)}$ dapat dihitung menggunakan prinsip kesetaraan pada persamaan (23).

4.4.1 Nilai Sekarang Aktuaria dari Anuitas Penerimaan Premi Asuransi LTC Model Haberman-Pitacco

Misalkan saat ini seseorang berusia (x) membeli asuransi LTC model Haberman-Pitacco. Nilai sekarang dari penerimaan premi tahunan bersih asuransi LTC yang dibayarkan setiap awal tahun selama masih berada pada *state* 0 selama $n = 55 - x$ tahun dapat dilihat pada persamaan (47) berikut.

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FP) &= P_{HP} \ddot{a}_{x:55-x}^{00} \\ &= P_{HP} \sum_{t=0}^{55-x-1} v^t {}_t p_x^{00} \\ &= P_{HP} (1 + v {}_1 p_x^{00} + v^2 {}_2 p_x^{00} + \dots + v^{n-1} {}_{55-x-1} p_x^{00}) \end{aligned} \quad (47)$$

dengan P_{HP} adalah premi asuransi LTC model Haberman-Pitacco. Penghitungan nilai sekarang aktuaria dari anuitas penerimaan premi berjangka juga dilakukan untuk individu berusia (x) yang mulai memasuki asuransi LTC pada usia $35 \leq x \leq 55$ dengan jangka waktu $55 - x$ tahun. Rincian hasil penghitungan terlampir pada Lampiran 8 dan divisualisasikan pada Gambar 17 berikut.



Gambar 17 Grafik nilai sekarang aktuaria dari anuitas penerimaan premi asuransi LTC model Haberman-Pitacco

Gambar 17 menunjukkan bahwa anuitas pembayaran premi pada model Haberman-Pitacco memiliki nilai yang terus menurun karena semakin tinggi usia individu (x) memasuki asuransi maka anuitas yang harus dibayarkan memiliki periode yang semakin sedikit atau semakin mendekati usia normal pensiun.

4.4.2 Nilai Sekarang Aktuaria dari Anuitas Pembayaran Manfaat Asuransi LTC Pada *State* 1

Manfaat dari asuransi LTC sebesar $B_{HP}^{(1)}$ akan dibayarkan di akhir tahun saat pemegang polis berpindah dari *state* 0 ke *state* 1. Nilai sekarang aktuaria dari anuitas pembayaran manfaat sebesar $B_{HP}^{(1)}$ untuk asuransi LTC berjangka $(55 - x)$ tahun milik individu berusia (x) dapat dirumuskan sebagai persamaan (48) berikut.

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FB) &= B_{HP}^{(1)} a_x^{01} \\ &= B_{HP}^{(1)} \sum_{t=1}^{\infty} v^t {}_t p_x^{01} \\ &= B_{HP}^{(1)} (v^1 {}_1 p_x^{01} + v^2 {}_2 p_x^{01} + v^3 {}_3 p_x^{01} + \dots). \end{aligned} \quad (48)$$

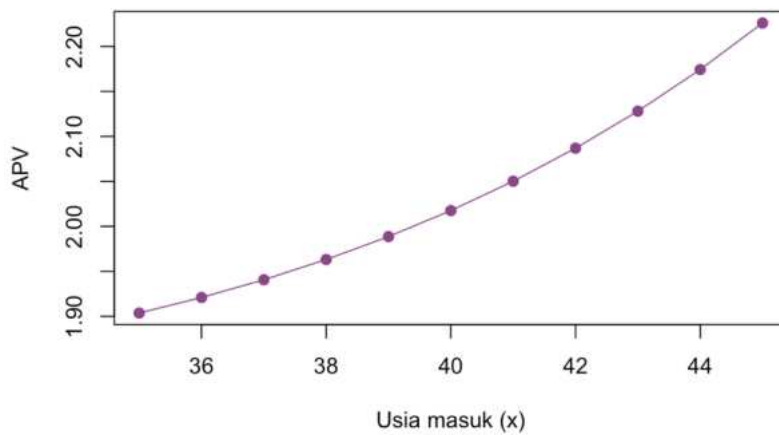
Selanjutnya, penghitungan peluang transisi n -tahun pada nilai sekarang aktuaria dari anuitas pembayaran manfaat asuransi LTC model Haberman-Pitacco pada *state* 1 dijabarkan pada persamaan (49).

$$\begin{aligned} {}_2 p_x^{01} &= p_x^{00} {}_1 p_{x+1}^{01} + p_x^{01} {}_1 p_{x+1}^{11} + p_x^{02} {}_1 p_{x+1}^{21} \\ {}_3 p_x^{01} &= {}_2 p_x^{00} {}_1 p_{x+2}^{01} + {}_2 p_x^{01} {}_1 p_{x+2}^{11} + {}_2 p_x^{02} {}_1 p_{x+2}^{21} \\ {}_4 p_x^{01} &= {}_3 p_x^{00} {}_1 p_{x+3}^{01} + {}_3 p_x^{01} {}_1 p_{x+3}^{11} + {}_3 p_x^{02} {}_1 p_{x+3}^{21} \\ &\vdots \\ {}_t p_x^{01} &= {}_{t-1} p_x^{00} {}_1 p_{x+t-1}^{01} + {}_{t-1} p_x^{01} {}_1 p_{x+t-1}^{11} + {}_{t-1} p_x^{02} {}_1 p_{x+t-1}^{21}, \quad t = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (49)$$

Pada peluang transisi satu langkah dalam setahun (*one year probability transition*), individu diasumsikan tidak dapat langsung berpindah ke dari *state* 0 ke *state* 2 atau dari kondisi *active* ke *previously impaired* karena harus melalui *state* 1 terlebih dahulu. Oleh sebab itu, peluang individu berpindah dari *state* 0 ke *state* 2 dapat dihitung dengan langkah pada persamaan (50) berikut.

$$\begin{aligned} p_x^{02} &= 0 \\ {}_2 p_x^{02} &= p_x^{01} {}_1 p_{x+1}^{12} + p_x^{02} {}_1 p_{x+1}^{22} \\ {}_3 p_x^{02} &= {}_2 p_x^{01} {}_1 p_{x+2}^{12} + {}_2 p_x^{02} {}_1 p_{x+2}^{22} \\ {}_4 p_x^{02} &= {}_3 p_x^{01} {}_1 p_{x+3}^{12} + {}_3 p_x^{02} {}_1 p_{x+3}^{22} \\ &\vdots \\ {}_t p_x^{02} &= {}_{t-1} p_x^{01} {}_1 p_{x+t-1}^{12} + {}_{t-1} p_x^{02} {}_1 p_{x+t-1}^{22}, \quad t = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (50)$$

Ketika di waktu $t = 1$, p_x^{02} bernilai 0 karena tidak dapat dilalui dengan hanya 1 tahun peluang transisinya. Akan tetapi, di waktu $t > 1$ nilai ${}_t p_x^{02}$ memiliki nilai karena sudah dapat berpindah ke *state* 2 melalui peluang transisi satu langkah dari ${}_t p_x^{01}$, ${}_t p_x^{12}$, ${}_t p_x^{22}$, dan ${}_t p_x^{02}$ itu sendiri. Penghitungan nilai sekarang aktuaria dari anuitas pembayaran manfaat seumur hidup dilakukan ketika individu tertanggung berusia (x) berpindah ke *state* 1 (*currently impaired*) sampai individu tersebut berpindah ke *state* yang lebih besar. Rincian hasil penghitungan terlampir pada Lampiran 8 dan divisualisasikan pada Gambar 18 berikut.



Gambar 18 Grafik nilai sekarang aktuaria dari anuitas pembayaran manfaat pada *state* 1 asuransi LTC model Haberman-Pitacco

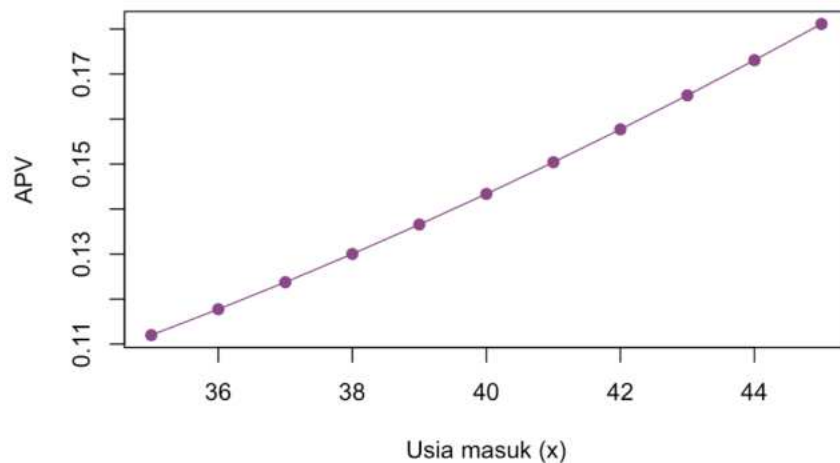
Dari Gambar 18, terlihat bahwa anuitas pembayaran manfaat pada *state* 1 model Haberman-Pitacco memiliki tren yang meningkat. Hal ini terjadi karena seiring bertambahnya usia, peluang individu tertanggung (x) mengalami ketergantungan berat atau ketergantungan total akan semakin tinggi seperti yang ada pada Tabel 7 dan 8 terkait proporsi ketergantungan penduduk.

4.4.3 Nilai Sekarang Aktuaria dari Santunan Kematian (*Lumpsum*) Asuransi LTC Model Haberman-Pitacco

Santunan kematian dari asuransi LTC sebesar $B_{HP}^{(3)}$ akan dibayarkan di akhir tahun saat pemegang polis berpindah dari *state* awal (0, 1, atau 2) ke *state* 3. Nilai sekarang aktuaria dari pembayaran manfaat secara *lumpsum* sebesar $B_{HP}^{(3)}$ untuk asuransi LTC berjangka n -tahun dengan $n = 55 - x$ milik individu berusia (x) dapat dirumuskan sebagai persamaan (51) berikut.

$$\begin{aligned}
 APV_{@0}(FB) &= B_{HP}^{(3)} A_x^{03} \\
 &= B_{HP}^{(3)} \sum_{t=0}^{\infty} \sum_{k=0, k \neq j}^2 v^{t+1} {}_t p_x^{0k} p_{x+t}^{k3} \\
 &= B_{HP}^{(3)} \sum_{t=0}^{\infty} v^{t+1} ({}_t p_x^{00} p_{x+t}^{03} + {}_t p_x^{01} p_{x+t}^{13} + {}_t p_x^{02} p_{x+t}^{23}). \quad (51)
 \end{aligned}$$

Penghitungan nilai sekarang aktuaria dari santunan kematian secara *lumpsum* dilakukan ketika individu tertanggung berusia (x) berpindah ke *state* 3 (*dead*) dari *state* yang lebih kecil. Rincian hasil penghitungan terlampir pada Lampiran 8 dan divisualisasikan pada Gambar 19 berikut.



Gambar 19 Grafik nilai sekarang aktuarial dari pembayaran santunan kematian secara *lumpsum* pada *state* 3 asuransi LTC model Haberman-Pitacco

Gambar 19 menunjukkan bahwa APV dari pembayaran santunan kematian secara *lumpsum* model Haberman-Pitacco meningkat seiring bertambahnya usia masuk individu tertanggung (x). Hal ini terjadi akibat adanya kenaikan peluang transisi menuju *state* 3 yaitu p_x^{03} , p_x^{13} , dan p_x^{23} yang terus meningkat seiring bertambahnya usia tertanggung (x).

4.4.4 Premi Tahunan Bersih Asuransi LTC Model Haberman-Pitacco

Asuransi LTC model Haberman-Pitacco yang digunakan pada penelitian ini melakukan pembayaran manfaat asuransi sebesar $B_{HP}^{(1)}$ secara anuitas setiap akhir tahun ketika individu berpindah ke *state* 1. Model ini juga memberikan pembayaran santunan kematian secara *lumpsum* sebesar $B_{HP}^{(3)}$ ketika individu berpindah ke *state* 3 (*dead*) serta menerima premi bersih setiap awal tahun sebesar P_{HP} ketika individu masih berada di *state* 0 (*active*). Premi tunggal bersih P_{HP}^* pada asuransi LTC model Haberman-Pitacco dapat diperoleh dengan prinsip kesetaraan pada persamaan (52) berikut.

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FP) &= APV_{@0}(FB) \\ P_{HP}^* &= B_{HP}^{(1)} a_x^{01} + B_{HP}^{(3)} A_x^{03}. \end{aligned} \quad (52)$$

Penghitungan P_{HP}^* dilakukan untuk setiap usia masuk individu tertanggung (x) dengan $35 \leq x \leq 55$ dalam jangka waktu $(55 - x)$ tahun. Selanjutnya, nilai premi tahunan bersih P_{HP} diperoleh dengan menyelesaikan prinsip kesetaraan sehingga didapat persamaan (53).

$$\begin{aligned} APV_{@0}(FP) &= APV_{@0}(FB) \\ P_{HP} \ddot{a}_{x:\overline{n}|}^{00} &= B_{HP}^{(1)} a_x^{01} + B_{HP}^{(3)} A_x^{03} \\ P_{HP} &= \frac{B_{HP}^{(1)} a_x^{01} + B_{HP}^{(3)} A_x^{03}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}^{00}}. \end{aligned} \quad (53)$$

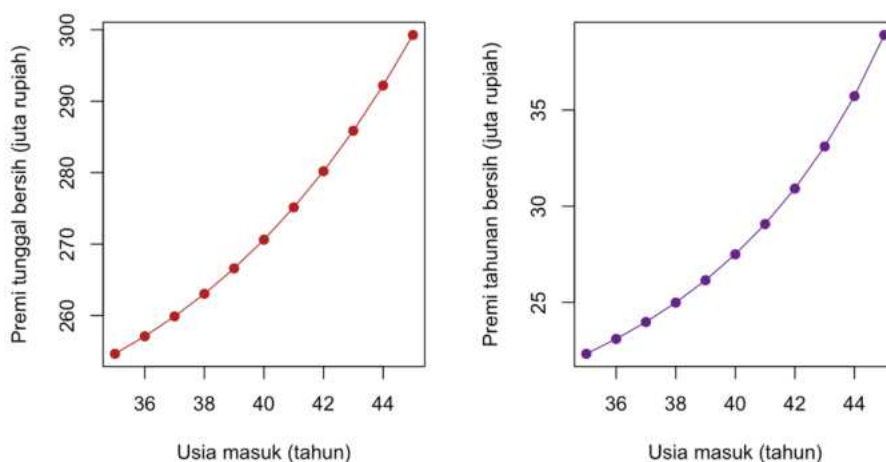
Penghitungan P_{HP} juga dilakukan untuk setiap usia masuk tertanggung (x) dengan $35 \leq x \leq 55$ dalam jangka waktu $(55 - x)$ tahun. Rincian hasil penghitungan

premi tunggal bersih P_{HP}^* dan premi tahunan bersih P_{HP} disajikan pada Tabel 17 dan visualisasi grafik ditampilkan pada Gambar 18.

Tabel 17 Nilai premi bersih asuransi LTC model Haberman-Pitacco

Usia masuk (tahun)	Premi tunggal bersih P_{HP}^* (Rp)	Premi tahunan bersih P_{HP} (Rp)	Jangka waktu penerimaan premi (tahun)
35	254.649.436	22.326.102	20
36	257.098.887	23.097.111	19
37	259.884.863	23.977.736	18
38	263.039.706	24.987.697	17
39	266.603.042	26.151.462	16
40	270.619.917	27.499.760	15
41	275.134.767	29.071.805	14
42	280.198.418	30.918.392	13
43	285.865.933	33.106.533	12
44	292.200.959	35.726.441	11
45	299.267.106	38.902.642	10

Berdasarkan Tabel 17, nilai premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih model Haberman-Pitacco memiliki nilai yang jauh lebih rendah dengan premi tunggal bersih tertinggi pada saat usia masuk pemegang polis adalah 45 tahun yaitu Rp299.267.106. Untuk premi tahunan bersih juga memiliki nilai tertinggi ketika usia masuk pemegang polis adalah 45 yaitu Rp38.902.642. Selanjutnya, grafik nilai premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih model Haberman-Pitacco dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20 Grafik nilai premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih asuransi LTC model Haberman-Pitacco

Dari Gambar 20 dapat dilihat bahwa kedua skema penerimaan premi model Haberman-Pitacco memiliki tren yang positif atau meningkat seiring bertambahnya usia ketika memasuki asuransi. Nilai premi tunggal bersih terhadap premi tahunan bersih mencapai 9,7 kali lebih besar. Selain itu, kenaikan nilai premi juga terus meningkat seiring dengan bertambahnya usia masuk tertanggung (x). Rata-rata peningkatan dari kenaikan premi tunggal bersih mencapai 1,60% atau Rp4.461.767 dan premi tahunan bersih yang mencapai 5,39% atau dapat dikatakan kenaikan dari

premi tahunan meningkat dengan rata-rata Rp1.657.654 per tahun. Hal ini terjadi karena terdapat 11 waktu untuk memasuki asuransi dan adanya faktor diskon yang menjadikan premi tahunan bersih menjadi jauh lebih besar ketika telah diakumulasikan.

Berdasarkan kedua model Dickson dan model Haberman-Pitacco, premi dihitung untuk individu tertanggung berusia $x = 35 - 45$ tahun dengan jangka waktu pembayaran $n = 55 - x$ tahun. Pada model Dickson, terdapat tiga *states* di mana individu tertanggung mendapatkan pembayaran manfaat secara anuitas yaitu pada *state* 1 (*impaired*), *state* 2 (*severely impaired*), dan *state* 3 (*cognitive impairment*), serta pembayaran manfaat secara *lumpsum* pada *state* 4 (*dead*). Premi yang perlu diterima oleh perusahaan asuransi berkisar antara Rp73.000.000-Rp102.000.000 per tahun untuk model Dickson (*one way*) dan Rp59.000.000-Rp88.000.000 per tahun untuk model Dickson (*reverse*). Pada model Haberman-Pitacco, terdapat satu *state* di mana individu tertanggung mendapatkan pembayaran manfaat secara anuitas yaitu pada *state* 1 (*currently impaired*) serta pembayaran manfaat secara *lumpsum* pada *state* 3 (*dead*). Premi yang perlu diterima oleh perusahaan asuransi berkisar antara Rp22.000.000-Rp39.000.000 per tahun yang mana nilai premi model ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan kedua model Dickson.





V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Data hipotetik yang telah disusun dapat digunakan untuk menyusun tabel peluang transisi dan menghitung premi asuransi LTC dari ketiga model yang digunakan. Pada penelitian ini, dilakukan penghitungan premi asuransi model Dickson (*one way* dan *reverse*) dan model Haberman-Pitacco. Perbedaan antara model Dickson dengan model Haberman-Pitacco terletak pada *state* sehat atau *active* yang mana pada model Dickson hanya terdapat satu *state* sedangkan pada model Haberman-Pitacco membedakan antara individu yang aktif melakukan ADL dan individu yang aktif tetapi memiliki riwayat kesulitan atau ketergantungan ADL (*impaired*). Selain itu, model Haberman-Pitacco juga hanya memiliki satu *state* ketika individu mengalami ketergantungan atau kesulitan ADL (*currently impaired*) sedangkan model Dickson memiliki 3 *state* yaitu *impaired*, *severely impaired*, dan *cognitive impairment*. Perbedaan jumlah *state* ini menjadi salah satu faktor mengapa premi asuransi LTC model Dickson memiliki nilai yang jauh lebih besar dibandingkan dengan model Haberman-Pitacco.

Pada model Dickson, terdapat dua alternatif model yaitu *one way* dan *reverse*. Model Dickson (*one way*) memiliki bentuk satu arah atau diasumsikan tertanggung yang telah berpindah *state* tidak dapat kembali ke *state* sebelumnya sedangkan model Dickson (*reverse*) mengasumsikan tertanggung dapat mengalami kesembuhan apabila berada di *state* 1 (*impaired*) dan 2 (*severely impaired*) atau dapat kembali ke *state* sebelumnya. Perbedaan ini mengakibatkan penghitungan premi model Dickson (*one way*) memiliki nilai yang lebih besar.

Dari perspektif perusahaan asuransi sebagai penanggung, skema pembayaran manfaat model Dickson (*reverse*) lebih efektif dibandingkan dengan model Dickson (*one way*) karena perusahaan tidak perlu membayarkan anuitas manfaat ketika individu tertanggung mengalami kesembuhan. Akan tetapi dari perspektif pembeli sebagai tertanggung, model Haberman-Pitacco jauh lebih terjangkau nilai preminya dibandingkan dengan kedua model Dickson.

5.2 Saran

Penelitian ini menggunakan suku bunga dari *BI rate* yang diasumsikan konstan sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan suku bunga yang lebih sesuai dengan aplikasi di dunia nyata seperti suku bunga stokastik. Selain itu, pada penelitian selanjutnya juga dapat digunakan data empirik agar penghitungan premi asuransi LTC lebih relevan dalam pengaplikasiannya. Model asuransi LTC juga dapat dikembangkan menjadi model *multi-life* seperti model asuransi *joint life* atau *last survivor*.

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi praktisi asuransi dalam merancang produk asuransi LTC yang lebih komprehensif. Melalui pemahaman terkait dinamika suku bunga yang sebenarnya dan mengadopsi model stokastik, perusahaan asuransi dapat menghitung premi yang lebih akurat dan risiko yang lebih tepat. Selain itu, penggunaan data empirik yang lebih relevan akan memungkinkan perusahaan untuk memberikan penawaran yang lebih sesuai dengan kebutuhan nasabah asuransi. Hal ini dapat dilakukan dengan

mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang unik bagi setiap individu dan merancang produk dengan manfaat yang lebih relevan.

Selanjutnya, penelitian ini juga dapat menjadi dasar dalam mengembangkan standar minimum untuk produk asuransi LTC sehingga nasabah asuransi dapat memperoleh perlindungan yang lebih baik. Regulator dapat mengembangkan standar akuntansi yang khusus untuk produk asuransi LTC untuk memastikan bahwa perusahaan asuransi memiliki cadangan yang memadai dan dapat memenuhi kewajiban jangka panjangnya.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



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



DAFTAR PUSTAKA

- Aryanti F, Romadhiyati F. 2020. Prevalensi terjadinya Caseous Lymphadenitis pada kambing Shaanen BBPKH Cinagara. *AgriHumanis: Journal of Agriculture and Human Resource Development Studies*. 1(1):61–67. doi:10.46575/agrihumanis.v1i1.55.
- Asyrofi A, Anggriani I, Soemarsono AR. 2023. Penerapan metode rantai Markov waktu diskrit dalam estimasi perpindahan penggunaan merek *smartphone* di Balikpapan. *Jurnal Ilmu Dasar*. 24(2): 159-168. doi:10.19184/jid.v24i2.34872.
- [Badan Litbangkes] Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 2018. *Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Berstein S, Morales M. 2021. The role of a longevity insurance for defined contribution pension systems. *Insurance: Mathematics and Economics*. 99:233–240. doi:10.1016/j.insmatheco.2021.03.020.
- [BI] Bank Indonesia. 2024. BI-Rate Tetap 6,00%: Sinergi Menjaga Stabilitas dan Mendorong Pertumbuhan [internet]. [diakses 2024 Januari 17]. https://www.bi.go.id/id/publikasi/ruang-media/news-release/Pages/sp_260924.aspx.
- [BPJS Ketenagakerjaan] Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan. 2022. *Tabel Mortalitas BPJS Ketenagakerjaan Tahun 2022 (TMJ-22)*. Jakarta: BPJS Ketenagakerjaan.
- Camilli SJ, Duncan I, London RL. 2014. *Models for Quantifying Risk*. Ed ke-6. Winsted (CT): ACTEX Publications Inc.
- Dickson DCM, Hardy MR, Waters HR. 2020. *Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks (International Series on Actuarial Science)*. Ed ke-3. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eggink E, Ras M, Woittiez I. 2017. Dutch long-term care use in an ageing population. *The Journal of the Economics of Ageing*. 9:63-70. doi:10.1016/j.jeo.2016.08.001.
- Eik NB. 2023. *Actuarial Pricing of Critical Illness Insurance Using Multiple State Models* [disertasi]. Kuala Lumpur: School of Mathematical Science, Sunway University.
- Federici S, Bracalenti M, Meloni F, Luciano JV. 2017. World Health Organization disability assessment schedule 2.0: An international systematic review. *Disability and Rehabilitation*. doi:10.1080/09638288.2016.1223177.
- Francis J, Ruckman C. 2018. *Interest Theory: Financial Mathematics and Deterministic Valuation*. Ed ke-2. Farmington (NM): Actuarial Brew.
- Fратиwi D, Lubis AF, Inayah N. 2023. Analisis faktor-faktor penyebab terjadinya penolakan suatu klaim nasabah asuransi (studi kasus pada Asuransi Jiwa Syariah Bumiputera Kantor Pemasaran Medan). *Jurnal Ekonomi Syariah (EKSYA)*. 4(2): 158-174. doi:10.56874/eksya.v4i2.1233.
- Garrett SJ. 2013. *An Introduction to the Mathematics of Finance: A Deterministic Approach*. Ed ke-2. Oxford: Butterworth-Heinemann (Elsevier).
- Gerber HU. 1997. *Life Insurance Mathematics*. Ed ke-3. Lausanne: Springer.
- Ghahramani S. 2018. *Fundamentals of Probability: With Stochastic Processes*. Ed ke-4. Upper Saddle River (NJ): Chapman and Hall/CRC.

- Gottlieb D, Mitchell OS. 2019. Narrow framing and long-term care insurance. *Journal of Risk and Insurance*. 0(0):1-33. doi :10.1111/jori.12290.
- Haberman S, Pitacco E. 1998. *Actuarial Models for Disability Insurance*. Ed ke-1. London: Chapman and Hall.
- Kubo M. 2014. Long-term care insurance and market for aged care in Japan : focusing on the status of care services providers by locality and organizational nature based on survey results. *Australasian Journal on Ageing*. 33(3):153-157. doi:10.1111/ajag.12038.
- Liu W, Unick J, Galik E, Resnick B. 2015. Barthel index of activities of daily living. *Nursing Research*. 64(2):88-99. doi:10.1097/NNR.0000000000000072.
- Mutiya FK. 2023. Premi tahunan asuransi *long-term care* dwiguna menggunakan model *multistate*. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*. 5(1):5190-5205. doi:10.31004/jpdk.v5i1.11828.
- Pitacco E. 2014. *Health Insurance : Basic Actuarial Models*. Cham: Springer.
- Putri SSR, Kusnandar D, Perdana H. 2022. Model multi status untuk produk asuransi long-term care. *Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*. 11(3):457–460. doi:10.26418/bbimst.v11i3.55035.
- Rizkita RP, Syarifuddin. 2023. Peran asuransi dalam kehidupan humanisme ditengah pro-kontra masyarakat. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*. 5(1):5736–5744. doi:10.31004/jpdk.v5i1.12077.
- Ross SM. 2023. *Introduction to Probability Models*. Ed ke-13. Los Angeles (CA): Academic Press (Elsevier).
- Shang Q, Wang X, Qin X, Zhao X. 2023. Pricing of joint life long-term care insurance based on a multistate Markov model. *North American Actuarial Journal*. 0(0): 1-12. doi:10.1080/10920277.2023.2208192.
- Sihombing A, Inneztiana AR, Girsang AV, Pangaribuan FAB, Panjaitan LS, Adriansyah MH, Mardianto MFF. 2023. Perpindahan minat mahasiswa terhadap penggunaan aplikasi *e-wallet* sebelum dan setelah perkuliahan luring di masa pandemic Covid. *Zeta – Math Journal*. 8(1): 39-46. doi:10.31102/zeta.2023.
- Vaaler LJF, Harper SK, Daniel JW. 2019. *Mathematical Interest Theory*. Ed ke-3. Providence (RI): MAA Press.
- Yi Y, Ding L, Wen H, Wu J, Makimoto K, Liao X. 2020. Is Barthel index suitable for assessing activities of daily living in patients with demensia?. *Frontiers in Psychiatry*. 11(282):1-11. doi:10.3389/fpsy.2020.00282.
- Yildirim I. 2021. Longevity risk and rodelling in the life and pension insurance company: mortality forecasting with the Lee–Carter method. *Journal of Statisticians: Statistics and Actuarial Sciences*. 14(2):30–43.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada 18 Desember 2002 sebagai anak pertama dari pasangan Muhammad Rizal dan Lia Hadiati. Pendidikan sekolah menengah atas (SMA) ditempuh di SMA Negeri 14 Jakarta dan lulus pada tahun 2020. Di tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa program sarjana (S-1) di Program Studi Aktuaria di Institut Pertanian Bogor melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama mengikuti program S-1, penulis aktif menjadi pengurus organisasi Paduan Suara Mahasiswa (PSM) Agria Swara sebagai staf Divisi Internal periode 2020-2021 dan pengurus Himpunan Profesi ASSA (*Actuarial Science Student Association*) sebagai *Supervisory Board* dari Departemen *Public Relation* periode 2021-2022 serta beberapa kepanitiaan selama kepengurusan. Penulis berkesempatan mengikuti perlombaan tingkat fakultas dan berhasil meraih Juara 1 selama tiga tahun berturut-turut pada cabang lomba Vokal Grup di ajang SPIRIT FMIPA tahun 2021-2023. Penulis aktif berkontribusi sebagai asisten praktikum untuk mata kuliah FIS1104 Fisika Sains dan Teknologi untuk angkatan 59 (2022) dan asisten responsi untuk mata kuliah AKT1206 Persamaan Diferensial Aktuaria untuk angkatan 58 (2021). Selain kegiatan di kampus, penulis juga berkesempatan mengikuti program Magang Independen bersama dengan perusahaan multinasional yaitu Beneficial Returns (BR) periode Juli – Desember 2022 dan Magang Bersertifikat Kampus Merdeka (MBKM) sebanyak dua kali yaitu bersama mitra Bank Neo Commerce periode Agustus – Desember 2023 dan Zurich Indonesia periode Februari – Juni 2024. Dalam hal akademik, penulis berpartisipasi dalam publikasi jurnal berakreditasi SINTA 2 dengan judul “Penentuan Harga Opsi Bermuda Menggunakan Simulasi Monte Carlo Reduksi *Antithetic Variates*” pada Desember 2023.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

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