

PERHITUNGAN PREMI ASURANSI PADA PASIEN COVID-19 DENGAN METODE MARKOV CHAIN

Novan Setyadi¹⁾, Sudioanto Manullang²⁾

(1) Mahasiswa Matematika Universitas Negeri Medan

(2) Dosen Matematika Universitas Negeri Medan

tindaonnovan@gmail.com

Abstract (English)

The status of a person's condition during treatment can change at any time, it can be in an improved, stable or worsening condition. The movement of a person's condition status is moving faster due to the COVID-19 pandemic. The status transfer can be modeled using stochastic calculations, namely the Markov Chain model with a multistate form. The need for adequate personal protection has increased as a result of the COVID-19 pandemic and one form of protection is insurance. Premiums are an integral part of insurance whose valuation can be determined by stochastic calculations. The data used in this study are data on patients infected with COVID-19 from February 202 to April 2022 at H Adam Malik Medan General Hospital with indicators of the patient's condition before and after being treated which includes body temperature and oxygen saturation. The state of each patient will be classified into state 1, state 2, state 3 and state 4 which will then find the chances of moving from each state. This study aims to determine the form of the multistate model for COVID-19 patients and also to determine the form of valuation of term insurance premiums using the multistate model. The method to calculate the term insurance premium used is the Markov method with a transition probability matrix model. The results of this study obtained a transition probability matrix model and a single net premium for 1-year term life insurance with an interest rate of 8% and compensation of Rp 20,000,000, which is Rp 12,7

Article History

Submitted: 19 Januari 2024

Accepted: 30 Januari 2024

Published: 31 Januari 2024

Key Words

Markov Chain, Multistate, COVID-19, Term Insurance Premium

Abstrak (Indonesia)

Status kondisi seseorang pada saat perawatan setiap waktu bisa mengalami perubahan, dapat berada pada kondisi membaik, tetap atau memburuk. Perpindahan status kondisi seseorang semakin cepat berpindah akibat dari pandemi COVID-19. Perpindahan status tersebut dapat dimodelkan menggunakan perhitungan stokastik, yaitu model *Markov Chain* dengan bentuk *multistate*. Kebutuhan akan perlindungan diri yang memadai telah meningkat sebagai akibat dari pandemi COVID-19 dan salah satu bentuk perlindungannya adalah asuransi. Premi merupakan satu bagian tak terpisahkan dari asuransi yang valuasinya dapat ditentukan dengan perhitungan stokastik. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data pasien terjangkit COVID-19 Februari 202 sampai April 2022 di RSUP H Adam Malik Medan dengan indikator keadaan pasien sebelum dan sesudah dirawat yang meliputi suhu tubuh dan saturasi oksigen. Keadaan setiap pasien akan diklasifikasikan ke keadaan *state 1*, *state 2*, *state 3* dan *state 4* yang kemudian akan ditemukan peluang perpindahan dari setiap *state*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk model *multistate* pada pasien COVID-19 dan juga untuk mengetahui bentuk valuasi premi asuransi berjangka menggunakan model *multistate*. Metode untuk menghitung premi asuransi berjangka yang digunakan adalah metode markov dengan model matriks probabilitas transisi. Hasil penelitian ini memperoleh model matriks probabilitas transisi 4×4 dan premi tunggal bersih untuk asuransi jiwa berjangka 1 tahun dengan laju suku bunga 8% dan santunan sebesar Rp 20.000.000,- adalah sebesar Rp 12.772.000,-.

Sejarah Artikel

Submitted: 19 Januari 2024

Accepted: 30 Januari 2024

Published: 31 Januari 2024

Kata Kunci

Markov Chain, Multistate, COVID-19, Premi Asuransi Berjangka

PENDAHULUAN

Hidup melibatkan banyak bahaya yang terduga dan tidak terduga. Dalam kehidupan sehari-hari, istilah "resiko" selalu dikaitkan dengan kemungkinan terjadi sesuatu yang merugikan yang tidak diduga atau tidak diinginkan. Orang membuat mekanisme untuk mengalihkan resiko atau mengatasi kerugian yang disebabkan oleh sesuatu. Salah satu jenis mekanisme ini disebut asuransi. Asuransi adalah perjanjian di mana penanggung mengikatkan diri kepada tertanggung dengan janji untuk membayar tertanggung untuk mengganti kerugian yang disebabkan oleh kehilangan, kerugian, atau ketidakmampuan untuk memperoleh keuntungan yang diharapkan akibat peristiwa yang tidak diketahui lebih dahulu [1]. Asuransi jiwa berjangka memberikan perlindungan asuransi jiwa untuk jangka waktu tertentu, dengan manfaat akan dibayarkan apabila terjadi kejadian tak terduga. Kelebihan asuransi jiwa berjangka adalah memiliki fleksibilitas untuk memilih berapa jangka waktu yang diinginkan oleh pihak tertanggung. Calon tertanggung biasanya membutuhkan asuransi jiwa berjangka ini karena mereka membutuhkan perlindungan sementara dan memiliki penghasilan kecil tetapi membutuhkan perlindungan yang signifikan dengan biaya yang rendah [2].

Peluang transisi dalam kasus multistate menggunakan konsep dasar rantai markov. Rantai Markov adalah contoh khusus dari proses Markov yang bertujuan untuk mempelajari perilaku sistem dalam jangka waktu tertentu. Di sisi lain, proses Markov adalah sistem dengan model stokastik yang memiliki sifat bahwa terjadinya suatu keadaan atau kondisi bergantung pada kondisi atau keadaan sebelumnya [3]. Untuk menghitung premi bersih asuransi, Anda dapat menggunakan model perhitungan deterministik atau stokastik. Model deterministik digunakan ketika tidak ada variabel acak (semua nilai perilaku diketahui dengan pasti) dan model stokastik digunakan ketika ada variabel acak (nilai yang tidak diketahui dengan pasti dan hanya dapat dijelaskan melalui peluang). Tabel mortalitas dapat digunakan untuk melihat perhitungan dengan model deterministik. Perhitungan premi asuransi jiwa didasarkan pada rantai markov, dan ilmu statistika seperti model rantai markov sangat dibutuhkan untuk menghitung peluang transisi dari satu keadaan ke keadaan lain. Proses transisi ini membentuk model *multistate*.

Penelitian yang dilakukan oleh Chrysmandini, Yuciana dan Rita [4] dengan judul "Perhitungan Premi Asuransi *Long Term Care* untuk model Multi Status" menggunakan data tingkat prevalensi penyakit jantung di United Kingdom sebagai objek untuk menentukan premi asuransi. Perhitungan premi juga menggunakan tabel mortalitas. Rantai markov digunakan untuk melakukan penyusunan matriks probabilitas transisi untuk model tiga status. Adapun penelitian yang lain dilakukan oleh Irwan, Didiharyono dan Maulidina [5] dengan judul "Metode *Markov Chain* untuk Menghitung Premi Asuransi pada Pasien Demam Berdarah *Dengue*", dalam penelitian ini data diambil dari sebuah rumah sakit yang kemudian data tersebut dibentuk menjadi diagram perpindahan *state* dengan 5 kondisi. Perhitungan premi dilakukan dengan menentukan matriks probabilitas transisi terlebih dahulu dan dari setiap keadaan gradasi ditentukan besaran premi bersih.

Dunia pada saat ini sedang menghadapi pandemi *Covid-19*. Pandemi tersebut disebabkan oleh sebuah virus yang dikenal dengan virus *Corona*. *Coronaviruses* (CoV) termasuk pada jenis virus yang menyebabkan penyakit mulai dari flu hingga penyakit yang lebih berat seperti *Middle East Respiratory Syndrome (MERS-CoV)* dan *Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS-CoV)*. *Covid-19* dalam perkembangannya sudah menyebabkan banyaknya kematian manusia di berbagai negara, namun sampai saat ini belum ditemukan obat yang dapat melawan virus tersebut. Seorang pasien terjangkit *Covid-19* dapat sembuh dari virus tersebut hanya dengan daya tahan tubuh pasien itu sendiri [6].

Setiap manusia yang terkena penyakit pasti akan melalui proses atau perubahan dari keadaan sehat ke keadaan sakit dan setiap proses tersebut disebut dengan *state*. Seorang pasien *Covid-19* akan mengalami beberapa *state* perubahan keadaan, menurut situs WHO [7] ada

beberapa gejala ketika seseorang terinfeksi *Covid-19* yang dapat dibagi 2 *state*, yaitu :

- *State 1* : demam, batuk, pilek, kelelahan berlebih, kehilangan kemampuan perasa aroma dan rasa, dan sakit kepala.
- *State 2* : demam tinggi, susah bernafas, kehilangan kemampuan untuk berbicara atau mobilitas, nyeri dada dan batuk berdarah bahkan berdarah.

Berdasarkan uraian latar belakang yang sudah diuraikan tersebut, penulis akan melakukan penelitian yang berfokus pada asuransi berjangka, yaitu memberikan perkiraan intensitas transisi dari keadaan data rekam pasien *Covid-19* dan mengambil judul “Perhitungan Premi Asuransi Pada Pasien Terjangkit Covid-19 Dengan Metode Markov Chain”.

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian dilaksanakan di Rumah Sakit H Adam Malik Medan. Data yang diperoleh merupakan data sekunder yang berupa data rekam medis 375 pasien *Covid-19* di Rumah Sakit H Adam Malik Medan dalam kurun waktu 3 bulan (Februari 2022 sampai dengan April 2022). Kemudian data-data tersebut dikategorikan dalam 4 variabel penelitian dengan deskripsi operasional variabel adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel deskripsi operasional variabel

Nama Variabel	Definisi Operasional	Satuan
<i>State 1</i> (Pasien sakit dengan gejala ringan)	Pasien terjangkit <i>COVID-19</i> memiliki gejala batuk, sakit tenggorokan, pilek, anosmia, suhu badan 36°C - 37°C dan saturasi oksigen $\geq 95\%$	Deskripsi
<i>State 2</i> (Pasien sakit dengan gejala parah)	Pasien terjangkit <i>COVID-19</i> memiliki gejala sesak nafas, gagal nafas, tidak sadarkan diri, suhu badan $> 37^{\circ}\text{C}$ dan saturasi oksigen $< 95\%$	Deskripsi
<i>State 3</i> (Pasien Sehat)	Pasien terkonfirmasi tidak terjangkit <i>COVID-19</i>	Deskripsi
<i>State 4</i> (Pasien Meninggal)	Pasien tidak memiliki respon organ vital	Deskripsi

Diagram alir dari prosedur penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

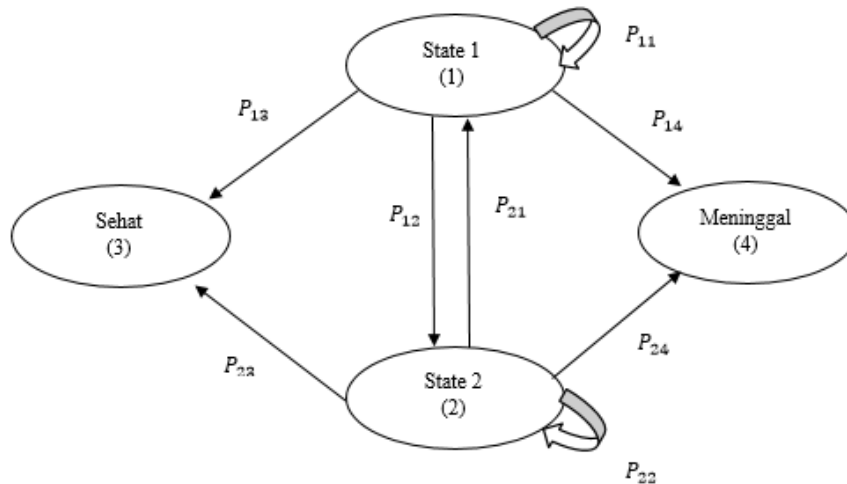
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang telah terkumpul kemudian dilakukan kategorisasi status pasien *Covid-19* berdasarkan data perpindahan *state* yang sudah diperoleh dan dinyatakan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2. Jumlah pasien *Covid-19* untuk masing-masing *state*

	→	Pasien Keluar			
		State 1	State 2	Sehat	Meninggal
Pasien Awal	State 1	9	3	233	62
	State 2	3	1	20	44
	Sehat	0	0	0	0
	Meninggal	0	0	0	0

Probabilitas terjadinya sebuah kejadian dalam penelitian ini mengikuti proses Bernoulli yang artinya jika adanya perpindahan *state* pada pasien maka akan terjadi kejadian sukses dan sebaliknya, apabila tidak terjadi perpindahan *state* pada pasien maka terjadi kejadian gagal. Proses perpindahan *state* tersebut dinyatakan dalam gambar *multistate* berikut :



Gambar 2. Perjalanan perpindahn state

Keterangan :

P_{11} = Peluang seseorang yang berada pada keadaan sakit *state* 1 akan tetap berada pada keadaan sakit *state* 1.

P_{12} = Peluang seseorang yang berada pada keadaan sakit *state* 1 akan berubah keadaan menjadi keadaan sakit *state* 2.

P_{13} = Peluang seseorang yang berada pada keadaan sakit *state* 1 akan berubah keadaan menjadi keadaan sehat.

P_{14} = Peluang seseorang yang berada pada keadaan sakit *state* 1 akan berubah keadaan menjadi keadaan meninggal.

P_{21} = Peluang seseorang yang berada pada keadaan sakit *state* 2 akan berubah keadaan menjadi keadaan sakit *state* 1.

P_{22} = Peluang seseorang yang berada pada keadaan sakit *state* 2 akan tetap berada pada keadaan sakit *state* 2.

P_{23} = Peluang seseorang yang berada pada keadaan sakit *state* 2 akan berubah keadaan menjadi keadaan sehat.

P_{24} = Peluang seseorang yang berada pada keadaan sakit *state* 2 akan berubah keadaan menjadi keadaan meninggal.

Perhitungan probablitas pada setiap transisi adalah sebagai berikut :

$$P_{11} = \frac{n_{11}}{n_1} = \frac{9}{307} = 0.0293$$

$$P_{21} = \frac{n_{21}}{n_2} = \frac{3}{68} = 0.0441$$

$$P_{12} = \frac{n_{12}}{n_1} = \frac{3}{307} = 0.0097$$

$$P_{22} = \frac{n_{22}}{n_2} = \frac{1}{68} = 0.0147$$

$$P_{13} = \frac{n_{13}}{n_1} = \frac{233}{307} = 0.7589$$

$$P_{23} = \frac{n_{23}}{n_2} = \frac{20}{68} = 0.2941$$

$$P_{14} = \frac{n_{14}}{n_1} = \frac{62}{307} = 0.2019$$

$$P_{24} = \frac{n_{24}}{n_2} = \frac{44}{68} = 0.6471$$

$$P_{31} = \frac{n_{31}}{n_3} = 0$$

$$P_{32} = \frac{n_{32}}{n_3} = 0$$

$$P_{33} = \frac{n_{33}}{n_3} = 0$$

$$P_{34} = \frac{n_{34}}{n_3} = 0$$

$$P_{41} = \frac{n_{41}}{n_4} = 0$$

$$P_{42} = \frac{n_{42}}{n_4} = 0$$

$$P_{43} = \frac{n_{43}}{n_4} = 0$$

$$P_{44} = \frac{n_{44}}{n_4} = 0$$

Kemudian nilai probabilitas tersebut dimuat ke dalam matriks probabilitas transisi.

$$P(t) = \begin{bmatrix} 0.0293 & 0.0097 & 0.7589 & 0.2019 \\ 0.0441 & 0.0147 & 0.2941 & 0.6471 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \end{bmatrix}$$

Besarnya perpindahan antar *state* dipengaruhi oleh percepatan atau laju transisi. Laju transisi tersebut dapat dicari dengan mengurangi matriks diagonal dari matriks $P(t)$ dengan matriks identitas, sehingga diperoleh matriks sebagai berikut :

$$M = \begin{bmatrix} -0.9707 & 0.0097 & 0.7589 & 0.2019 \\ 0.0441 & -0.9853 & 0.2941 & 0.6471 \\ 0.0000 & 0.0000 & -1.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & -1.0000 \end{bmatrix}$$

Nilai fungsi peluang transisi dapat diperoleh jika nilai eigen dan vektor eigen dari matriks M ditemukan. Nilai-nilai eigen dari matriks M adalah $\lambda_1 = -0.9561$, $\lambda_2 = -0.9999$, $\lambda_3 = -1.0000$, $\lambda_4 = -1.0000$. Matriks diagonal yang dibentuk dari nilai-nilai eigen tersebut adalah sebagai berikut :

$$D = \begin{bmatrix} -0.9561 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & -0.9999 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & -1.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & -1.0000 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya nilai eigen tersebut digunakan untuk mencari nilai vektor eigen yang hasilnya dibentuk menjadi matriks A sebagai berikut :

$$A = \begin{bmatrix} 0.5525 & -0.3149 & -0.3169 & 0.3126 \\ 0.8335 & 0.9491 & 0.9485 & -0.9499 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0001 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0003 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dicari nilai invers dari matriks A yang dilambangkan dengan matriks C sebagai berikut :

$$C = \begin{bmatrix} 1.2062 & 0.4002 & 23.5142 & 11.4379 \\ -1.0592 & 0.7021 & -8.9263 & 3.5938 \\ 0.0000 & 0.0000 & 8.9118 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 3.6009 \end{bmatrix}$$

Perhitungan premi tunggal dengan asuransi yang diambil dengan contoh kasus asuransi jiwa

berjangka dengan jangka waktu 1 tahun dan laju suku bunga yaitu $\delta = 0.08$ atau 8%, serta benefit yang diterima nasabah apabila terjadi klaim atau nasabah meninggal dunia adalah sebesar Rp 20.000.000,- atau sebesar 1 satuan pembayaran. Sehingga dapat ditentukan premi tunggal dengan menggunakan persamaan $\bar{A}_{x:\overline{n}|11} = \sum_{k=1}^4 \frac{1}{(\delta - d_k)} (1 - e^{-(\delta - d_k)n}) a_{ik} c_{kj} \mu_{ij}$ dan

hasilnya dimuat dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil perhitungan peluang perpindahan setiap state terhadap persamaan premi tunggal bersih

Perpindahan Setiap Keadaan	Hasil Perhitungan
$\bar{A}_{x:\overline{n} 11}$	-0.6007
$\bar{A}_{x:\overline{n} 12}$	-0.0024
$\bar{A}_{x:\overline{n} 13}$	-4.5104
$\bar{A}_{x:\overline{n} 14}$	-2.4799
$\bar{A}_{x:\overline{n} 21}$	0.0005
$\bar{A}_{x:\overline{n} 22}$	-0.6061
$\bar{A}_{x:\overline{n} 23}$	3.5857
$\bar{A}_{x:\overline{n} 24}$	5.2519

Hasil dari perhitungan tersebut kemudian diakumulasikan dan dikalikan dengan besaran benefit yang sudah ditentukan sebelumnya, sehingga dapat diperoleh besaran premi tunggal bersih yang akan dibayarkan oleh nasabah.

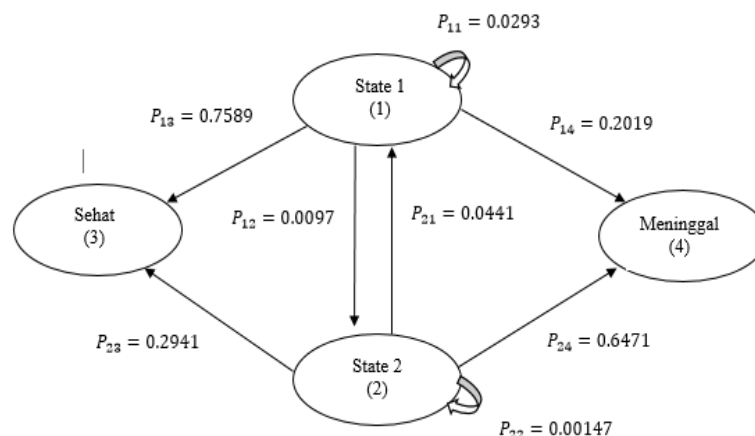
$$\begin{aligned} \bar{A}_{x:\overline{n}|} &= ((-0.6007) + (-0.0024) + (-4.5104) + (-2.4799) + \\ &\quad (0.0005) + (-0.6061) + (3.5857) + (5.2519))(20000000) \\ &= 12772000 \end{aligned}$$

Premi tunggal untuk asuransi jiwa berjangka dengan jangka waktu 1 tahun, laju suku bunga sebesar 0.08 atau 8% dan benefit sebesar Rp 20.000.000,- adalah sebesar Rp 12.772.000,-.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Model *multistate* untuk dapat menghitung premi pasien Covid-19 adalah sebagai berikut :



Gambar 5.1 Model *multistate* perhitungan premi pasien Covid-19

Valuasi premi asuransi jiwa yang dilakukan dengan perhitungan secara parsial (state per-state), dapat diperoleh nilai premi tunggal yang harus dibayar peserta asuransi jika hanya ingin memperoleh klaim dari state tertentu, dimana kondisi-kondisi kesehatan peserta asuransi dijadikan sebagai statenya. Nilai premi tunggal yang harus dibayarkan peserta asuransi kepada perusahaan asuransi semakin besar seiring semakin banyaknya state yang diikuti. Besarnya premi tunggal yang harus dibayarkan oleh nasabah dalam penelitian ini adalah sebesar Rp 12.772.000,-.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purba, R. (1995). *Memahami Asuransi di Indonesia*. Jakarta : PT. Pustaka Binaman Presindo
- [2] Artika, S., Purnaba, I. G. P., & Lesmana, D. C. (2018). Penentuan Premi Asuransi Jiwa Berjangka Menggunakan Model *Vasicek* dan Model *Cox-Ingersoll- Ross (CIR)*. *Journal of Mathematics and Its Applications*. Vol. 12, No. 2, Hal. 129-139.
- [3] Baione, F. & Levantesi, S. (2014). “A health insurance pricing mode based on prevalence rates: Application to critical illness insurance”. *Journal Insurance : Mathematic and economic*. Vol. 58.
- [4] Gumauti, P., Chrysmadini, Wilandari, Y., & Rahmawati, R. (2016). Perhitungan Premi Asuransi *Long Term Care* Untuk Model Multistatus. *JURNAL GAUSSIAN*. Vol. 5, No. 2, Hal. 259-267.
- [5] Irwan, Didiharyono, & Maulidina. (2020). Metode *Markov Chain* untuk Menghitung Premi Asuransi pada Pasien Demam Berdarah *Dengue*. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Vol. 7, No. 2, Hal. 151-160.
- [6] <https://corona.kendalkab.go.id>
- [7] www.who.int/health-topics