

Simulasi Perhitungan Premi Asuransi Kesehatan dan Jiwa pada Penderita Covid-19 yang Dipengaruhi Model Penyebaran Penyakit Menular SIDRS

Patrick Louis Lucin¹, Farah Kristiani^{2*}, Benny Yong³

^{1,2,3}Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung 40141

^{1,2,3}Departemen Matematika UNPAR Bandung Indonesia

e-mail: farah@unpar.ac.id

Diajukan: 26 Mei 2021, Diperbaiki: 23 Mei 2022, Diterima: 12 September 2022

Abstrak

Penentuan manfaat asuransi kesehatan dan kematian yang sesuai dengan kebutuhan pemegang polis sangat penting untuk ditentukan sejak awal pembuatan suatu polis asuransi, khususnya untuk asuransi yang mengambil alih risiko terinfeksi virus COVID-19. Beberapa faktor yang harus diperhitungkan dalam penentuan besaran manfaat dan premi akibat COVID-19 ini adalah faktor populasi manusia rentan (*susceptible*), terinfeksi (*infected*) dan kematian (*death*) pada model penyebaran penyakit menular SIDRS. Pada penelitian ini, ditelaah lebih dalam mengenai pengaruh dari ketiga faktor tersebut pada perhitungan aktuarial sehingga dapat menghasilkan formula penentuan premi yang tepat dengan memperhitungkan dua skema pembayaran secara sekaligus dan secara anuitas. Dari hasil simulasi dengan menerapkan data penderita COVID-19 di Indonesia pada penentuan parameter model SIDRS, diperoleh kesimpulan bahwa besar premi dengan skema pembayaran manfaat secara anuitas lebih kecil dibanding dengan premi dengan skema manfaat dibayarkan sekaligus. Berikutnya, disimpulkan juga bahwa jika populasi pemegang polis semakin banyak, maka harga premi juga akan semakin rendah.

Kata Kunci: Model SIDRS, aktuarial, manfaat, premi, COVID-19

Abstract

Determination of health and death insurance benefits according to the needs of policyholders is very important to determine from the beginning of making an insurance policy, especially for insurance that takes over the risk of being infected with the COVID-19 virus. Several factors that must be taken into account in determining the amount of benefits and premiums due to COVID-19 are the human population factor that is susceptible, infected and death in the SIDRS infectious disease spread model. In this study, the influence of these three factors on actuarial calculations is examined in more depth to produce an appropriate premium determination formula by taking into account two payment schemes in lump sum and annuity. From the simulation results by applying data on COVID-19 cases in Indonesia to determine the parameters of the SIDRS model, it is concluded that the premium with an annuity benefit payment scheme is smaller than the premium with a lump sum benefit scheme. Furthermore, it is also concluded that if the population of policyholders increases, the premium price will also be lower.

Keywords: SIDRS Model, actuary, benefit, premium, COVID-19

1 Pendahuluan

Penyakit COVID-19 telah membawa banyak kerugian bagi penderitanya. Beberapa yang bergejala parah harus dirawat di rumah sakit dan tidak sedikit yang akhirnya meninggal. Dari sejak awal tercatat adanya warga Indonesia yang terjangkit penyakit ini pada awal Maret 2020 [1]. Sampai dengan saat ini telah tercatat sebanyak 4.099.857 penderita di Indonesia dan yang meninggal sebanyak 143.698 orang [2]. Dari sekian banyak pasien penderita COVID-19 yang harus dirawat inap di rumah sakit, terdapat penderita yang ternyata harus membiayai sendiri pengeluaran rawat inapnya. Tentu saja hal ini menimbulkan kerugian yang tidak sedikit meliputi biaya pengobatan, biaya rawat inap, kehilangan pendapatan karena tidak bisa bekerja, dan juga kerugian bagi para pihak yang terlibat dalam perawatan penderita tersebut [3], [4]. Karena itu sangat penting bagi masyarakat untuk mempunyai polis asuransi kesehatan yang bisa menutupi biaya rawat inap maupun asuransi jiwa jika terjadi risiko kematian akibat terinfeksi COVID-19.

Penelitian ini melengkapi penelitian yang telah dilakukan oleh [5], dimana formula manfaat dan premi asuransinya belum memperhitungkan faktor dinamika penyebaran suatu penyakit. Faktor dinamika penyebaran penyakit ini sangat penting untuk diperhitungkan karena manfaat yang ditentukan harus bisa menutupi alokasi pengeluaran yang dibutuhkan [6].

Untuk menghitung premi asuransi akibat penyakit menular, terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi antara lain banyaknya manusia yang rentan tertular, banyaknya penderita yang terinfeksi COVID-19 dan juga penderita yang akhirnya meninggal. Ketiga faktor tersebut akan diperhitungkan pengaruhnya dalam penelitian ini sehingga pengaruh epidemiologi penyakit COVID-19 ini dapat diterapkan dalam analisis aktuarial. Model ini sudah banyak diterapkan di negara-negara selain Indonesia, yaitu Hong Kong, London dan Sri Lanka, untuk jenis asuransi jiwa dan kesehatan, pada penyakit SARS, Pes dan Demam Dengue [6], [7].

Model penyebaran penyakit yang digunakan adalah model penyebaran penyakit *Susceptible, Infected, Deceased, Recovered, and Susceptible* (SIDRS) yang diinisiasi oleh [7], [8] dan diterapkan pada kasus penyakit Tuberculosis. Model SIDRS yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengembangan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan pada [9]. Pada penelitian tersebut, digunakan pendekatan perhitungan premi secara diskrit untuk kasus infeksi penyakit secara umum dan hanya memperhitungkan faktor banyaknya manusia rentan dan terinfeksi saja sehingga hanya dapat menghitung besarnya premi asuransi kesehatan.

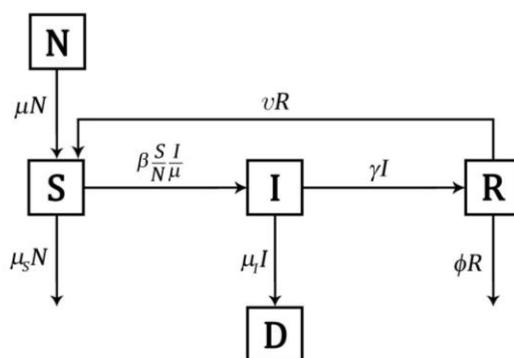
Pengembangan model tersebut dalam penelitian ini adalah dengan menerapkannya pada kasus penderita COVID-19 dengan menggunakan nilai-nilai parameter yang disesuaikan dengan data kasus penderita COVID-19 di Indonesia sejak Maret 2020 - Juli 2021 dengan data yang diambil dari [2] sehingga hasil simulasinya bisa lebih sesuai dengan kondisi di Indonesia.

Lebih lanjutnya, hasil simulasi dari model SIDRS ini akan digunakan untuk menghitung premi asuransi kesehatan dan jiwa untuk tertanggung yang terinfeksi COVID-19. Metode perhitungan premi yang digunakan adalah metode Prinsip Ekuivalensi Fundamental dengan menerapkan prinsip anuitas secara diskrit. Selain itu, dengan melibatkan simulasi banyaknya populasi manusia rentan yang berbeda-beda, dapat diperoleh hasil analisis pengaruhnya terhadap perubahan harga preminya. Diharapkan dari penelitian ini, dapat dihasilkan beberapa kemungkinan penentuan harga premi yang paling sesuai untuk menutupi kerugian para tertanggung, namun masih terjangkau oleh kalangan masyarakat secara luas.

2 Metode Penelitian

2.1. Model Penyebaran Penyakit Menular SIDRS

Pemodelan penyebaran penyakit COVID-19 yang akan dibahas pada paper ini mengacu pada model *Susceptible, Infected, Deceased, Recovered, and Susceptible* (SIDRS) [7], [8]. Diagram kompartemen yang digunakan dalam menggambarkan sistem penyebaran penyakit menularnya, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Kompartemen SIDRS

Dari model kompartemen tersebut, notasi $N(t)$, $S(t)$, $I(t)$, $D(t)$, dan $R(t)$ secara berurutan menyatakan total populasi manusia, banyaknya manusia rentan terhadap penyakit, banyaknya manusia yang terinfeksi suatu penyakit, banyaknya manusia yang meninggal akibat suatu penyakit, dan banyaknya manusia terinfeksi yang telah sembuh dari penyakit tersebut, yang dihitung pada saat t . Penjelasan parameter yang memengaruhinya adalah $\mu(t)$ yang menyatakan proporsi individu yang mengambil asuransi pada waktu t , $\beta(t)$ yaitu tingkat interaksi dengan individu terinfeksi pada waktu t , $\mu_S(t)$ yaitu tingkat pembatalan polis asuransi dan kematian dengan penyebab selain penyakit pada waktu t , $\gamma(t)$ yaitu tingkat kesembuhan pada waktu t , $v(t)$ yaitu proporsi pemegang polis yang sembuh dari penyakit dan melanjutkan perlindungan asuransi pada waktu t , $\phi(t)$ yaitu proporsi pemegang polis yang sembuh dari penyakit tapi tidak

melanjutkan perlindungan asuransi pada waktu t dan $\mu_I(t)$ yaitu tingkat kematian individu terinfeksi pada waktu t . Diketahui $\phi(t) = 1 - v(t)$.

Sistem Persamaan Diferensial (SPD) untuk model kompartemen yang ditunjukkan pada Gambar 1, dirujuk pada [8], dan berlaku untuk $t \geq 0$ sebagai berikut:

$$\frac{dS(t)}{dt} = \mu(t)N(t) - \beta(t) \frac{S(t) I(t)}{N(t) \mu(t)} - \mu_S(t)S(t) + v(t)R(t), \quad (1)$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = \beta(t) \frac{S(t) I(t)}{N(t) \mu(t)} - \gamma(t)I(t) + \mu_I(t)I(t), \quad (2)$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = \gamma(t)I(t) - v(t)R(t) - \phi(t)R(t), \quad (3)$$

$$\frac{dD(t)}{dt} = \mu_I(t)I(t), \quad (4)$$

dengan nilai awal $S(0) > 0, I(0) \geq 0, R(0) \geq 0$, dan $D(0) \geq 0$ serta berlaku hubungan

$$\mu(t)N(t) = S(t) + I(t) + R(t) + D(t) \quad (5)$$

Persamaan diferensial untuk $N(t)$ akan dicari dengan memanfaatkan Persamaan (5) sehingga dapat diperoleh Persamaan (6)

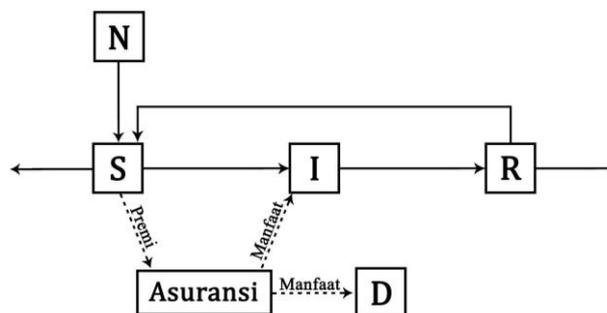
$$N(t) = \frac{S(t) + I(t) + R(t) + D(t)}{\mu(t)} \quad (6)$$

dan diperoleh bentuk sebagai berikut

$$\begin{aligned} \frac{dN(t)}{dt} &= \frac{\left(\frac{dS(t)}{dt} + \frac{dI(t)}{dt} + \frac{dR(t)}{dt} + \frac{dD(t)}{dt} \right) \mu(t) - (S(t) + I(t) + R(t) + D(t)) \mu'(t)}{\mu(t)^2} \\ &= \frac{\left(\frac{dS(t)}{dt} + \frac{dI(t)}{dt} + \frac{dR(t)}{dt} + \frac{dD(t)}{dt} \right) \mu(t)}{\mu(t)^2} - \frac{(S(t) + I(t) + R(t) + D(t)) \mu'(t)}{\mu(t)^2} \\ &= \frac{\frac{dS(t)}{dt} + \frac{dI(t)}{dt} + \frac{dR(t)}{dt} + \frac{dD(t)}{dt} - N(t) \mu'(t)}{\mu(t)} \end{aligned} \quad (7)$$

2.2. Perhitungan Premi berdasarkan Model Penyebaran SIDRS

Perhitungan premi pada model asuransi kesehatan dan asuransi jiwa ini memerlukan perhitungan aktuaria yang melibatkan peluang kejadian pada kompartemen yang terdapat pada Gambar 1. Pengaruh model kompartemen SIDRS terhadap perhitungan premi asuransi kesehatan dan asuransi jiwa ini, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Kompartemen *SIDRS* dengan Premi dan Manfaat Asuransi

Pada kompartemen tersebut, digambarkan alur bahwa premi dibayarkan oleh pemegang polis yang termasuk dalam golongan manusia rentan untuk periode waktu tertentu. Dalam sebuah kontrak polis asuransi, perusahaan asuransi berkewajiban untuk menyediakan manfaat yang akan diberikan pada pemegang polis yang termasuk dalam golongan manusia untuk periode waktu tertentu. Pada skema yang digunakan dalam penelitian ini, premi asuransi hanya akan dibayarkan oleh pemegang polis sebelum yang bersangkutan terinfeksi suatu penyakit. Dalam hal ini, premi berupa anuitas akan dibayarkan oleh orang yang masuk dalam kompartemen *S*. Manfaat asuransi kesehatan akan dibayarkan kepada tertanggung yang masuk dalam kompartemen *I* dan manfaat asuransi jiwa akan dibayarkan kepada tertanggung yang masuk dalam kompartemen *D* yang mengajukan klaim asuransi. Skema perhitungan nilai-nilai aktuarial pada paper ini akan dilakukan menggunakan konsep perhitungan secara diskrit.

Pada perhitungan matematika aktuarial, lebih mudah jika digunakan nilai peluang daripada digunakan banyaknya kejadian yang sesungguhnya. Untuk itu dimisalkan, $s(t) = \frac{S(t)}{N(t)}$, $i(t) = \frac{I(t)}{N(t)}$, $d(t) = \frac{D(t)}{N(t)}$, dan $r(t) = \frac{R(t)}{N(t)}$. Sehingga, diperoleh sistem persamaan diferensial yang baru adalah sebagai berikut,

$$s'(t) = \mu(t) - \varphi(t)s(t)i(t) - \mu_S s(t) + v(t)r(t) - s(t)n(t) \quad (8)$$

$$i'(t) = \varphi(t)s(t)i(t) - \gamma(t)i(t) - \mu_I(t)i(t) - i(t)n(t) \quad (9)$$

$$r'(t) = \gamma(t)i(t) - v(t)r(t) - \phi(t)r(t) - r(t)n(t) \quad (10)$$

$$d'(t) = \mu_I(t)i(t) - d(t)n(t) \quad (11)$$

dengan $s(0) = s_0$, $i(0) = i_0$, $r(0) = r_0$, $d(0) = d_0$, dan $\varphi(t) = \frac{\beta(t)}{\mu(t)}$. Proporsi $s(t)$, $i(t)$, $d(t)$, dan $r(t)$ merupakan peluang seseorang termasuk ke dalam kelompok rentan, terinfeksi, meninggal

karena penyakit, dan sembuh dari penyakit secara berturut-turut. Selanjutnya, akan dijabarkan nilai-nilai aktuarial yang digunakan dalam perhitungan premi dan manfaat pada beberapa kasus.

2.2.1. Perhitungan Premi dengan Manfaat Berupa Sekali Pembayaran

Perhitungan premi dari polis asuransi ini dipengaruhi oleh Nilai Tunai Aktuarial (NTA) untuk anuitas pembayaran premi, anuitas manfaat kesehatan maupun jiwa. Pada kasus ini, manfaat yang diberikan perusahaan asuransi hanya akan dibayarkan sekali saja, yaitu ketika tertanggung terinfeksi virus COVID-19 dan memerlukan perawatan inap di rumah sakit atau ketika tertanggung akhirnya meninggal karena penyakit ini.

NTA premi yang dibayarkan secara diskrit selama T periode akan dinotasikan dengan $a^s_{[0,T]}$ karena dipengaruhi oleh banyaknya orang yang masuk ke kompartemen S . Formula perhitungan NTA premi tersebut adalah sebagai berikut,

$$a^s_{[0,T]} = \sum_{t=0}^T e^{-\delta t} s(t), \quad (12)$$

dengan δ adalah suku bunga kontinu per tahun yang diasumsikan konstan.

NTA manfaat kesehatan akan dinotasikan dengan $A^i_{[0,T]}$ karena dipengaruhi oleh banyaknya orang yang termasuk dalam kompartemen I sedangkan NTA manfaat kematian akan dinotasikan dengan $A^d_{[0,T]}$ karena dipengaruhi oleh banyaknya orang yang termasuk dalam kompartemen D . Formula NTA manfaat kesehatan adalah

$$A^i_{[0,T]} = \sum_{t=0}^T e^{-\delta t} \varphi(t) s(t) i(t), \quad (13)$$

dengan $\varphi(t) s(t) i(t)$ menyatakan peluang seseorang baru terinfeksi pada waktu ke- t . Formula NTA manfaat kematian adalah

$$A^d_{[0,T]} = \sum_{t=0}^T e^{-\delta t} \mu_I(t) i(t), \quad (14)$$

Dengan menggunakan Prinsip Ekuivalensi Fundamental pada ilmu aktuarial untuk menentukan besaran premi [10] dan menganggap besaran manfaat kesehatan adalah B^i dan manfaat kematian adalah B^d , formula perhitungan premi untuk polis dengan manfaat yang dibayarkan dalam sekali pembayaran, adalah sebagai berikut,

$$P_{LS} a^s_{[0,T]} = B^i A^i_{[0,T]} + B^d A^d_{[0,T]}$$

$$P_{LS} = \frac{B^i A^i_{[0,T]} + B^d A^d_{[0,T]}}{a^s_{[0,T]}} \quad (15)$$

2.2.2. Perhitungan Premi dengan Manfaat Berupa Anuitas

Pada kasus ini, perhitungan NTA premi masih sama seperti perhitungan premi dengan manfaat berupa sekali pembayaran. Namun, untuk perhitungan NTA manfaat kesehatan dan kematian akan berbeda karena manfaat kesehatan dan kematian memiliki skema pembayaran yang berupa anuitas. NTA manfaat kesehatan akan dinotasikan dengan $a^i_{[0,T]}$ karena dipengaruhi oleh peluang orang yang masuk ke kompartemen I yang disimbolkan dengan $i(t)$, sedangkan NTA manfaat kematian akan dinotasikan dengan $a^d_{[0,T]}$ karena dipengaruhi oleh peluang orang yang masuk ke kompartemen D yang disimbolkan dengan $d(t)$. Formula perhitungan NTA manfaat kesehatan adalah

$$a^i_{[0,T]} = \sum_{t=0}^T e^{-\delta t} i(t). \quad (16)$$

Formula perhitungan NTA manfaat kematian adalah

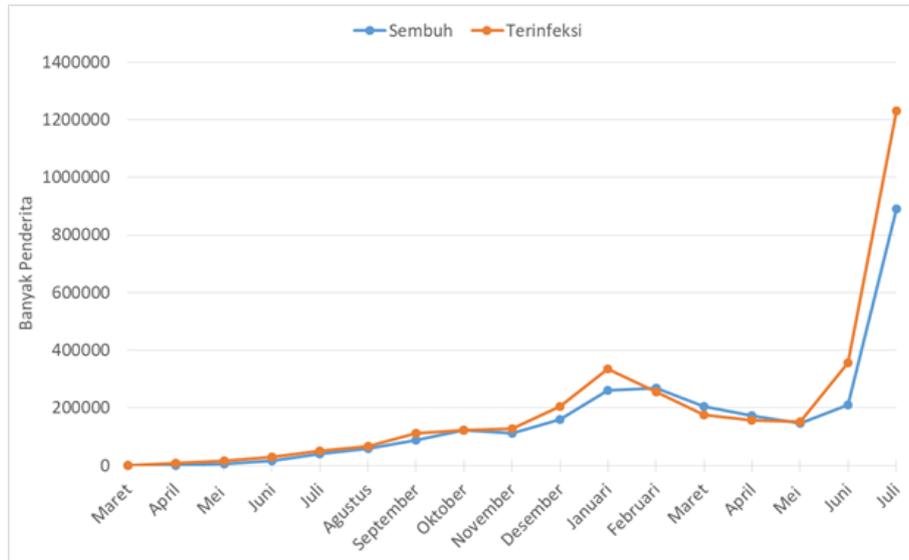
$$a^d_{[0,T]} = \sum_{t=0}^T e^{-\delta t} d(t). \quad (17)$$

Dengan menggunakan prinsip perhitungan premi yang sama seperti pada Persamaan (15), formula perhitungan premi untuk polis asuransi yang manfaatnya dibayarkan secara berkala, diperoleh dengan cara sebagai berikut,

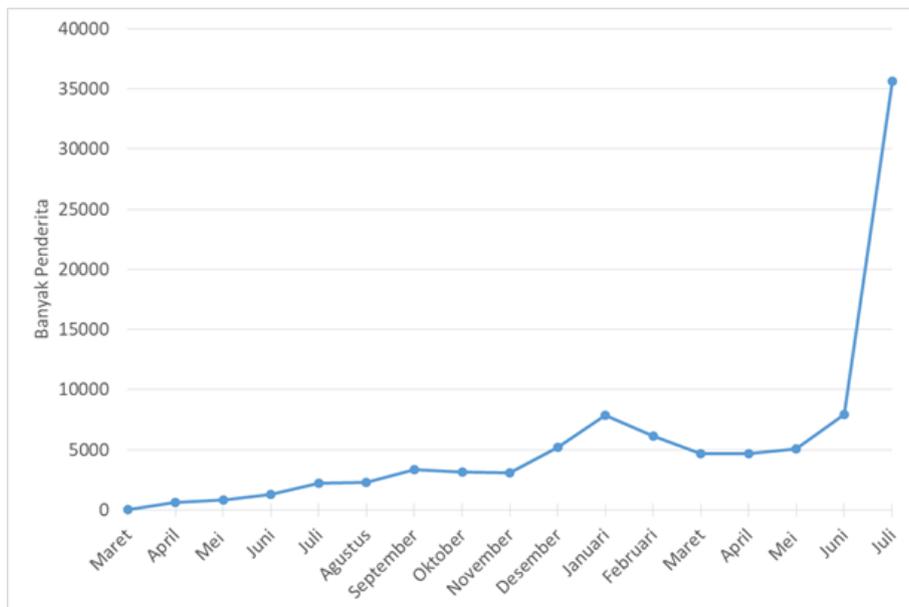
$$\begin{aligned} P_A a^s_{[0,T]} &= B^i a^i_{[0,T]} + B^d a^d_{[0,T]} \\ P_A &= \frac{B^i a^i_{[0,T]} + B^d a^d_{[0,T]}}{a^s_{[0,T]}} \end{aligned} \quad (18)$$

3 Hasil dan Pembahasan

Dalam simulasi pada penelitian ini, akan digunakan data penderita COVID-19 di Indonesia. Data tersebut berupa banyak orang yang terinfeksi COVID-19, banyak orang yang meninggal akibat COVID-19, dan banyak orang yang sembuh setelah terinfeksi COVID-19. Data tiap bulan dari bulan Maret 2020 sampai Juli 2021 akan dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Grafik Banyaknya Manusia Terinfeksi dan Sembuh per Bulan



Gambar 4. Grafik Banyaknya Manusia Meninggal per Bulan

Data diperoleh dari situs resmi yang dikembangkan oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia (Kemkominfo) [2]. Data menunjukkan bahwa selama 17 bulan sejak awalnya virus COVID-19 menyebar di Indonesia, banyaknya manusia yang terinfeksi dan meninggal melonjak tinggi pada 2 bulan terakhir. Akan tetapi, hal tersebut diikuti juga oleh banyaknya orang yang sembuh setelah terinfeksi COVID-19. Selain data di atas, digunakan juga data berupa angka kematian penduduk Indonesia dan proporsi penduduk Indonesia yang memiliki polis asuransi yang akan digunakan dalam penentuan nilai parameter. Penggunaan parameter tersebut akan dibahas pada subbab selanjutnya.

3.1 Penentuan Parameter dan Solusi Numerik dari SPD

Parameter-parameter yang diperlukan untuk melakukan simulasi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter yang Digunakan dalam Simulasi

Notasi	Keterangan	Nilai
μ	Tingkat membeli asuransi	$0,05555 + 0,0031t$
μ_I	Tingkat kematian diakibatkan penyakit	$0,0277 - 0,0007t$
μ_S	Tingkat kematian diakibatkan selain penyakit	$2,82 * 10^{-4} + 0,00005t$
γ	Tingkat pemulihan	$0,2582 + 0,0266t$
β	Tingkat transmisi penyakit	$0,0876 + 0,34t$
ν	Proporsi manusia sembuh yang kembali membeli asuransi	$0,1721 + 0,0177t$
δ	Tingkat suku bunga	0,03
T	Masa tenggang polis	12

*dengan t menyatakan waktu dalam bulan

Keterangan penentuan parameter:

1. Nilai μ didasari oleh berita yang menyatakan bahwa 2 dari 3 penduduk Indonesia memiliki asuransi jiwa dan kesehatan [11]. Selama 3 tahun terakhir, banyak orang yang memiliki asuransi mengalami peningkatan sebesar 11%. Peningkatan pemilik asuransi terhadap waktu diasumsikan sama dengan peningkatan 3 tahun terakhir. Sehingga,

$$\mu(t) = \left(\frac{2}{3}\right)\left(\frac{1}{12}\right) + 11\% \left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{1}{3}\right)t = 0,0555 + 0,0031t.$$

2. Nilai μ_I didasari oleh analisis data banyaknya orang meninggal karena COVID-19 ($D(t)$) dan terinfeksi setiap bulan akibat COVID-19 ($I(t)$). Parameter μ_I adalah perbandingan antara $D(t)$ dan $I(t)$. Setelah memperoleh nilai μ_I setiap bulan, hampiran μ_I diperoleh dengan menggunakan regresi linear sederhana.
3. Parameter μ_S didasari oleh data proyeksi banyaknya orang yang meninggal pada tahun 2020. Proyeksi data ini tidak dipengaruhi oleh pandemi COVID-19 karena dibuat sebelum terjadinya pandemi tersebut. Tingkat kematian adalah perbandingan antara banyaknya orang yang meninggal dan besar populasi. Diketahui pada tahun 2020, kira-kira sebanyak 900.000 orang meninggal dengan total populasi penduduk Indonesia adalah 265.185.520 orang. Dari tahun 2015 sampai 2020, secara rata-rata banyaknya orang yang meninggal adalah 850.000. Nilai $\mu_S(t)$ akan dihitung dengan menjumlahkan tingkat kematian pada tahun 2020 dan peningkatannya terhadap waktu. Peningkatan kematian diasumsikan sama dengan peningkatan kematian pada tahun 2015 sampai 2020. Sehingga,

$$\mu_s(t) = \left(\frac{900.000}{265.185.520}\right) \left(\frac{1}{12}\right) + \left(\frac{850.000}{265.185.520}\right) \left(\frac{1}{12}\right) \left(\frac{1}{5}\right) t = 2,8282 * 10^{-4} + 0,000053t.$$

4. Nilai γ didasari oleh perbandingan antara $R(t)$ dan $I(t)$. Dengan memperhitungkan tingkat pemulihan/bulan dari para penderita COVID-19 yang diamati selama pengumpulan data dalam 17 bulan, hampiran $\gamma(t)$ diperoleh dengan menggunakan regresi linear sederhana.

5. Diasumsikan $\frac{2}{3}$ orang yang sembuh membeli polis asuransi kembali. Jadi, nilai $v(t)$ adalah

$$\frac{2}{3}\gamma(t), \text{ sehingga } v(t) = \left(\frac{2}{3}\right)\gamma(t) = \left(\frac{2}{3}\right)(0,2582 + 0,0266t) = 0,1721 + 0,0177t$$

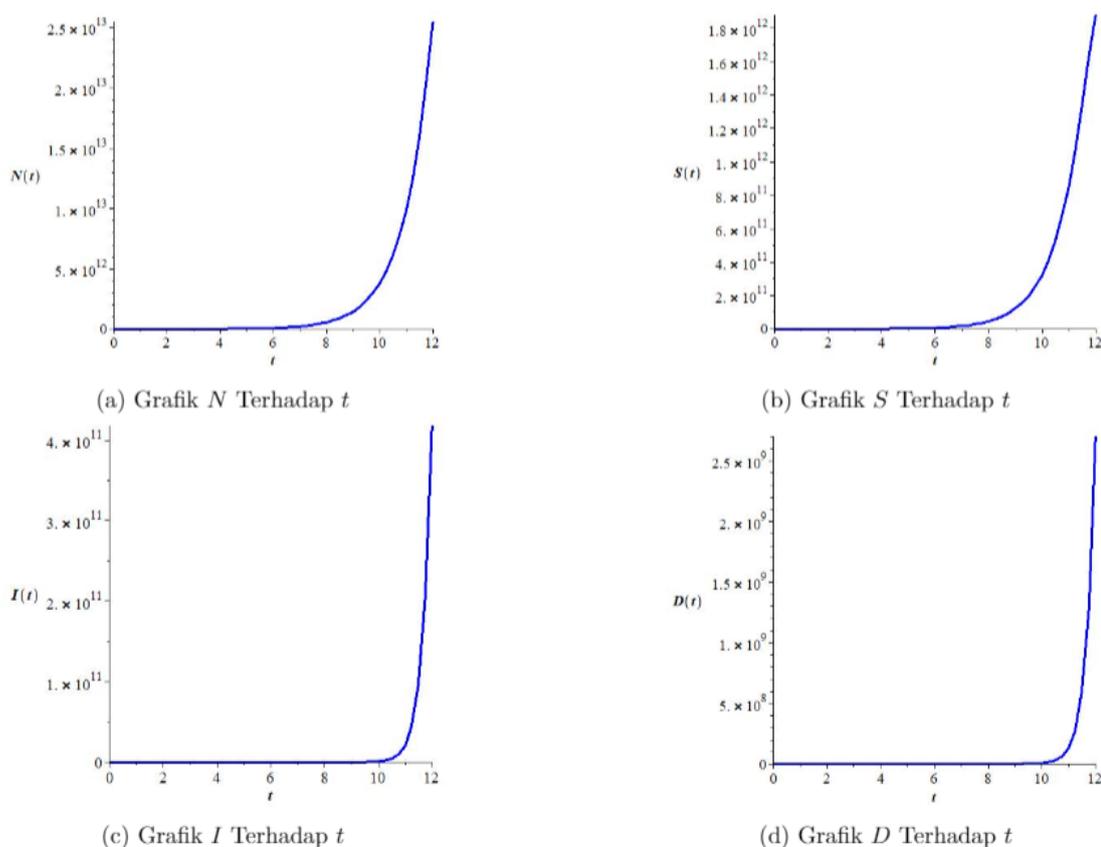
6. Parameter β dan δ di Indonesia diasumsikan sama dengan nilai tersebut di Nigeria. Sehingga, nilai $\beta(t)$ dan $\delta(t)$ pada paper ini akan dikutip dari [8].

7. Polis diasumsikan berlaku selama 12 bulan sehingga $T = 12$.

Selanjutnya nilai $S(t)$, $I(t)$, $D(t)$, dan $N(t)$ untuk setiap t dari Persamaan (1), (2), (4), dan (7) perlu dihitung agar dapat menentukan besaran premi asuransi jiwa dan kesehatan. Akan tetapi, karena tidak mudah menentukan solusi dari SPD Persamaan (1)-(4) dan (7), maka dengan menggunakan perangkat lunak Maple, akan digunakan solusi numeriknya dengan asumsi durasi waktunya 12 bulan ($T = 12$). Parameter yang dijabarkan pada Tabel 1 akan digunakan dalam mencari solusi numerik ini. Nilai awal ditentukan berdasarkan data lapangan yang digunakan, yaitu $N(0) = 265.185.520$, $S(0) = 14.716.722$, $I(0) = 1.018$, $D(0) = 2$.

Hasil numerik dari $S(t)$, $I(t)$, $D(t)$, dan $N(t)$ ditampilkan dalam grafik pada Gambar (5). Pada Gambar (5) diperlihatkan banyaknya total populasi, manusia rentan, manusia terinfeksi, dan manusia meninggal selama 12 bulan. Grafik tersebut memperlihatkan bahwa seiring berjalannya waktu banyak manusia rentan, terinfeksi, dan meninggal akan bertambah pesat pada suatu waktu tertentu.

Setelah memperoleh nilai $S(t)$, $I(t)$, $D(t)$, dan $N(t)$ untuk $t = 1, 2, \dots, 12$, dapat diperoleh nilai $s(t)$, $i(t)$, dan $d(t)$ dengan $s(t) = \frac{S(t)}{N(t)}$, $i(t) = \frac{I(t)}{N(t)}$, dan $d(t) = \frac{D(t)}{N(t)}$. Selanjutnya sudah dapat diperoleh nilai $a^s_{[0,12]}$, $a^i_{[0,12]}$, $a^d_{[0,12]}$, $A^i_{[0,12]}$, $A^d_{[0,12]}$ dengan menggunakan Persamaan (12) - (14), (16) dan (17). Perhitungan premi akan dilakukan pada 2 jenis kasus pembayaran manfaat seperti yang akan dijelaskan berikut ini.



Gambar 5. Solusi Numerik dari SPD

3.2 Hasil Simulasi dengan Manfaat Berupa Sekali Pembayaran

Simulasi dilakukan dengan menggunakan hasil solusi numerik yang didukung dengan nilai-nilai parameter yang telah ditentukan pada Tabel 1. Dari persamaan (12), diperoleh nilai $a^s_{[0,12]} = 0,778383$, dari Persamaan (13), diperoleh hasil $A^i_{[0,12]} = 0,043913$, dan dari Persamaan (14), diperoleh nilai $A^d_{[0,12]} = 0,000247$.

Diasumsikan $B^i = Rp60.000.000$ dan $B^d = Rp150.000.000$. Dengan asumsi tersebut, dari Persamaan (15) akan dihitung besar premi/bulan untuk asuransi yang memberikan manfaat kesehatan dan kematian sebagai berikut:

$$P_{LS} = \frac{(60.000.000)(0,043913) + (150.000.000)(0,043913)}{0,778383} = Rp \text{ 3.432.723,678/bulan.}$$

3.3 Hasil Simulasi dengan Manfaat Berupa Anuitas

Dengan menggunakan cara yang sama, dari Persamaan (12) diperoleh $a^s_{[0,12]} = 0,778383$, dari Persamaan (16), diperoleh $a^i_{[0,12]} = 0,013056$ dan dari Persamaan (17), diperoleh $a^d_{[0,12]} = 0,000085$.

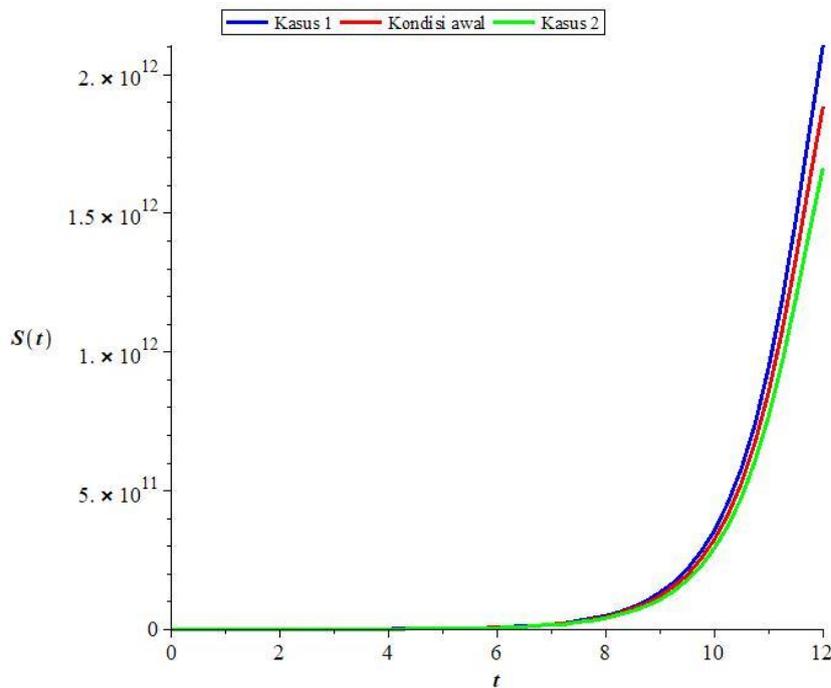
Diasumsikan $B^i = Rp5.000.000$ /bulan yang dibayarkan sejak penderita terinfeksi COVID-19 selama 12 bulan. Akan tetapi, jika tertanggung tersebut meninggal akibat COVID-19, maka

pembayaran B^i akan berhenti dan digantikan dengan $B^d = Rp12.500.000/bulan$ yang dibayarkan selama 12 bulan. Maka, besar premi/bulan untuk asuransi yang memberikan manfaat kesehatan dan kematian dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (18).

$$P_A = \frac{(5.000.000)(0,013056)+(12.500.000)(0,000085)}{0,778383} = Rp 85.225,976/bulan.$$

3.4 Simulasi Perhitungan Premi Akibat Perubahan $S(t)$

Pada subbab ini akan disimulasikan pengaruh banyaknya pemegang polis terhadap besar premi. Diasumsikan kasus 1 dengan banyaknya pemegang polis pada saat awal meningkat sebesar 10% dan kasus 2 dengan banyaknya pemegang polis pada saat awal menurun sebesar 10%. Pada kasus 1, nilai $\mu(t) = 0,0611 + 0,0031t$ dan pada kasus 2, nilai $\mu(t) = 0,05 + 0,0031t$.



Gambar 6. Grafik $S(t)$ Terhadap t

Nilai $\mu(t)$ yang berubah akan memengaruhi solusi numerik $S(t), I(t), D(t)$, dan $R(t)$. Secara khusus, perubahan grafik $S(t)$ akibat perubahan $\mu(t)$ dapat dilihat pada Gambar (6) sehingga pasti akan memengaruhi besar preminya. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan premi dengan manfaat yang dibayarkan dalam sekali pembayaran dan dengan manfaat berupa anuitas.

Hasil perbandingan perhitungan $a^s_{[0,12]}, a^i_{[0,12]}, a^d_{[0,12]}, A^i_{[0,12]}$, dan $A^d_{[0,12]}$ beserta perbandingan besar premi untuk kedua kasus tersebut, dengan asumsi besar manfaatnya masih sama seperti contoh kasus sebelumnya, dapat dilihat semua hasilnya pada Tabel 2. Untuk mempermudah menganalisis hasil secara keseluruhan, ditambahkan juga hasil perhitungan dari kasus awal yang telah dihitung di subbab sebelumnya.

Tabel 2. Perbandingan Premi Kasus 1 dan Kasus 2

Kasus	$a^s_{[0,12]}$	$a^i_{[0,12]}$	$a^d_{[0,12]}$	$A^i_{[0,12]}$	$A^d_{[0,12]}$	P_{LS} /bulan (Rupiah)	P_A /bulan (Rupiah)
1	0,839246	0,012933	0,000083	0,044114	0,000245	3.197.728,607	78.288,652
Awal	0,778383	0,013056	0,000085	0,043913	0,000247	3.432.723,678	85.225,976
2	0,717492	0,013199	0,000087	0,043681	0,000251	3.705.212,408	93.493,171

3.5 Hasil Analisis Studi Kasus

Pada studi kasus perhitungan P_{LS} dan P_A , diperoleh hasil yang berbeda antara keduanya. Didapatkan hasil P_A jauh lebih kecil dibandingkan hasil dari P_{LS} . Perbedaan nilai premi ini, disebabkan oleh perbedaan skema pemberian manfaat yang berbeda di masing-masing skemanya dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing sesuai dengan kemampuan keuangan dari pemegang polisnya. Kelebihan yang diperoleh tertanggung jika mengambil skema manfaat yang berupa sekali pembayaran adalah tertanggung dapat langsung memperoleh manfaat kesehatan dan kematian secara utuh tanpa harus menunggu pembayaran manfaat yang dicicil selama 12 bulan. Namun, premi yang harus dibayarkan pada skema ini memang lebih tinggi dibandingkan premi dengan skema manfaat berupa anuitas.

Sebaliknya, untuk skema manfaat berupa anuitas, kelebihanannya adalah besaran premi yang harus dibayarkan relatif lebih murah. Harapannya dengan skema manfaat yang dibayarkan secara anuitas, dengan pembayaran premi yang lebih murah, maka pembelian polis ini semakin terjangkau oleh masyarakat, sehingga proteksi asuransi kesehatan dapat dirasakan manfaatnya oleh masyarakat dengan beragam tingkat pendapatan.

Selanjutnya, dari simulasi pengaruh banyaknya pemegang polis ($S(t)$) terhadap besar premi yang ditampilkan dalam Tabel 2 yang telah memperhitungkan juga penerapan data COVID-19 di Indonesia, dapat dianalisis pengaruh $\mu(t)$ terhadap besar premi, baik P_{LS} maupun P_A . Jika $\mu(t)$ semakin membesar yang mengakibatkan nilai $S(t)$ membesar, maka baik P_{LS} maupun P_A akan mengecil. Penerapan hasil analisis ini secara langsung di perusahaan asuransi adalah dengan meningkatnya banyaknya pemegang polis, maka perusahaan asuransi dapat menekan harga premi menjadi semakin rendah dan lebih terjangkau oleh masyarakat dari kalangan yang lebih luas. Hal ini sesuai dengan hasil yang telah disampaikan dalam penelitian sebelumnya [9].

4 Simpulan

Peluang terinfeksi virus COVID-19 berbeda dengan peluang terkena penyakit kritis yang ditanggung oleh perusahaan asuransi pada umumnya, sehingga penyebaran virus COVID-19 harus

dipertimbangkan dalam perhitungan besar premi asuransi. Pada penelitian ini, parameter-parameter yang digunakan dalam model SIDRS ditentukan berdasarkan data lapangan COVID-19 di Indonesia. Oleh karena itu, penerapan model SIDRS pada penyebaran penyakit COVID-19 ini mempunyai peran yang besar dalam memperhitungkan besar premi asuransi jiwa dan kesehatan.

Penelitian ini menelaah skema perhitungan premi dengan dua pendekatan pembayaran manfaat yang berbeda yaitu manfaat berupa sekali pembayaran dan manfaat berupa anuitas. Dengan skema manfaat berupa sekali pembayaran, tertanggung dapat memperoleh manfaat kesehatan dan kematian secara sekaligus walaupun premi yang dibayarkan lebih tinggi dibandingkan dengan premi dari skema manfaat berupa anuitas. Namun, skema manfaat berupa anuitas ini, tetap memiliki kelebihan karena dengan harga premi yang lebih rendah, skema polis asuransi ini akan lebih terjangkau oleh kalangan masyarakat yang lebih luas.

Banyaknya pemegang polis akan memengaruhi hasil perhitungan premi. Jika banyak pemegang polis meningkat, maka harga premi akan menjadi lebih rendah. Dengan harga premi yang lebih rendah, diharapkan masyarakat dari berbagai kalangan dapat memperoleh proteksi yang memadai terhadap risiko akibat virus COVID-19.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diterapkan oleh perusahaan asuransi agar tidak sampai terjadi kerugian yang menyebabkan perusahaan asuransi tersebut bangkrut. Persiapan ini sangat diperlukan agar perusahaan asuransi dapat mengantisipasi pembayaran manfaat jika ada pengajuan klaim dari para tertanggungnya.

Saran untuk pengembangan penelitian ini adalah penelitian difokuskan pada area yang lebih kecil misalnya pada propinsi atau kota, sehingga data yang diterapkan dalam model ini dapat lebih akurat. Selain itu, dapat digunakan juga model kompartemen lain yang lebih sesuai dengan model penyebaran dan pemberian manfaat asuransi kesehatan dan kematian akibat terinfeksi COVID-19.

5 Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para reviewer yang sudah memberikan masukan yang berharga untuk perbaikan materi dalam paper ini. Tidak lupa penulis juga berterima kasih kepada Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia (Kemkominfo) untuk data yang disediakan untuk mendukung riset ini. Terakhir, dukungan dari Universitas Katolik Parahyangan agar penulis terus berkarya dalam penelitian sangat penulis hargai.

6 Daftar Pustaka

- [1] K. N. Azizah, “Kronologi 2 Pasien Pertama Virus Corona covid-19 di Indonesia,” *Detik Health*, 2020. <https://health.detik.com/berita-detikhealth/d-4922758/kronologi-2-pasien-pertama-virus-corona-covid-19-di-indonesia/1> (accessed Jul. 12, 2021).
- [2] Satuan Tugas Penanganan COVID-19, “Peta Sebaran COVID-19,” 2021. <https://covid19.go.id/peta-sebaran> (accessed Nov. 18, 2021).
- [3] R. Widiyani, “Empat Sekawan Penyebab DBD,” 2013. <http://health.kompas.com/read/2013/04/03/18534298/Empat.Sekawan.Penyebab.DBD>.
- [4] J. Suaya, D. Shepard, J. Siquera, C. Martelli, L. Lum, and L. Tan, “Cost of Dengue Cases in Eight Countries in The Americas and Asia : A Prospective Study,” *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, vol. 80, no. 05, pp. 846–855, 2009.
- [5] R. A. Hemmins, J. Harkensee, and M. Rowell, “System and Method for Providing Immediate, Short-Term Life Insurance Coverage and Facilitating Offers of Longer-Term Insurance,” *United States Pat. Appl. Publ.*, pp. 1–13, 2012.
- [6] R. Feng and J. Garrido, “Actuarial application of epidemiological models,” *North Am. Actuar. J.*, vol. 14, no. 1, pp. 112–136, 2011.
- [7] D. L. M. . Samaranyake, D. I. J. Samaranyake, “Insurance Contract for Epidemiological Diseases Spread,” *Sri Lanka J. Econ. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 103–124, 2018.
- [8] C. Nkeki and G. Ekhuagere, “Some Actuarial Mathematical Models for Insuring the Susceptible of a Communicable Disease,” *Int. J. Financ. Eng.*, pp. 1–45, 2020.
- [9] P. Louis, F. Kristiani, and B. Yong, “Pengaruh Banyaknya Populasi Manusia Rentan dalam Penyebaran Penyakit Menular pada Perhitungan Premi Asuransi Kesehatan,” 2021.
- [10] N. L. Bowers, H. U. Gerber, J. C. Hickman, D. A. Jones, and C. J. . Nesbitt, *Actuarial Mathematics*. Society of Actuaries, 1997.
- [11] M. Nafi, “1 dari 3 Penduduk Tidak Punya Asuransi Kesehatan,” 2021. <https://lokadata.id/artikel/1-dari-3-penduduk-tak-punya-asuransi-kesehatan>.