

**SKRIPSI**

**SIMULASI PERHITUNGAN PREMI ASURANSI KESEHATAN  
DAN JIWA UNTUK RISIKO TERINFEKSI COVID-19 YANG  
DIPENGARUHI MODEL SIDRS**



**Patrick Louis Lucin**

**NPM: 6161801074**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2022**



**FINAL PROJECT**

**SIMULATION OF CALCULATING HEALTH AND LIFE  
INSURANCE PREMIUMS FOR THE RISK OF BEING  
INFECTED WITH COVID-19 AFFECTED BY THE SIDRS  
MODEL**



**Patrick Louis Lucin**

**NPM: 6161801074**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### SIMULASI PERHITUNGAN PREMI ASURANSI KESEHATAN DAN JIWA UNTUK RISIKO TERINFEKSI COVID-19 YANG DIPENGARUHI MODEL SIDRS

Patrick Louis Lucin

NPM: 6161801074

Bandung, 14 Januari 2022

Menyetujui,

Pembimbing 1



Benny Yong, Ph.D.

Pembimbing 2



Farah Kristiani, Ph.D.

Ketua Tim Penguji



Dr. Livia Owen

Anggota Tim Penguji



Dr. Andreas Parama Wijaya

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

## PERNYATAAN

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

### **SIMULASI PERHITUNGAN PREMI ASURANSI KESEHATAN DAN JIWA UNTUK RISIKO TERINFEKSI COVID-19 YANG DIPENGARUHI MODEL SIDRS**

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

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

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal 14 Januari 2022



Patrick Louis Lucin  
NPM: 6161801074

## ABSTRAK

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. Manfaat tersebut harus direalisasikan tanpa menyebabkan kerugian pada perusahaan asuransi. Salah satu hal yang dapat mencegah kerugian perusahaan asuransi adalah penentuan besar premi yang tepat. Beberapa faktor yang harus diperhitungkan dalam penentuan besar premi akibat COVID-19 ini adalah faktor populasi manusia rentan (*susceptible*), terinfeksi (*infected*) dan kematian (*death*) pada model penyebaran penyakit menular *Susceptible, Infected, Death, Recovered, Susceptible* (SIDRS). Pada skripsi ini, ditelaah lebih dalam mengenai pengaruh dari ketiga faktor tersebut pada perhitungan aktuarial sehingga dapat menghasilkan formula perhitungan premi yang tepat. Perhitungan premi pada skripsi ini memperhitungkan dua skema, yaitu ketika manfaat berupa pembayaran secara sekaligus dan secara anuitas. Data penderita COVID-19 di Indonesia diterapkan untuk menentukan parameter model SIDRS. Dari hasil simulasi, 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 besar, maka harga premi juga akan semakin rendah.

**Kata-kata kunci:** manusia rentan, aktuarial, manfaat, premi, asuransi, penyakit menular



## **ABSTRACT**

Health and death insurance benefits that suit the policyholder's needs must be determined when the insurance policy is created, especially for insurance that covers the risk of being infected with the COVID-19 virus. These benefits must be realized without causing losses to the insurance company. One thing that can prevent insurance company losses is the right calculation of premiums. Several factors that must be taken into account in calculating the premium due to COVID-19 are the susceptible population, infected population, and death population in the Susceptible, Infected, Death, Recovered, Susceptible (SIDRS) epidemic model. In this thesis, the previous factors is examined in more detail on actuarial calculations so that an appropriate premium calculation formula can be made. Premium calculation in this thesis is based on two schemes, it is when the benefits is a lump sum payment and when the benefits is an annuity payment. Data on COVID-19 patients in Indonesia is applied to determine the parameters of the SIDRS model. From the simulation result, it is concluded that the premium with an annuity benefit payment is smaller than the premium with a lump sum benefit payment. Next, it is also concluded that the larger the population of policyholders, the lower the premium price.

**Keywords:** susceptible, actuary, benefit, premium, insurance, infectious diseases

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas anugerah, rahmat, dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Simulasi Perhitungan Premi Asuransi Kesehatan dan Jiwa untuk Risiko Terinfeksi COVID-19 yang Dipengaruhi Model SIDRS”. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya. Selama masa studi, penulis telah banyak mendapatkan bantuan, ilmu, dan kebahagiaan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Janto dan Candra Dewi yang selalu mendukung dan memberi nasihat kepada penulis. Kepada kakak perempuan, adik laki-laki, dan adik perempuan, yaitu Sandra, Derick, dan Dericia karena telah memberi penghiburan selama penulisan skripsi.
2. Bapak Benny Yong, Ph.D. selaku dosen wali dan dosen pembimbing 1 yang telah memberi bimbingan, ilmu, dan arahan
3. Ibu Farah Kristiani, Ph.D. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberi bimbingan, ilmu, dan arahan kepada penulis selama penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Livia Owen selaku dosen penguji 1 dan Bapak Dr. Andreas Parama Wijaya selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
5. Bapak Liem Chin, M.Si selaku koordinator skripsi yang telah memberikan arahan dan bantuan selama perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen, staf tata usaha, dan karyawan FTIS yang memberikan ilmu, dukungan, dan bantuan selama masa perkuliahan.
7. Audrey Eunike Heryadi yang selalu mendukung dan menemani dalam segala keadaan selama penulisan skripsi.
8. Simonyong, yaitu Elbert, Kevin, Santo, Andrew, dan Laurentco yang telah menjadi tempat bertukar ilmu dan tempat mencari motivasi untuk selalu melangkah maju.
9. Vellina Helida yang selalu menghibur dengan sikapnya dan Nasya Kanya Puteri yang telah membantu proses belajar selama masa perkuliahan.
10. Teman-teman Matematika angkatan 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, dan 2021 yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu.
11. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima setiap kritik dan saran yang membangun dari para pembaca agar skripsi ini dapat menjadi lebih baik.

Bandung, Januari 2022

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxi</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Batasan Masalah . . . . .	2
1.5 Sistematika Pembahasan . . . . .	2
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>3</b>
2.1 Model Kompartemen SIRS . . . . .	3
2.2 Fungsi-fungsi Aktuaria . . . . .	4
2.3 Anuitas . . . . .	5
2.3.1 Anuitas Pasti . . . . .	5
2.3.2 Anuitas Hidup Diskret . . . . .	6
2.3.3 Anuitas Hidup Kontinu . . . . .	7
2.4 Asuransi Jiwa Berjangka . . . . .	7
2.4.1 Asuransi Jiwa Berjangka Diskret . . . . .	8
2.4.2 Asuransi Jiwa Berjangka Kontinu . . . . .	8
2.5 Prinsip Ekuivalensi untuk Perhitungan Premi . . . . .	8
<b>3 PENGARUH MODEL SIDRS TERHADAP PERHITUNGAN PREMI ASURANSI</b>	<b>11</b>
3.1 Model Kompartemen SIDRS . . . . .	11
3.2 Model Aktuaria Berdasarkan Model SIDRS . . . . .	12
3.2.1 Perhitungan Premi dengan Manfaat Berupa Sekali Pembayaran . . . . .	13
3.2.2 Perhitungan Premi dengan Manfaat Berupa Anuitas . . . . .	14
<b>4 SIMULASI NUMERIK</b>	<b>17</b>
4.1 Data yang Digunakan . . . . .	17
4.2 Penentuan Parameter . . . . .	18
4.3 Hasil Simulasi . . . . .	19
4.3.1 Hasil Simulasi dengan Manfaat Berupa Sekali Pembayaran . . . . .	21
4.3.2 Hasil Simulasi dengan Manfaat Berupa Anuitas . . . . .	22
4.4 Pengaruh Banyaknya Pemegang Polis terhadap Besar Premi . . . . .	22
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>27</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	27
5.2 Saran . . . . .	27



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Diagram Kompartemen SIRS . . . . .	3
2.2	Pembayaran dengan Anuitas Pasti Awal . . . . .	5
2.3	Pembayaran dengan Anuitas Pasti Akhir . . . . .	6
2.4	Pembayaran dengan Anuitas Hidup Awal . . . . .	6
2.5	Pembayaran dengan Anuitas Hidup Akhir . . . . .	7
3.1	Diagram Kompartemen SIDRS . . . . .	11
3.2	Hubungan Model Kompartemen SIDRS dengan Premi dan Manfaat Asuransi . . . . .	13
3.3	NTA Premi Selama $T$ Periode . . . . .	14
3.4	NTA Manfaat Kesehatan Selama $T$ Periode . . . . .	15
3.5	NTA Manfaat Kematian Selama $T$ Periode . . . . .	15
4.1	Grafik Banyaknya Manusia Terinfeksi dan Sembuh per Bulan . . . . .	17
4.2	Grafik Banyaknya Manusia Meninggal per Bulan . . . . .	17
4.3	Grafik Proporsi Manusia Terinfeksi, Sembuh, dan Meninggal terhadap Waktu . . . . .	18
4.4	Solusi Numerik . . . . .	21
4.5	Grafik $S$ terhadap $t$ . . . . .	23
4.6	Grafik Perubahan Premi terhadap Perubahan Banyaknya Pemegang Polis . . . . .	25



## DAFTAR TABEL

4.1	Parameter yang Digunakan Pada Simulasi . . . . .	18
4.2	Perbandingan Premi Pada Kondisi Awal, Kasus 1, dan Kasus 2 . . . . .	24
4.3	Persentase Perubahan Besar Premi . . . . .	25

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penyakit COVID-19 telah membawa banyak kerugian bagi penderitanya. Beberapa yang bergejala parah harus dirawat di rumah sakit dan tidak sedikit yang akhirnya meninggal. Di Indonesia, pertama kali tercatat adanya penderita yang terinfeksi virus ini adalah pada saat Maret 2020 [1]. Sampai dengan 18 November 2021, 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, kerugian tersebut 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]. Oleh 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.

Skripsi ini melengkapi penelitian yang telah dilakukan oleh Hemmins, Harkensee, dan Rowell [5], di mana 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]. Terdapat berbagai faktor yang memengaruhi penentuan premi pada asuransi kesehatan dan jiwa untuk risiko terinfeksi COVID-19 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 skripsi ini sehingga pengaruh epidemiologi penyakit COVID-19 ini dapat diterapkan dalam analisis aktuaria. 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 telah diterapkan oleh Nkeki dan Ekhaguere [8] dan diterapkan pada kasus penyakit Tuberkulosis. Model SIDRS yang digunakan dalam skripsi ini adalah pengembangan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan pada [9]. Pada penelitian tersebut, digunakan pendekatan perhitungan premi asuransi kesehatan secara diskret untuk kasus infeksi penyakit secara umum dan hanya memperhitungkan faktor banyaknya manusia rentan dan terinfeksi.

Pada skripsi ini, model tersebut dikembangkan dengan menerapkannya pada kasus penderita COVID-19. Pada model tersebut akan digunakan nilai-nilai parameter yang disesuaikan dengan data kasus penderita COVID-19 di Indonesia sejak Maret 2020 - Juli 2021. Data tersebut 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 diskret. Selain itu, dengan melibatkan simulasi banyaknya populasi manusia rentan

yang berbeda-beda, dapat diperoleh hasil analisis pengaruhnya terhadap perubahan harga preminya. Diharapkan dari hasil skripsi, dapat dihasilkan beberapa kemungkinan penentuan harga premi yang paling sesuai untuk menutupi kerugian para tertanggung, namun masih terjangkau oleh kalangan masyarakat secara luas.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah

1. Bagaimana memodelkan penyebaran virus COVID-19?
2. Bagaimana mencari solusi dari model penyebaran virus COVID-19 tersebut?
3. Bagaimana menghitung besar premi asuransi kesehatan dan jiwa yang dipengaruhi oleh model penyebaran virus COVID-19?
4. Bagaimana pengaruh penyebaran COVID-19 terhadap penentuan besar premi asuransi kesehatan dan jiwa?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah

1. Menguraikan model penyebaran penyakit menular SIDRS.
2. Mencari solusi numerik dari model penyebaran penyakit menular SIDRS.
3. Menghitung besar premi asuransi jiwa dan kesehatan yang dipengaruhi oleh populasi manusia rentan, manusia terinfeksi, dan manusia meninggal pada kasus penyebaran virus COVID-19.
4. Menganalisis pengaruh perubahan banyak pemegang polis terhadap besar premi asuransi kesehatan dan jiwa.

## 1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada skripsi ini adalah

1. Menggunakan asumsi pendekatan diskret pada perhitungan fungsi-fungsi aktuarial. Pendekatan diskret dilakukan untuk menyederhanakan proses simulasi yang akan dilakukan.
2. Penyakit yang ditanggung oleh asuransi pada skripsi ini adalah COVID-19.

## 1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan pada skripsi ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

1. **Bab I: Pendahuluan**  
Pada bab ini akan dibahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.
2. **Bab II: Landasan Teori**  
Pada bab ini akan dibahas teori yang akan digunakan dalam skripsi ini, antara lain mengenai Model Penyebaran Penyakit, Fungsi-fungsi Aktuarial, Anuitas, dan Prinsip Ekuivalensi.
3. **Bab III: Pengaruh Model SIDRS Terhadap Perhitungan Premi Asuransi Kesehatan**  
Pada bab ini akan dibahas mengenai model kompartemen SIDRS, solusi numerik untuk model tersebut, dan model aktuarial yang memperhitungkan penyebaran penyakit.
4. **Bab IV: Simulasi Numerik**  
Pada bab ini akan dibahas mengenai simulasi numerik dari model yang akan digunakan dan metode untuk menentukan besar parameter yang akan digunakan dalam simulasi.
5. **Bab V: Kesimpulan dan Saran**  
Pada bab ini berisi kesimpulan dari seluruh bab-bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan skripsi ini.