

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN PERHITUNGAN PREMI ASURANSI  
KONTINU DAN DISKRET DENGAN MENGGUNAKAN  
PRINSIP EKVIVALENSI BERDASARKAN MODEL SIDRS**



**MARCELLA PURNAWAN WIJAYA**

**NPM: 6161901009**

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

**FINAL PROJECT**

**COMPARISON OF CONTINUOUS AND DISCRETE  
INSURANCE PREMIUM CALCULATION USING  
EQUIVALENCE PRINCIPLE BASED ON SIDRS MODEL**



**MARCELLA PURNAWAN WIJAYA**

**NPM: 6161901009**

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

## LEMBAR PENGESAHAN

# PERBANDINGAN PERHITUNGAN PREMI ASURANSI KONTINU DAN DISKRET DENGAN MENGGUNAKAN PRINSIP EKUIVALENSI BERDASARKAN MODEL SIDRS

Marcella Purnawan Wijaya

NPM: 6161901009

4 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing 1



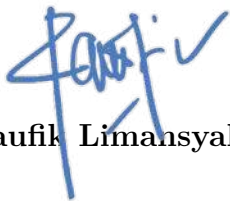
Farah Kristiani, Ph.D.

Pembimbing 2



Benny Yong, Ph.D.

Ketua Penguji



Taufik Limansyah, M.T.

Anggota Penguji



Robyn Irawan, M.Sc.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Livia Owen

## PERNYATAAN

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

### **PERBANDINGAN PERHITUNGAN PREMI ASURANSI KONTINU DAN DISKRET DENGAN MENGGUNAKAN PRINSIP EKVIVALENSI BERDASARKAN 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,  
4 Agustus 2023



Marcella Purnawan Wijaya  
NPM: 6161901009

## ABSTRAK

Fenomena penyakit menular merupakan hal yang bisa terjadi tanpa diduga oleh siapa pun. Orang yang terinfeksi penyakit menular tentu perlu mengeluarkan dana yang tidak sedikit untuk sembuh ataupun untuk meninggalkan warisan jika meninggal. Asuransi kesehatan dan jiwa merupakan langkah yang tepat untuk mengalihkan risiko keuangan agar seorang individu tidak perlu membayar sejumlah uang yang jumlahnya besar sekaligus akibat terjadinya suatu risiko. Sebuah perusahaan asuransi dapat memberikan biaya pertanggungan dengan imbal balik seorang individu harus membayar premi kepada perusahaan asuransi dengan menjadi pemegang polis asuransi. Dalam penentuan premi untuk masalah penyakit menular dibutuhkan sebuah model penyebaran penyakit menular yang bisa mencakup populasi-populasi dalam keadaan rentan (*susceptible*), terinfeksi (*infected*), sembuh (*recovered*), dan meninggal (*deceased*), sehingga terbentuklah model SIDRS. Pada skripsi ini akan dikaji mengenai simulasi perbandingan perhitungan premi asuransi jiwa berjangka menggunakan model penyebaran penyakit SIDRS dengan pembayaran manfaat secara diskret dan kontinu menggunakan prinsip ekuivalensi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data tuberkulosis di Indonesia pada tahun 2021. Berdasarkan hasil simulasi, nilai premi yang dihasilkan dari perhitungan secara diskret lebih kecil dibandingkan dengan nilai premi kontinu. Kemudian, perubahan besar manfaat berbanding lurus dengan jumlah premi yang dibayarkan. Jika manfaat kesehatan yang dijanjikan lebih besar dibandingkan dengan manfaat kematian maka nilai premi yang dihasilkan dari perhitungan cenderung lebih besar.

**Kata-kata kunci:** tuberkulosis; premi; manfaat; prinsip ekuivalensi; model SIDRS; diskret; kontinu.



## ABSTRACT

Communicable diseases phenomenon are one of a few things that nobody can ensure when exactly it will happen. When individuals get infected, they need to settle a large sums of money to pay for their hospital bills or to leave behind a sum of money as a legacy if they pass away. To prevent an individual paying a large sum of money in lump sums, being a policyholder of life insurance and health insurance are one of the the best decision to make. An insurance company can provide coverage costs in return for an individual paying premiums to the insurance company by becoming a policyholder. Insurance company, in order to calculated premiums, need best fitting model that can include this 4 certain conditions: susceptible, infected, recovered, and deceased, which then the model used is called as SIDRS model. This study will analyse how to do calculations of health and life insurance premiums with discrete and continued payment based on SIDRS model using equivalence principle. The research was conducted using tuberculosis data in Indonesia in 2021. Based on the simulation results, the premium value generated from discrete calculations is smaller compared to the continuous premium value. Furthermore, there is a direct proportional relationship between significant benefit changes and the amount of premium paid. If the promised health benefit is greater than the death benefit, the premium paid tends to yield a larger result.

**Keywords:** tuberculosis; premiums; benefits; equivalence principle; SIDRS model; discrete; continued.

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xiii</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	3
1.4 <i>State of the Art</i> . . . . .	3
1.5 Sistematika Pembahasan . . . . .	4
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Tuberkulosis . . . . .	5
2.2 Model SIDRS . . . . .	6
2.3 Fungsi Aktuaria . . . . .	8
2.4 Asuransi Jiwa . . . . .	10
2.4.1 Asuransi Jiwa Kontinu Berjangka $n$ Tahun . . . . .	10
2.4.2 Asuransi Jiwa Diskret Berjangka $n$ Tahun . . . . .	11
2.5 Anuitas . . . . .	11
2.5.1 Anuitas pasti . . . . .	12
2.5.2 Anuitas Hidup . . . . .	12
2.5.2.1 Anuitas Hidup Kontinu Berjangka $n$ Tahun . . . . .	12
2.5.2.2 Anuitas Hidup Diskret Berjangka $n$ Tahun . . . . .	13
2.6 Prinsip Ekuivalensi . . . . .	14
<b>3 PERHITUNGAN PREMI ASURANSI JIWA DAN KESEHATAN BERDASARKAN MODEL SIDRS</b>	<b>16</b>
3.1 Perhitungan Premi Asuransi Jiwa dan Kesehatan dengan Manfaat Dibayarkan Sekaligus . . . . .	17
3.1.1 Perhitungan Premi Kontinu dengan Manfaat Dibayarkan Sekaligus . . . . .	17
3.1.2 Perhitungan Premi Diskret dengan Manfaat Dibayarkan Sekaligus . . . . .	18
3.2 Perhitungan Premi Asuransi Jiwa dan Kesehatan dengan Manfaat Berupa Anuitas . . . . .	19
3.2.1 Perhitungan Premi Kontinu dengan Manfaat Dibayarkan Berupa Anuitas . . . . .	19
3.2.2 Perhitungan Premi Diskret dengan Manfaat Dibayarkan Berupa Anuitas . . . . .	20
<b>4 DATA DAN SIMULASI NUMERIK</b>	<b>21</b>
4.1 Data . . . . .	21
4.2 Penentuan Parameter . . . . .	22
4.3 Data Hasil Prediksi . . . . .	23

4.4	Hasil Simulasi	26
4.4.1	Hasil Simulasi Diskret	27
4.4.1.1	Premi dengan Manfaat Dibayarkan Sekaligus	27
4.4.1.2	Premi dengan Manfaat Dibayarkan Berupa Anuitas	28
4.4.2	Hasil Simulasi Kontinu	28
4.4.2.1	Premi dengan Manfaat Dibayarkan Sekaligus	28
4.4.2.2	Premi dengan Manfaat Dibayarkan Berupa Anuitas	29
4.4.3	Hasil Simulasi Perubahan Besar Manfaat	30
4.5	Analisis Hasil Simulasi	30
<b>5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>32</b>
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran	32
	<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>33</b>





## DAFTAR GAMBAR

2.1	Diagram Kompartemen Model SIDRS [1] . . . . .	7
3.1	Skema Hubungan Model SIDRS, Premi, dan Manfaat [2] . . . . .	17
4.1	Data Kasus Terinfeksi Tuberkulosis di Indonesia Tahun 2020, 2021, dan 2022 . . . . .	21
4.2	Grafik Estimasi $S(t)$ , $I(t)$ , $D(t)$ , $R(t)$ , dan $N(t)$ Selama 12 Bulan . . . . .	25
4.3	Solusi Numerik Proporsi $s_{ph}(t)$ , $i_{ph}(t)$ , $d_{ph}(t)$ , dan $r_{ph}(t)$ . . . . .	27



## DAFTAR TABEL

4.1	Parameter untuk Simulasi Numerik . . . . .	22
4.2	Hasil Simulasi Perhitungan Premi Diskret dan Kontinu (Rp) . . . . .	29
4.3	Hasil Simulasi Besar Premi Berdasarkan Manfaat yang Dibayarkan Sekaligus (Rp) . . . . .	30
4.4	Hasil Simulasi Besar Premi Berdasarkan Manfaat yang Dibayarkan Berupa Anuitas (Rp) . . . . .	30



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penyakit menular bisa tersebar dari satu orang ke orang lainnya melalui darah atau cairan tubuh, udara, atau melalui gigitan serangga yang dapat disebabkan oleh virus, bakteri, ataupun parasit. Beberapa kasus penyakit menular yang umum diketahui masyarakat luas adalah COVID-19, tuberkulosis (TB) juga ternyata merupakan salah satu penyakit menular yang kondisinya cukup parah di Indonesia. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), pada tahun 2020 Indonesia menempati urutan ketiga dunia dengan penderita tuberkulosis terbanyak yang pada tahun 2021 Indonesia naik menjadi urutan kedua dunia setelah India.

Penanganan pasien tuberkulosis dapat menyebabkan kerugian finansial yang jumlahnya tidak kecil untuk biaya pengobatan ataupun meninggalnya seorang individu. Risiko finansial ini dapat dicegah sebelumnya dengan cara membeli polis asuransi yang tepat sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan masing-masing individu. Seorang individu yang memiliki polis asuransi diharuskan membayarkan sejumlah biaya yang disebut sebagai premi kepada perusahaan asuransi. Sebagai gantinya perusahaan asuransi akan memberikan proteksi atau perlindungan berupa uang pertanggungan yang besarnya telah disepakati oleh perusahaan asuransi dan tertanggung pada awal masa perjanjian. Pada skripsi ini, perhitungan premi dan uang pertanggungan akan dilakukan dengan menggabungkan penggunaan prinsip aktuarial dan model penyebaran penyakit.

Ada beberapa prinsip aktuarial yang dapat digunakan untuk perhitungan premi asuransi, yaitu prinsip ekuivalensi fundamental, prinsip portofolio premi persentil, dan prinsip premi eksponensial [3]. Pada prinsip premi persentil, pemegang polis dikelompokkan ke dalam beberapa kategori berdasarkan distribusi persentil. Perhitungan premi asuransi dengan prinsip premi persentil berpotensi menghasilkan perhitungan yang adil untuk masing-masing kelompok sesuai distribusi risikonya, namun perhitungan premi dapat menghasilkan perhitungan yang kurang akurat apabila terdapat variasi risiko yang signifikan dalam kelompok persentil tertentu. Prinsip ini juga sulit diimplementasikan apabila data yang digunakan untuk perhitungan tidak lengkap atau terbatas. Pada prinsip premi eksponensial, usia adalah faktor utama dalam penentuan besar premi. Pada prinsip ini besar premi yang harus dibayarkan oleh tertanggung dapat meningkat secara eksponensial jumlahnya seiring dengan bertambahnya usia. Hal ini menyebabkan harga premi kurang terjangkau untuk tertanggung yang berusia lanjut. Penerapan premi eksponensial pada kelompok usia muda dapat mengakibatkan harga premi yang rendah dan tidak mencerminkan risiko kesehatan yang sesungguhnya pada kelompok tersebut. Pada skripsi ini perhitungan premi dilakukan dengan menggunakan

prinsip ekuivalensi fundamental atau biasa disingkat menjadi prinsip ekuivalensi. Skripsi ini memilih untuk menggunakan prinsip ekuivalensi karena pada prinsip ini, premi yang dibayarkan oleh seorang individu pemegang polis sebanding dengan risiko yang mereka hadapi. Tertanggung yang memiliki risiko lebih tinggi akan membayar premi yang lebih tinggi, begitu pula sebaliknya, tertanggung dengan risiko lebih rendah akan membayar premi yang lebih rendah. Prinsip ekuivalensi juga memungkinkan perusahaan asuransi untuk menghitung premi berdasarkan analisis risiko yang tepat.

Setelah menentukan prinsip aktuarial yang akan digunakan untuk menghitung premi, berikutnya akan dipilih model penyebaran penyakit yang tepat untuk kasus tuberkulosis. Sebelumnya telah ada penelitian menggunakan model *Susceptibles, Infected, dan Recovered* (SIR) untuk perhitungan premi asuransi kesehatan [4]. Namun, pada realita yang terjadi, seseorang dari golongan terinfeksi tidak hanya bisa sembuh melainkan juga bisa meninggal akibat terinfeksi penyakit menular dan seseorang yang sembuh dari infeksi bisa kembali melanjutkan perlindungan asuransinya. Oleh karena itu, Nkeki dan Ekhaguere melakukan pengembangan model SIR menjadi *Susceptibles, Infected, Deceased, Recovered, dan Susceptibles* (SIDRS) untuk melakukan perhitungan premi asuransi jiwa dan kesehatan. Pada model penyebaran penyakit SIDRS dimungkinkan untuk menghubungkan interaksi antara individu yang rentan, terinfeksi, meninggal, atau sembuh. Model SIDRS dapat diimplementasikan ke dalam sebuah grafik, sehingga memudahkan pemahaman dinamika penyebaran penyakit. Manfaat lainnya adalah model SIDRS dapat digunakan untuk memprediksi dan memproyeksikan penyebaran penyakit di masa depan dengan menggunakan data awal dan parameter yang relevan [1].

Terdapat sebuah penelitian yang membahas simulasi perhitungan premi asuransi jiwa dan kesehatan dengan model SIDRS yang dibayarkan secara diskret dengan menggunakan penyakit menular COVID-19 [2]. Premi asuransi yang dibayarkan secara diskret adalah premi yang uang pertanggungannya dibayarkan pada akhir tahun jika suatu risiko (kesehatan atau kematian) terjadi pada tertanggung [5]. Mengembangkan jurnal tersebut, pada penelitian skripsi ini akan dilakukan perbandingan perhitungan premi asuransi jiwa dan kesehatan secara diskret dan kontinu menggunakan model SIDRS dengan metode perhitungan prinsip ekuivalensi fundamental pada penderita penyakit menular tuberkulosis. Premi yang dibayarkan secara kontinu adalah asuransi dimana uang pertanggungannya akan dibayarkan pada saat terjadinya suatu risiko (kesehatan atau kematian) pada tertanggung.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah

1. Bagaimana memodelkan penyebaran penyakit menular tuberkulosis menggunakan model SIDRS?
2. Bagaimana metode untuk menentukan solusi numerik perhitungan premi asuransi jiwa dan kesehatan yang dibayarkan secara kontinu dengan manfaat yang dibayarkan secara sekaligus (*lump sum*) atau secara anuitas?
3. Bagaimana perbandingan premi asuransi jiwa dan kesehatan yang dibayarkan secara diskret

dan kontinu?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah

1. Menguraikan model penyebaran penyakit menular SIDRS ke dalam bentuk diagram kompartemen.
2. Menguraikan metode untuk menentukan solusi numerik dan menghitung Nilai Tunai Aktuarial (NTA) untuk premi asuransi jiwa dan kesehatan yang dibayarkan secara kontinu dengan manfaat yang dibayarkan secara sekaligus (*lump sum*) atau secara anuitas.
3. Menganalisis perbandingan hasil perhitungan premi asuransi jiwa dan kesehatan untuk perhitungan yang dilakukan secara diskret dan kontinu melalui simulasi perhitungan dengan manfaat yang dibayarkan secara sekaligus (*lump sum*) atau secara anuitas dan simulasi perubahan besar manfaat.

### 1.4 *State of the Art*

Pada skripsi ini akan dilakukan pengembangan dari jurnal [1] dan [2].

1. Pada [1] peneliti melakukan perhitungan premi secara kontinu dan pada [2] peneliti melakukan perhitungan premi secara diskret. Pada skripsi ini dilakukan perhitungan premi kontinu dan diskret, kemudian akan dilakukan analisis mengenai perbedaan dari kedua perhitungan. Pada skripsi ini juga dilakukan beberapa simulasi, yaitu simulasi perhitungan premi dengan manfaat yang dibayarkan sekaligus, simulasi perhitungan premi dengan manfaat yang dibayarkan berupa anuitas, dan simulasi perubahan besar manfaat.
2. Pada [1] peneliti melakukan simulasi perhitungan premi dengan manfaat yang dibayarkan sekaligus dan simulasi perhitungan premi dengan manfaat yang dibayarkan berupa anuitas. Pada [2] peneliti melakukan perhitungan premi dengan manfaat yang dibayarkan sekaligus, simulasi perhitungan premi dengan manfaat yang dibayarkan berupa anuitas, dan pengaruh banyaknya pemegang polis terhadap besar premi. Pada skripsi ini dilakukan beberapa simulasi, yaitu simulasi perhitungan premi dengan manfaat yang dibayarkan sekaligus, simulasi perhitungan premi dengan manfaat yang dibayarkan berupa anuitas, dan simulasi perubahan besar manfaat.
3. Pada [1] peneliti melakukan perhitungan premi menggunakan data tuberkulosis di Nigeria dan pada [2] peneliti melakukan perhitungan premi menggunakan data COVID-19 di Indonesia. Skripsi ini melakukan penelitian menggunakan data tuberkulosis di Indonesia pada Januari 2021.
4. Model penyebaran penyakit yang digunakan pada skripsi ini sama dengan [1] dan [2]. Kedua penelitian sebelumnya melakukan perhitungan yang berbeda, satu diskret dan satu kontinu, untuk penyakit yang berbeda. Pada skripsi ini akan dilihat hasil dari perhitungan premi secara kontinu dan diskret menggunakan model SIDRS untuk penyakit yang sama.

## 1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan skripsi ini terdiri dari 5 bagian, yaitu:

### 1. Bab 1: Pendahuluan

Pada bab pertama dilakukan pembahasan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, sistematika pembahasan, dan pembahasan kontribusi yang dilakukan pada skripsi ini (*State of the Art*), batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

### 2. Bab 2: Landasan Teori

Pada bab kedua dilakukan pembahasan model SIDRS, fungsi-fungsi dasar aktuaria yang akan diterapkan pada model SIDRS, asuransi jiwa berjangka, anuitas, dan prinsip ekuivalensi.

### 3. Bab 3: Perhitungan Premi Asuransi Jiwa dan Kesehatan Berdasarkan Model SIDRS

Pada bab ketiga akan diuraikan mengenai perhitungan premi asuransi jiwa dan kesehatan berdasarkan model SIDRS. Perhitungan premi asuransi dilakukan dengan manfaat dibayarkan secara sekaligus ataupun secara anuitas.

### 4. Bab 4: Data dan Simulasi Numerik

Pada bab keempat ini dijelaskan mengenai pengambilan data, penentuan parameter yang akan digunakan pada perhitungan premi, dan akan dilakukan juga simulasi numerik untuk mendapatkan premi.

### 5. Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Pada bab kelima ini akan dilakukan analisis akhir skripsi dalam bentuk kesimpulan serta saran yang bisa dilakukan untuk mengembangkan skripsi ini.