

**PEMODELAN MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT  
COVID-19 DENGAN MENGGUNAKAN MODEL SIRS**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar  
Sarjana Sains*



**Oleh:**

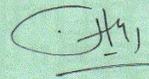
**MAGHFIRA IZZANI AFWAN  
NIM. 17030016/2017**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUANALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2021**

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

Judul : Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan  
Menggunakan Model SIRS  
Nama : Maghfira Izzani Afwan  
NIM : 17030016.  
Program Studi : Matematika  
Jurusan : Matematika  
Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Juni 2021  
Disetujui oleh,  
Pembimbing



Dra. Helma, M.Si  
NIP. 19680324 199603 2 001

**HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI**

Nama : Maghfira Izzani Afwan  
NIM/TM : 17030016/2017  
Program Studi : Matematika  
Jurusan : Matematika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan Judul Skripsi

**Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan  
Menggunakan Model SIRS**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Program Studi Matematika Jurusan Matematika

Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

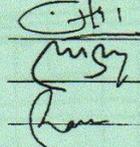
Universitas Negeri Padang

Padang, Juni 2021

**Tim Penguji**

	Nama
Ketua	: Dra. Helma, M.Si
Anggota	: Muhammad Subhan, S.Si, M.Si
Anggota	: Rara Sandhy Winanda, S.Pd, M.Sc

Tanda Tangan



## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

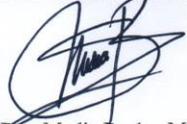
Nama : Maghfira Izzani Afwan  
NIM : 17030016  
Program Studi : Matematika  
Jurusan : Matematika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **“Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Juni 2021

Diketahui oleh,  
Ketua Jurusan Matematika,



Dra. Media Rosha, M.Si  
NIP. 19620815 198703 2 004

Saya yang menyatakan,



Maghfira Izzani Afwan  
NIM. 17030016

# Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS

Maghfira Izzani Afwan

## ABSTRAK

Covid-19 atau *CoronaVirus Disease-2019* merupakan kumpulan virus yang menginfeksi sistem pernapasan dan menyebabkan kematian. Covid-19 ditularkan melalui percikan cairan yang dikeluarkan saat individu yang terinfeksi batuk, bersin atau berbicara. Pencegahan penularan Covid-19 dapat dilakukan dengan tidak melakukan kontak terhadap orang yang terkena Covid-19, karena adanya kemungkinan pasien yang telah sembuh dari Covid-19 kembali terinfeksi dengan mempertimbangkan turunnya sistem kekebalan pada tubuh. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk model matematika pada penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS dan menginterpretasikan hasil analisis dari model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS.

Penelitian ini merupakan penelitian dasar. Penelitian ini dimulai dengan menentukan variabel, parameter dan asumsi-asumsi yang berkaitan dengan permasalahan, sehingga dapat dilakukan pembentukan model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS. Setelah terbentuk model matematika, selanjutnya akan dilakukan analisis pada model dan menginterpretasi hasil dari analisis model tersebut.

Berdasarkan analisis model terdapat satu titik ekuilibrium bebas penyakit Covid-19 dan satu titik ekuilibrium endemik penyakit Covid-19. Analisis kestabilan sistem di sekitar titik ekuilibrium menghasilkan rasio reproduksi dasar ( $R_0$ ). Hasil uji kestabilan titik ekuilibrium menggunakan kriteria nilai eigen dan Routh Hurwitz. Setelah dilakukan analisis model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dipengaruhi oleh tingkat penularan akibat individu kelompok *susceptible* berinteraksi dengan individu kelompok *infected*, adanya imigran yang masuk ke Indonesia yang berasal dari negara-negara yang terjangkit penyakit Covid-19 serta turunnya sistem kekebalan tubuh individu pada kelompok *recovered*.

Kata Kunci: Model Matematika, Model SIRS, Covid-19

# **Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS**

**Maghfira Izzani Afwan**

## **ABSTRACT**

Covid-19 or *CoronaVirus Disease-2019* is a collection of viruses that infect the respiratory system and cause death. Covid-19 is transmitted through a liquid splash that is released when an infected individual coughs, sneezes or talks. Prevention of Covid-19 transmission can be done by not making contact with people affected by Covid-19, because there is a possibility that patients who have recovered from Covid-19 will be infected again by considering a decreased immune system in the body. The purpose of this study was to determine the form of a mathematical model on the spread of Covid-19 using the SIRS model and interpret the results of the analysis from the mathematical model of the spread of Covid-19 using the SIRS model.

This research is a basic research. This research begins by determining the variables, parameters and assumptions related to the problem, so that a mathematical model of the spread of the Covid-19 disease can be formed using the SIRS model. After forming a mathematical model, an analysis will be carried out on the model and interpreting the results of the model analysis.

Based on the model analysis, there is one free equilibrium point for Covid-19 disease and one endemic equilibrium point for Covid-19 disease. Analysis of the stability of the system around the equilibrium point yields the basic reproduction ratio ( $R_0$ ). The results of the equilibrium point stability test used the criteria for eigenvalues and Routh Hurwitz. After analyzing a mathematical model, the spread of Covid-19 is influenced by the rate of transmission due to susceptible groups interacting with infected groups, immigrants entering Indonesia from countries infected with Covid-19 and a decline in the immune system of individuals in the recovered group.

**Keywords:** Mathematical Model, SIRS Model, Covid-19

## KATA PENGANTAR



Segala puji penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas limpahan dan karunia, kemampuan, kesempatan serta kemudahan, sehingga peneliti bisa menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul “**Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS**”. Shalawat beriringan salam peneliti sampaikan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad SAW sebagai suri teladan bagi umat manusia.

Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan berupa dorongan semangat, nasihat, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Hj. Helma, M.Si, Pembimbing dan Penasehat Akademik.
2. Bapak Muhammad Subhan, M.Si dan Ibu Rara Shandy Winanda, M.Si
3. Ibu Dra. Media Rosha, M.Si, Ketua Program Studi Matematika sekaligus Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNP.
4. Semua pihak yang turut membantu selama proses penyelesaian skripsi ini.

Semoga semua bimbingan, bantuan, dan doa yang diberikan menjadi amal yang diridhoi Allah SWT. Peneliti menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan penulisan dimasa mendatang.

Akhir kata peneliti berharap semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan pemikiran bagi peneliti dan pembaca umumnya.

Padang, Juni 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Pertanyaan Penelitian .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Metode Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II KAJIAN TEORI</b> .....	7
A. Covid-19 .....	7
B. Migrasi .....	13
C. Pemodelan Matematika.....	13
<b>BAB III PEMBAHASAN</b> .....	31
A. Pembentukan Model Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS .....	31
B. Analisis Kestabilan Lokal Model Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS .....	36
C. Interpretasi Model Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS .....	51
<b>BAB IV PENUTUP</b> .....	53
A. Kesimpulan .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	56
<b>LAMPIRAN</b> .....	59

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Parameter yang Digunakan dalam Pembentukan Model Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS.....	31
2. Nilai Parameter untuk Titik Tetap Bebas dari Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS .....	46
3. Nilai Parameter untuk Titik Tetap Endemik dari Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS .....	49

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Alur Tatalaksana dan Rujukan pada Pasien Curiga Infeksi Covid-19.....	13
2. Proses Pemodelan Matematika .....	14
3. Diagram Model SIRS.....	18
4. Diagram Kompartemen Model SIRS Penyebaran Penyakit Covid-19 .....	33
5. Trayektori di Sekitar Titik Tetap Bebas dari Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS .....	47
6. Trayektori di Sekitar Titik Tetap Endemik dari Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS .....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Program MAPLE Simulasi Kestabilan Titik Tetap Bebas $e_0$ .....	59
2. Program MAPLE Simulasi Kestabilan Titik Tetap Endemik $e_*$ .....	61

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Penyakit Coronavirus (Covid-19) telah mengejutkan banyak orang dikarenakan penyebarannya yang cepat. Pertama kali teridentifikasi di Kota Wuhan China dan segera menyebar ke seluruh dunia dan mengakibatkan ribuan korban jiwa dalam waktu yang sangat singkat (Resmawan & Yahya, 2020). Sumber infeksi pertama kali diduga berasal dari kelelawar atau hewan. Hal ini didukung oleh kebiasaan masyarakat Kota Wuhan yang gemar mengonsumsi kelelawar (Baharuddin, 2020:31). Di Indonesia, temuan kasus Covid-19 pertama terkonfirmasi pada 2 Maret 2020. Berdasarkan data sebaran dari Tim Pakar Satuan Tugas Penanganan Covid-19 (2020) sampai dengan 24 November 2020, di Indonesia tercatat 506.302 kasus Covid-19, 425.313 sembuh dan 16.111 meninggal, dimana pada hari ini bertambah 4.192 kasus baru positif Covid-19, dan untuk jumlah pasien yang sembuh bertambah sebanyak 2.927.

Badan kesehatan dunia menyepakati kondisi dunia saat ini dengan memberikan kenyataan bahwa Covid-19 adalah “pandemi”. Namun pengertian mengenai pandemi menjadi sangat penting dalam menentukan arah kebijakan dan juga sikap masyarakat dalam menanggulangnya. Kurangnya pengetahuan mengenai Covid-19 membuat pandemi semakin memburuk (Handayani dkk, 2020). Menurut *World Health Organization* (2020), pandemi adalah penyebaran penyakit baru ke seluruh dunia. Sebagian besar penggunaan istilah pandemi merujuk pada penyakit yang meluas secara geografis. Hal ini menyiratkan perpindahan penyakit atau penyebaran melalui transmisi yang dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Contoh perpindahan penyakit meliputi penyebaran

penyakit dari orang ke orang yang disebabkan oleh virus pernapasan, seperti influenza dan SARS (Morens dkk, 2009).

COVID-19 yang merupakan singkatan dari *CoronaVirus Disease-2019* adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh coronavirus yang menyerang saluran pernafasan sehingga menyebabkan demam tinggi, batuk, flu, sesak nafas serta nyeri tenggorokan. Virus ini mampu mengakibatkan orang kehilangan nyawa sehingga WHO telah menjadikan status virus ini sebagai pandemi. Walaupun lebih banyak menyerang lansia, virus ini sebenarnya bisa menyerang siapa saja, mulai dari bayi, anak-anak, hingga orang dewasa, termasuk ibu hamil dan ibu menyusui. (WHO, 2020)

Penularan virus COVID-19 ini bisa melalui tiga cara, yaitu yang pertama melalui droplet (percikan cairan atau lendir yang keluar dari mulut dan hidung) pada waktu berbicara, batuk, bersin yang berasal dari saluran pernapasan. Percikan dari mulut dan hidung ini bisa terlontar mencapai 1-2 meter, terutama saat batuk atau bersin. Percikan tersebut dapat terhirup ke orang lain di dekatnya. Kedua, melalui kontak secara langsung dengan orang yang terinfeksi virus ini, misalnya dengan duduk berdekatan yang kurang dari 1 meter, berbicara, mengantre, ibadah keagamaan, pesta pernikahan, dan lain-lain. Ketiga, melalui kontak dengan permukaan atau benda yang terkontaminasi oleh virus. Droplet yang mengandung virus, setelah keluar dari mulut dan hidung dapat menempel ke lantai atau permukaan benda sekitarnya. (Kemenkes RI, 2020)

Gejala utama orang yang terinfeksi Covid-19 umumnya terjadi keluhan pada sistem pernapasan sehingga berpengaruh pada suhu tubuh, beberapa gejala klinis yang dialami oleh orang yang terinfeksi Covid-19 ialah mengalami demam,

mengalami batuk pilek, mengalami gangguan pernapasan, mengalami sakit tenggorokan, dan badan terasa letih dan lesu. Selain itu, adanya riwayat kontak dengan orang yang berasal dari sumber infeksi (Kota Wuhan) juga menjadi poin kekuatan diagnosa (Baharuddin, 2020:45).

Pada saat ini banyak kasus baru mengenai Covid-19 diantaranya pasien yang telah dinyatakan sembuh dari Covid-19 kembali terinfeksi untuk kedua kalinya. Menurut Mahardika (2020), terdapat 3 kasus di Indonesia yang dirangkum. Salah satunya kasus. mantan Putri Pariwisata Indonesia 2008, dimana pada tanggal 26 Maret setelah menjalani tes swab ia dinyatakan positif Covid-19 dan pada tes kedua hasil menunjukkan ia negatif dari virus tersebut, namun setelah melakukan tes kembali pada tanggal 13 April ia dinyatakan kembali positif Covid-19. Kasus ini mungkin terlalu dini untuk di diagnosis, namun orang dengan infeksi yang tidak terdiagnosis tetap dapat menularkan infeksi kepada orang lain, orang yang menularkan infeksi disebut pembawa, pembawa juga mungkin orang yang tampaknya telah pulih dari penyakit tetapi tetap dapat menular, seperti gelombang kasus infeksi kedua Covid-19 yang terjadi di berbagai negara seperti Korea dan Tiongkok (Handayani dkk, 2020).

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian pemodelan Covid-19 untuk memprediksi sejauh mana penyebaran dan estimasi puncak kasus ini baik di dunia maupun di Indonesia. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa real-time  $R_0$  untuk Covid-19 berada di interval 2,8-3,3 sedangkan berdasarkan angka prediksi kasus berada di interval 3,2-3,9 (Phan dkk, 2020). Artinya satu orang terinfeksi dapat menyebarkan virus ke 2 hingga 4 orang secara bersamaan. Pembahasan Covid-19 dalam sudut pandang pemodelan matematika hingga saat ini masih terus

dikembangkan. Sejak awal kasus ini terjadi, berbagai model telah dikonstruksi, termasuk yang melibatkan *variable reservoir* yang menandai awal mula virus yang menjangkiti manusia (Tang, Bdkk, 2020).

Pada penelitian kali ini mencakup model yang didasarkan kejadian saat ini dengan mengakomodasi adanya kemungkinan transmisi virus dengan populasi terbuka dan adanya kemungkinan kembali terinfeksi dengan mempertimbangkan adanya penurunan sistem kekebalan tubuh untuk dapat membantu dan dikembangkan untuk mengontrol penyebarannya dimasa mendatang. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian dengan judul **“Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS”**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimanakah Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Covid-19 dengan Menggunakan Model SIRS?”

## **C. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka pertanyaan penelitian yang dijawab pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa bentuk pemodelan matematika penyebaran pandemi Covid-19 dengan menggunakan model SIRS?
2. Apa hasil interpretasi yang diperoleh dari hasil analisis pemodelan matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS?

#### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan yang diajukan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Membentuk model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS.
2. Menginterpretasikan hasil analisis model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS.

#### **E. Metode Penelitian**

Penelitian ini adalah penelitian dasar (teoritis). Metode yang digunakan adalah analisis teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dan berlandaskan kepada kajian kepustakaan. Langkah-langkah kerja yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan masalah yang akan dibahas dari model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS.
2. Membuat asumsi-asumsi yang dapat membantu dalam membentuk dan menganalisis model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS
3. Membentuk model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS.
4. Mencari titik tetap model matematika penyebaran penyakit Covid-19 yang dengan menggunakan model SIRS.
5. Menganalisis dan menentukan kestabilan titik tetap pada model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS.

6. Membuat simulasi untuk titik tetap model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS.
7. Membuat interpretasi dan hasil simulasi untuk titik tetap model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS.
8. Menarik kesimpulan.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan mengenai model matematika penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan model SIRS.
2. Bahan pertimbangan dalam menangani penyebaran penyakit Covid-19 bagi pihak yang memiliki kebijakan dalam kesehatan.
3. Bahan masukan bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan dan memperluas cakupan penelitian