PEMODELAN MATEMATIKA PENYEBARAN COVID-19 MENGGUNAKAN MODEL *SIR* DENGAN *ISOLATION*

(Skripsi)

Oleh

M. FARIS FAKHZA

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2023

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODELING OF THE SPREAD OF COVID-19 USING THE SIR MODEL WITH ISOLATION

By

M. FARIS FAKHZA

Corona virus or Covid-19 is a disease that spread widely at the end of 2019 and has an impact on human life in various fields. Several models are known to be used to model the spread of Covid-19, one of which is the susceptible, infected, recovered (SIR) model. This modeling aims to make early predictions of Covid-19 cases and its parameters are estimated based on data with parameters, namely $\mu, N, \alpha, \beta, \varepsilon$, and positive values. The data used in this study are data from the Lampung Provincial Health Office and from this study obtained the basic reproduction number or $R_0 = \frac{\alpha}{(\mu+\beta\varepsilon)}$. This means to reduce the spread of Covid-19, if infected does isolation $(\beta\ )$, the infected person (α) is reduced, and the cure rate (ε).

Keywords: Covid-19, SIR Models, Predictions, Basic Reproductive Numbers.

ABSTRAK

PEMODELAN MATEMATIKA PENYEBARAN COVID-19 MENGGUNAKAN MODEL *SIR* DENGAN *ISOLATION*

Oleh

M. FARIS FAKHZA

Virus Corona atau Covid-19 merupakan suatu penyakit yang menyebar pada akhir tahun 2019 secara luas dan berdampak ke dalam kehidupan manusia pada berbagai bidang. Beberapa model diketahui digunakan untuk memodelkan penyebaran Covid-19 salah satunya, yaitu model *susceptible, infected, recovered (SIR).* Pemodelan ini bertujuan untuk melakukan prediksi awal kasus Covid-19 dan parameter-parameternya diestimasi berdasarkan data dengan parameter, yaitu $\mu, N, \alpha, \beta, \varepsilon$, dan bernilai positif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari Dinas Kesehatan Provinsi Lampung dan dari penelitian ini diperoleh bilangan reproduksi dasar atau $R_0 = \frac{\alpha}{(\mu+\beta\varepsilon)}$, ini berarti untuk mengurangi penyebaran Covid-19, maka apabila terinfeksi lakukan isolasi (β), orang yang terinfeksi (α) dikurangi, dan laju kesembuhan (ε).

***Kata Kunci*:** Covid-19, Model *SIR*, Prediksi, Bilangan Reproduksi Dasar.

PEMODELAN MATEMATIKA PENYEBARAN COVID-19 MENGGUNAKAN MODEL *SIR* DENGAN *ISOLATION*

Oleh

M. FARIS FAKHZA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Matematika

Pada

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Lampung

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2023

Judul Skripsi	:	**PEMODELAN MATEMATIKA PENYEBARAN COVID-19 MENGGUNAKAN MODEL *SIR* DENGAN *ISOLATION***
Nama Mahasiswa	:	**M. Faris Fakhza**
Nomor Pokok Mahasiswa	:	**1917031094**
Jurusan	:	**Matematika**
Fakultas	:	**Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Agus Sutrisno, S.Si., M.Si.
NIP 19700831 199903 1 002

Prof. Dr. Asmiati, S.Si., M.Si.
NIP 19760411 200012 2 001

2. Ketua Jurusan Matematika

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP 19740316 200501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua	: **Agus Sutrisno, S.Si., M.Si.**	....
Sekretaris	: **Prof. Dr. Asmiati, S.Si., M.Si.**	....
Penguji Bukan Pembimbing	: **Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si.**	....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS LAMPUNG FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **23 Mei 2023**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa	: **M. Faris Fakhza**
Nomor Pokok Mahasiswa	: **1917031094**
Jurusan	: **Matematika**
Judul Skripsi	: **PEMODELAN MATEMATIKA PENYEBARAN COVID-19 MENGGUNAKAN MODEL *SIR* DENGAN *ISOLATION***

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 23 Mei 2023

Penulis,

M. Faris Fakhza

NPM. 1917031094

RIWAYAT HIDUP

Penulis Bernama Muhammad Faris Fakhza lahir di Tanjung Karang, Bandar Lampung pada tanggal 17 Agustus 2001. Penulis merupakan anak pertama dari sua bersaudara dari pasangan bapak Farikhun Sudrajat dan ibu Kisma Huzaifah.

Pendidikan pertama yang ditempuh oleh penulis adalah pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Al-Amanah. Kemudian pada tahun 2007 penulis menempuh pendidikan sekolah dasar (SD) di SD Negeri 2 Perumnas Way Halim. Kemudian pada tahun2013 penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama (SMP) di MTs N 2 Bandar Lampung. Kemudian pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas (SMA) di SMAN 5 Bandar Lampung. Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Lampung Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam jurusan S1 Matematika melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN).

Pada tahun 2020 penulis mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) ROIS dan Natural. Penulis juga beberapa kali menjadi panitian dalam perlombaan-perlombaan yang diselenggarakan, contohnya DINAMIKA XXI dan FIF. Pada tahun 2022 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Dinas Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Provinsi Lampung. Penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Tegal Binangun, Kecamatan Sumberejo, Kabupaten Tanggamus, sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat.

KATA INSPIRASI

"Jangan engkau (Muhammad) gerakkan lidahmu (untuk membaca Al-Qur'an) karena hendak cepat-cepat (menguasai)nya."

(Q.S Al-Qiyamah: 16)

"Sesungguhnya Kami yang akan mengumpulkannya (di dadamu) dan membacakannya."

(Q.S Al-Qiyamah: 17)

"Apabila Kami telah selesai membacakannya maka ikutilah bacaannya itu."

(Q.S Al-Qiyamah: 18)

"Sepanjang apapun proses kalau dilakukan karena Allah maka Allah akan mempercepat pemudahan pemahaman-pemahaman yang mungkin awalnya sulit untuk dirasakan."

(Ustadz Adi Hidayat)

"Segala sesuatu pasti akan berakhir pada masanya."

(M. Faris Fakhza)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap Alhamdulillah dan rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas limpahan rezekinya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik tanpa kekurangaan sesuatu apapun. Tak lupa pula saya persembahkan karya ini kepada:

Bapak Farikhun Sudrajat dan Ibu Kisma Huzaifah

Terima kasih kepada kedua orang tuaku atas pengorbanan, doa, dan dukungannya sehingga saya mampu sampai pada titik ini. Ini menjadi awal mula perjalanan hidup yang sebenarnya semoga dapat memenuhi harapan dari kalian.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terima kasih kepada dosen pembimbing dan pembahas atas ilmu yang diberikan kepada kami, memberikan arahan kepada kami, dan memberikan pengalaman-pengalaman yang berharga kepada kami.

Keluarga dan Teman-Temanku

Terima kasih kepada keluarga dan teman-temanku yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung dan dukungan dalam hal apapun itu.

Almamater

Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT, atas berkat dan rahmatnya-Nya lah penulis diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini dalam rangka sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi S1 Matematika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, dengan judul skripsi yaitu, **"Pemodelan Matematika Penyebaran Covid-19 Menggunakan Model *SIR* dengan *Isolation*".**

Dalam penyusunan sskripsi, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Agus Sutrisno, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing satu yang memberikan waktu dan arahan selama proses penyusunan skripsi.
2. Ibu Prof. Dr. Asmiati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing dua yang memberikan kami masukan dan saran-saran yang mendukung kami dalam menyelesaikan skripsi penulis.
3. Bapak Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Seluruh dosen, staff, dan karyawan jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Ayah dan ibu yang selalu memberikan dukungan, yang selalu mendoakan, dan memberikan semangat selama proses penulisan skripsi ini.
8. Untuk adikku Nissa Fairuz Zahra dan nenekku Siti Suharni, beserta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan serta doa-doanya.
9. Untuk Fi, Fiqih, hana, Eccha, dan bang Is'ad terima kasih atas ilmu yang dibagikan dan membantu dalam penyelesaian proses skripsi ini.
10. Teman-teman Matematika 2019 dan teman kelas D yang telah memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.
11. Semua pihak yang membantu kelancaran penulisan skripsi maupun proses penulisan skripsi.

Bandar Lampung, 23 Mei 2023
Penulis,

M. Faris Fakhza

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Novel-Corona Virus atau virus Corona pertama kali diidentifikasi pada akhir tahun 2019 atau pada tanggal 31 Desember 2019 di China pada saat merebaknya kasus pneumonia atau infeksi paru-paru. Tidak berlangsung lama penyakit ini menyebar ke seluruh wilayah, pada tanggal 30 Januari 2020 *World Health Organization* (WHO) telah menyatakan bahwa virus corona sebagai keadaan darurat dunia (Thandra, 2020). Virus corona jenis baru ini mengalami awal penyebaran di Wuhan, China kemudian menyebar ke seluruh penjuru dunia. *World Health Organization* (WHO) memberikan nama penyakit ini sebagai Covid-19 (*Corona Virus Disease 2019*) dan karena merupakan infeksi virus jenis baru, penyakit ini belum memiliki obatnya. Orang-orang yang terjangkit virus ini belum memiliki pengetahuan tentang virus ini dan bagaimana penyebarannya yang seharusnya melakukan isolasi sehingga dengan mudah menyebarkan virus karena berinteraksi dengan orang yang belum terpapar virus corona bahkan dengan mudah menyebar sampai ke negara lain. Virus ini menyebar dari orang yang terpapar Covid-19 melalui udara dan air liur yang keluar ketika sedang berbicara, batuk dan bersin sehingga interaksi yang dilakukan oleh setiap orang berpotensi tinggi adanya penularan Covid-19 ini. Tercatat bahwa beberapa negara terinfeksi virus yang berasal dari Wuhan ini, salah satunya adalah Indonesia.

Pada tanggal 20 Desember 2020, berdasarkan data dari Kementrian Kesehatan tercatat total 664.930 orang yang terpapar virus corona dengan 103.239 (15,53%) kasus aktif, 541.811 (81,48%) kasus sembuh, dan 19.880 (2,99%) kasus meninggal.

Pemerintah Indonesia menerapkan adanya PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar) untuk mengurangi penyebaran Covid-19 melalui interaksi yang terjadi di kehidupan bermasyarakat.

Berdasarkan paparan di atas, penulis tertarik untuk menganalisis dan menerapkan ilmu yang telah dipelajari untuk mempelajari penyebaran Covid-19. Pada kasus ini, penulis ingin menerapkan ilmu yaitu dengan memodelkan penyebaran covid-19 ke dalam model matematika. Salah satu model penyebaran penyakit yang paling sederhana adalah model *SIR* dimana jumlah populasi dibagi menjadi kelompok mudah terjangkit atau *susceptible* (*S*), kelompok individu yang terinfeksi atau *infected* (*I*), dan kelompok individu sembuh atau *recovered* (*R*) (Ndii, 2022). Pemodelan S*IR* ini disusun berdasarkan asumsi-asumsi suatu penyakit yang diderita oleh kelompok individu mulai dari ketika sebelum terinfeksi, pada saat terinfeksi, dan pada saat kelompok individu tersebut sembuh. Hasil dari pemodelan ini menjadi gambaran penyebaran Covid-19 untuk kedepannya dan menjadi pertimbangan tentang seberapa lancarnya penekanan penyebaran kasus Covid-19 dengan mengisolasi kelompok individu yang terinfeksi.

Model penyebaran penyakit menggunakan Analisis S*IR* telah banyak dibahas oleh beberapa peneliti diantaranya adalah *Analisis Stabilitas Model SIR (Susceptibles, Infected, Recovered) pada Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue di Provinsi Maluku* oleh Leleury, dkk (2017), *Model Epidemik SIR untuk Penyakit yang Menular Secara Horizontal dan Vertikal* oleh Ilmiyati dan Hengki (2014), dan *Analasis Penyebaran Covid-19 dengan Menggunakan Model SIR dan Vaksinasi Serta Estimasi Parameter* oleh Khozin (2021).

Menggunakan model *SIR* peniliti tertarik untuk menerapkan dan memodelkan kasus penyebaran Covid-19 di Bandar Lampung mengguanakan data dari Dinas Kesehatan Bandar Lampung, dengan judul “ Pemodelan Matematika Penyebaran Covid-19 Menggunakan Model *SIR* dengan *Isolation*”.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempelajari lebih lanjut model *SIR* terhadap penyebaran Covid-19.
2. Mendapatkan gambaran mengenai penyebaran Covid-19 ke depannya dengan menetukan R_0 terlebih dahulu.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan wawasan mengenai penerapan model *SIR* terhadap penyebaran Covid-19.
2. Mampu memprediksi bagaimana tingkat penyebaran Covid-19 dimasa yang akan datang.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model *SIR*

Pemodelan matematika sering kali digunakan dalam menganalisis penyebaran suatu penyakit menular. Salah satu model penyebaran penyakit yang paling sederhana adalah model *SIR* dimana jumlah populasi dibagi menjadi kelompok mudah terjangkit atau *susceptible* (*S*), kelompok individu yang terjangkit suatu penyakit atau *infected* (*I*), dan kelompok individu sembuh atau *recovered* (*R*) (Ndii, 2022).

Model *SIR* ditulis dalam bentuk persamaan diferensial biasa. Berikut adalah diagram model *SIR*.

Gambar 1. Diagram Model Matematika *SIR*

Sehingga diperoleh model matematika penyebaran penyakit dalam bentuk persamaan diferensial biasa sebagai berikut:

$$\frac{dS}{dt} = -\mu S \quad (1)$$

$$\frac{dI}{dt} = \mu SI - \alpha I \quad (2)$$

$$\frac{dR}{dt} = \alpha I \quad (3)$$

dengan keterangan:

μ = Laju penularan dari kelompok individu (S) ke kelompok terinfeksi (I)

S = Jumlah kelompok individu yang mudah terjangkit

I = Jumlah kelompok individu yang terinfeksi

α = Laju kesembuhan dari kelompok individu yang terinfeksi ke kelompok individu sembuh

R = Jumlah kelompok individu yang mengalami kesembuhan

2.2 Sistem Persamaan Diferensial

Sistem persamaan diferensial adalah suatu sistem yang memuat *n* buah persamaan diferensial, dengan *n* buah fungsi yang tidak diketahui, dimana *n* merupakan bilangan bulat positif lebih besar sama dengan satu. Bentuk umum dari suatu *n* persamaan orde pertama mempunyai bentuk sebagai berikut:

$$\frac{dx_1}{dt} = g_1(t, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = g_2(t, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

$$\frac{dx_3}{dt} = g_3(t, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

$$\vdots$$

$$\frac{dx_n}{dt} = g_n(t, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \qquad (4)$$

dengan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ adalah variabel bebas dan t adalah variabel terikat, sehingga $x_1 = x_1(t), x_2 = x_2(t), x_3 = x_3(t), \dots, x_n = x_n(t)$, dimana $\frac{dx_n}{dt}$ merupakan sebuah derivatif fungsi x_n terhadap t dan g_1 adalah fungsi yang tergantung pada variabel $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ dan t (Neuhauser, 2004).

2.3. Matriks Jacobian

Menurut (Perko, 1991) definisi matriks Jacobian adalah diberikan fungsi $f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ dengan $f \in E$ dan fungsi kontinu kemudian $i = i_1, i_2, \dots, i_n$, $E \in R^n$ dan E himpunan terbuka. Matriks di bawah ini

$$\partial f(\hat{x}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1}(\hat{x}) & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n}(\hat{x}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1}(\hat{x}) & \cdots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n}(\hat{x}) \end{bmatrix} \tag{5}$$

merupakan matriks Jacobian dari f di titik $(\hat{x})$.

2.4. Nilai Eigen Dan Vektor Eigen

Diberikan suatu matriks konstan A berordo $n \times n$, maka vektor tak nol pada R^n merupakan suatu vektor eigen dari A jika suatu penggandaan skalar x untuk skalar λ, yaitu:

$$Ax = \lambda x \tag{6}$$

Adapun skalar λ merupakan nilai eigen dari A. Sehingga untuk mencari kembali nilai eigen dari suatu matriks berordo $n \times n$ kita tuliskan kembali persamaan … (Side, 2013):

$$Ax = \lambda x \text{ atau } (A - \lambda I)x = 0 \tag{7}$$

2.5. Bilangan Reproduksi Dasar

Bilangan reproduksi dasar merupakan bilangan jumlah kelompok individu rentan atau *susceptible* yang dapat tertular dari seorang individu yang terinfeksi suatu penyakit (Ilmiyati & Henki, 2014). Bilangan reproduksi dasar dapat dituliskan sebagai R_0 dan dapat diperoleh dengan menentukan nilai eigen dan matriks Jacobian dan menghasilkan beberapa kondisi yang akan terjadi, yaitu:

1. Jika $R_0 < 1$, maka penyakit akan menghilang.
2. Jika $R_0 = 1$, maka penyakit akan tetap ada.
3. Jika $R_0 > 1$, maka penyakit akan bertambah banyak.

2.6 Titik Ekuilibrium

Diberikan sistem persamaan diferensial yang berbentuk

$$\frac{dx}{dt} = f(x,y)$$

$$\frac{dy}{dt} = g(x,y) \tag{8}$$

Sebuah titik (x_0, y_0) dikatakan sebagai titik kesetimbangan dari sistem Persamaan (8) apabila dipenuhi syarat $f(x_0, y_0) = 0$ dan $g(x_0, y_0) = 0$. Karena turunan suatu konstanta sama dengan nol, maka sepasang fungsi konstan $x(t) = x_0$ dan $y(t) = y_0$ merupakan penyelesaian keseimbangan dari sistem Persamaan (8) (Campbell dan Haberman, 2008).

2.7 Kestabilan Titik Ekuilibrium

Konsep perilaku sistem pada titik ekuilibrium dikenal sebagai kestabilan titik kesetimbangan. Kestabilan tersebut merupakan informasi untuk menggambarkan perilaku sistem.

Kestabilan titik ekuilibrium $\bar{x}$ dapat ditentukan dengan memperhatikan nilai-nilai eigen, yaitu λ_i dimana i = 1,2, … , n yang diperoleh dari persamaan karakteristik. Secara umum kestabilan titik mempunyai perilaku sebagai berikut:

1. Stabil, jika:

   a) Setiap nilai eigen real adalah negatif ($\lambda_i < 0$ untuk semua i)

   b) Setiap komponen bagian real dari nilai eigen kompleks, lebih kecil atau sama dengan nol ($Re(\lambda_i) \leq 0$ untuk semua i) .

2. Tidak stabil, jika:

   a) Terdapat nilai eigen real adalah positif (λ_i > 0 untuk semua i).

   b) Ada komponen bagian real dari nilai eigen kompleks, lebih besar dari nol ($Re(\lambda_i) > 0$ untuk semua i).

3. Sadel atau pelana, jika perkalian dua buah nilai eigen real sembarang adalah negatif ($\lambda_i\lambda_j < 0$ untuk i dan j sembarang). Titik ekuilibrium sadel ini bersifat tak stabil (Tu, 1994).

4. Jika salah satu nilai eigen yang diperoleh bernilai nol ($\lambda_1 = 0,\ \lambda_2 \neq 1$) maka titik ekuilibriumnya akan berada dalam suatu garis. Jika $\lambda_2 < 0$ maka solusi yang tidak dimulai dari titik tetap ini cenderung untuk bergerak menuju garis tersebut. Sebaliknya, jika $\lambda_2 > 0$ maka akan bergerak menjauhi garis tersebut (Farlow,1994)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2022/2023 dengan tempat penelitian yaitu, Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Metode Penelitian

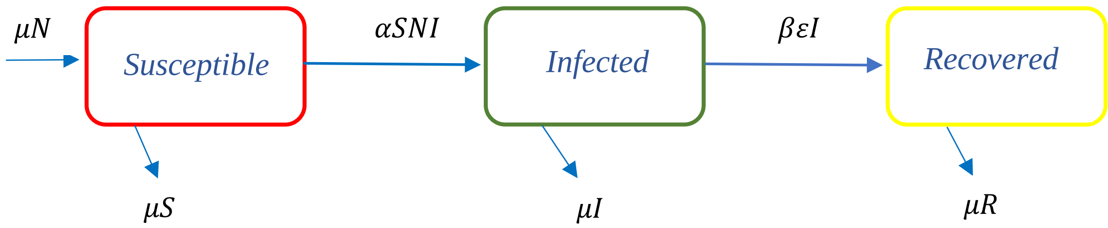
Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Membuat asumsi-asumsi pada setiap laju parameter model matematika *SIR* penyebaran Covid-19.
2. Menentukan model *SIR* untuk penyebaran penyakit Covid-19.
3. Menentukan titik ekuilibrium model penyebaran Covid-19.
4. Menentukan bilangan reproduksi dasar (R_0).
5. Menganalisis kestabilan titik ekuilibrium model penyebaran Covid-19.
6. Melakukan simulasi model *SIR* penyebaran Covid-19 secara numerik menggunakan *Microsoft excel* dan *software mathematica*.

BAB 5 KESIMPULAN

Berdasarkan penjabaran yang telah dilakukan pada kasus perkembangan Covid-19 dengan *isolation* menggunakan analisis *SIR* diperoleh sebagai berikut:

1. Model *SIR* penyebaran Covid-19 dengan *Isolation* dapat dimodelkan sebagai berikut:



Berdasarkan model *SIR* yang telah dibuat, berikut adalah keterangan dari parameter pada model tersebut :

μ : Laju kematian/Laju kelahiran

N : Jumlah populasi

α : Laju populasi yang terinfeksi

β : Laju populasi yang diisolasi

ε : Laju kesembuhan populasi yang terinfeksi

Model matematika penyebaran Covid-19 dengan isolasi berupa sistem persamaan diferensial sebagai berikut :

$$\frac{dS}{dt} = \mu N - \mu S - \alpha SNI$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha SNI - \mu I - \beta \varepsilon I$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta \varepsilon I - \mu R$$

2. Titik kesetimbangan bebas penyakit:

$$S_0, I_0, R_0 = (1{,}0{,}0)$$

3. Titik kesetimbangan penyakit Covid-19:

$$(S_1, I_1, R_1) = \left(\frac{\mu + \beta\varepsilon}{\alpha}, \quad \frac{\mu - \mu\left(\frac{\mu + \beta\varepsilon}{\alpha}\right)}{(\mu + \beta\varepsilon)}, \quad \frac{\beta\varepsilon\mu\alpha - \beta\varepsilon\mu(\mu + \beta\varepsilon)}{\alpha\mu(\mu + \beta\varepsilon)} \right)$$

4. Bilangan Reproduksi Dasar (R_0) diperoleh:

$$R_0 = \frac{\alpha}{(\mu + \beta\varepsilon)}$$

   Jika $R_0 < 1$ maka titik kesetimbangan bebas penyakit (S_0, I_0, R_0) akan stabil dan jika $R_0 > 1$ maka (S_1, I_1, R_1) akan stabil.

5. Berdasarkan penerapan data yang dilakukan menggunakan data Covid-19 Provinsi Lampung, diperoleh bahwa data yang dihasilkan mengalami penurunan dari banyaknya individu yang terinfeksi kasus Covid-19 ini dapat diartikan bahwa kebijakan pemerintah dan juga partisipasi dari masyarakat yang terinfeksi virus ini dapat dengan patuh untuk melakukan isolasi yang dimana hal ini menekan laju perkembangan kasus Covid-19.

DAFTAR PUSTAKA

Atzzahra, H. (2021). Analisis Sensitivitas Pengaruh Kebijakan Pemerintah Dan Penerapan Polynomial Regression Pada Model Transmisi Covid-19 (*Doctoral dissertation*, Institut Teknologi Kalimantan). Hal 4-10.

Campbell, S. L., &Haberman, R. 2008. *Introduction to Differential Equations with Dynamical Systems*. New Jersey: Princeton University Press, 56-74.

Farlow, S. J. (1994). *An Introduction to Differential Equations and Their Applications*. New York: Mc. Graw-Hill Inc, 23-31.

L. Perko. (1991). *Differential Equations and Dynamical Systems*. New York. Springer-Verlag, 12-18.

Leleury, Z. A., Lesnussa, Y. A., Bension, J. B., & Kakisina, Y. S. (2017). Analisis Stabilitas. Model SIR (Susceptibles, Infected, Recovered) Pada Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue di Provinsi Maluku. *Jurnal Matematika Vol*, *7*(2), 144-158.

Ndii, M. Z. (2022). Pemodelan matematika. Penerbit NEM, 29-135.

Neuhauser, C. (2004). Calculus for biology and medicine. New Jersey: Pearson Education, 24-29.

Sari, Ilmiyati., & Tasman, Hengki. 2014. Model Epidemik SIR Untuk Penyakit Yang Menular Secara Horizontal dan Vertikal. Prosiding Konferensi Nasional Matematika XVII – 2014, *Makalah. Dalam: Prosiding*, 757–766.

Side, S., & Rangkuti, Y. M. (2013). Solusi numerik pemodelan matematika SIR dan SEIR untuk penularan demam berdarah dengan metode semi analitik di Sulawesi Selatan. Medan: Lembaga Penelitian Unimed, 3-31.

Tu, P. N. V. (1994). *Dynamical system: an introduction with applications in economics and biology.* New York: Springer-Verlag, 59-112.