

## MODEL EPIDEMIK SIR PADA KASUS COVID-19 DI PROVINSI SUMATERA UTARA

Miclyael Luge<sup>1</sup>, Rahman Wahabi Hasibuan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Ilmu  
Komputer, Universitas Negeri Medan  
chardionluge@gmail.com<sup>1</sup>, rahmanwahabi18@gmail.com<sup>2</sup>

*Received 1 October 2022; revised 5 November 2022; accepted 3 December 2022.*

### ABSTRAK

COVID-19 yang berasal dari virus SARS-CoV-2, telah menjadi pandemi global sejak tahun 2020 dan menjadi endemik pada awal tahun 2023. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan penyebaran COVID-19 di Provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan model SIR (Suspected, Infected, Removed). Model SIR yang dikembangkan oleh Kermack dan McKendrick digunakan untuk membagi populasi menjadi tiga kelompok: berpotensi terinfeksi (Suspected), terinfeksi (Infected) dan pulih/meninggal (Removed). Model matematika ini telah banyak digunakan dalam studi penyebaran COVID-19. Kajian ini menggunakan data yang diperoleh dari Kementerian Kesehatan RI selama kurun waktu 1 tahun 8 bulan, terhitung sejak Januari 2022 hingga September 2022. Data tersebut meliputi jumlah kasus COVID-19 dan status pasien di Provinsi Sumatera Utara. Dengan menggunakan model SIR, dimungkinkan untuk memprediksi penyebaran penyakit COVID-19 di antara penduduk di Sumatera Utara.

**Kata kunci:** covid-19, data, model matematika, SIR

### ABSTRACT

COVID-19 derived from the SARS-CoV-2 virus, has been a global pandemic since 2020 and becomes endemic by early 2023. The study aims to model the spread of COVID-19 in the North Sumatra Province using the SIR model. (Suspected, Infected, Removed). The SIR model, developed by Kermack and McKendrick, is used to divide the population into three groups: potentially infected (Suspected), Infected (Infected) and recovered/dead. (Removed). This mathematical model has been widely used in COVID-19 spread studies. This study uses data obtained from the Ministry of Health of the Republic of Indonesia over a period of 1 year and 8 months, calculated from January 2022 to September 2022. The data included the number of cases of COVID-19 and patient status in North Sumatra Province. Using the SIR model, it is possible to predict the spread of COVID-19 disease among the population of North Sumatra.

**Keywords:** covid-19, data, mathematical model, SIR.

## PENDAHULUAN

Menurut *World Health Organization* (WHO), Coronavirus merupakan virus yang dapat menyebabkan penyakit pada hewan dan manusia (Algehyne, 2020). Penyakit Conronovirus yang menyebar di Indonesia telah bermutasi dengan penyakit *Middle East Repostory Syndrome* (MERS) dan *Severe Acute Repository Syndrome* (SARS) varian baru ini kemudian diberi nama *Severe Acute Repository Syndrome Coronavirus* (SARS-COV2) atau lebih dikenal dengan COVID-19 (Organization, n.d.). Penyakit COVID-19 menyebar secara masif pada tahun 2020 dan mulai menyebar secara lambat laun di penghujung tahun 2022. Penyakit COVID-19 sendiri telah berubah status dari pandemi menjadi endemi pada awal tahun 2023 (Birokrasi, 2023). Namun, walaupun berubah status menjadi endemi, penyakit COVID-19 tidak sepenuhnya hilang di Indonesia.

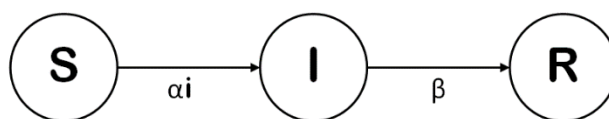
Ada banyak cara yang dapat dilakukan untuk memastikan apakah penyakit COVID-19 di Indonesia akan sepenuhnya berubah menjadi endemi atau tidak. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan model matematika untuk memodelkan fenomena penyebaran COVID-19. Pemodelan matematika merupakan disiplin formatif untuk menjelaskan fenomena ataupun masalah nyata ke dalam bentuk model matematika yang mampu dianalisis (Munir, 2010). Pemodelan matematika untuk memprediksi penyebaran COVID-19 sudah banyak dilakukan sebelumnya dan menjadi topik penelitian yang hangat terutama pada awal penyakit COVID-19 ditemukan. Salah satu pemodelan matematika yang umum digunakan untuk memprediksi penyebaran COVID-19 adalah dengan menggunakan model *Suspected*, *Infected*, dan *Removed* atau disingkat menjadi model SIR.

Model SIR merupakan model yang diperkenalkan oleh Kermack dan McKendrik yang digunakan untuk memodelkan penyakit dengan cara membagi populasi suatu sampel menjadi tiga bagian yaitu *Suspcted*, *Infected*, dan *Removed* (AlQadi & Bani-Yaghoub, 2022). Model ini banyak digunakan pada penelitian terkait penyebaran penyakit COVID-19 (Abolmaali & Shirzaei, 2021; Adi-kusumo & Susyanto, 2020; Akyildiz & Alshammari, 2021; Mu'tamar et al., 2021; Simha et al., 2020).

Penelitian ini akan memodelkan penyebaran penyakit COVID-19 menggunakan model SIR pada penduduk di provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan data yang diperoleh dari Kemenkes pada rentang waktu selama 1 tahun 8 bulan pada periode Januari 2022-September 2022. Penelitian ini bertujuan untuk menampilkan hasil dari model penyebaran penyakit dengan model SIR di provinsi Sumatera Utara.

## METODE PENELITIAN

Model SIR merupakan salah satu pemodelan matematika yang digunakan untuk memodelkan epidemi yang terjadi pada suatu wilayah (Adi-kusumo & Susyanto, 2020). Model SIR dilakukan dengan cara mengelompok populasi menjadi tiga kelompok yaitu kelompok yang rentan terinfeksi (*Susceptible* – S), kelompok yang telah terinfeksi (*Infected*- I) dan kelompok yang sudah sembuh atau yang sudah meninggal (*Removed*- S)(AlQadi & Bani-Yaghoub, 2022)(Mu'tamar et al., 2021). Diagram model SIR dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Model SIR

Pada penelitian ini, peneliti berasumsi bahwa tidak ada penambahan penduduk yang terjadi ketika memodelkan data baik melalui migrasi, maupun kelahiran baru. Secara umum, model SIR yang mengasumsikan bahwa populasi yang dimodelkan bersifat statis atau stagnan direpresentasikan dengan oleh himpunan persamaan differensial dapat dilihat pada persamaan 1(Adi-kusumo & Susyanto, 2020; AlQadi & Bani-Yaghoub, 2022).

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt}(t) &= -\beta S(t)I(t) \\ \frac{dI}{dt}(t) &= \beta S(t)I(t) - \gamma I(t) \\ \frac{dR}{dt}(t) &= \gamma I(t)\end{aligned}\tag{1}$$

Dimana  $\beta$  merupakan parameter yang menyatakan banyaknya interaksi antara individu rentan dengan individu yang terinfeksi sehingga menyebabkan individu tersebut terinfeksi (*transmission rate*) dan  $\gamma$  merupakan parameter yang

menyatakan tingkat kesembuhan individu yang terinfeksi (Irwan et al., 2020) (Leleury et al., 2022). Adapun skenario pada penelitian ini menggunakan asumsi sebagai berikut :

- 1) Populasi bersifat konstan dan ukurannya cukup besar agar setiap subpopulasi dapat digambarkan sebagai variabel kontinu.
- 2) Tidak ada kematian secara alami pada ketiga kelompok populasi dikarenakan penyebaran penyakit sangat singkat.
- 3) Populasi bersifat homogen, ini artinya nilai *transmission rate* pada masing-masing individu adalah sama.

Penelitian ini akan membangun model epidemik SIR dengan menggunakan data yang diperoleh dari *website* Kemenkes dengan rentang waktu Januari 2022 – September 2022 di provinsi Sumatera Utara. Adapun langkah yang dilakukan pada penelitian adalah sebagai berikut

- 1) Mengumpulkan data yang digunakan untuk model
- 2) Menentukan nilai awal dan nilai parameter
- 3) Membangun model SIR dengan menggunakan bahasa pemrograman python
- 4) Melakukan simulasi model

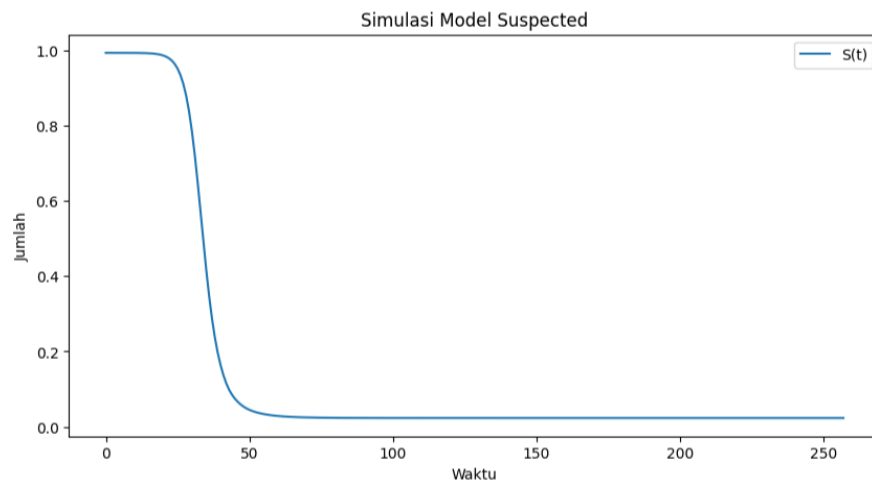
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Parameter yang digunakan pada model diperoleh dengan cara melakukan metode *Ordinary Least Square*. Dikarenakan pandemi sudah terjadi dan sedang berjalan pada tahun 2022, nilai awal diasumsikan terdapat pada tanggal awal 1 Januari 2023. Nilai awal yang digunakan sebelumnya dilakukan normalisasi agar mempermudah komputasi data yang diberikan. Parameter dan nilai awal yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

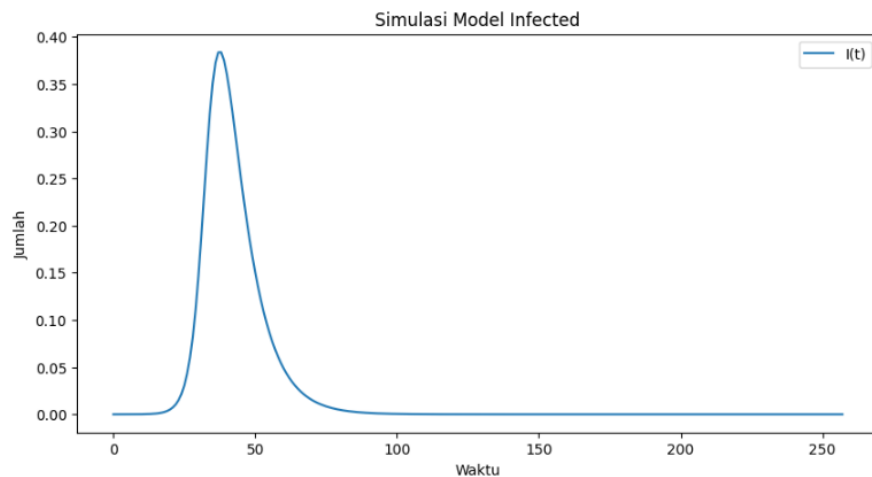
Tabel 1. Nilai awal dan Nilai Parameter yang digunakan

| Parameter                           | Nilai       |
|-------------------------------------|-------------|
| <i>Transmssion Rate</i> ( $\beta$ ) | 0.5         |
| <i>Recovery Rate</i> ( $\gamma$ )   | 0.13        |
| S(0)                                | 0.992865493 |
| I(0)                                | 3.63028E-06 |
| R(0)                                | 0.007130877 |

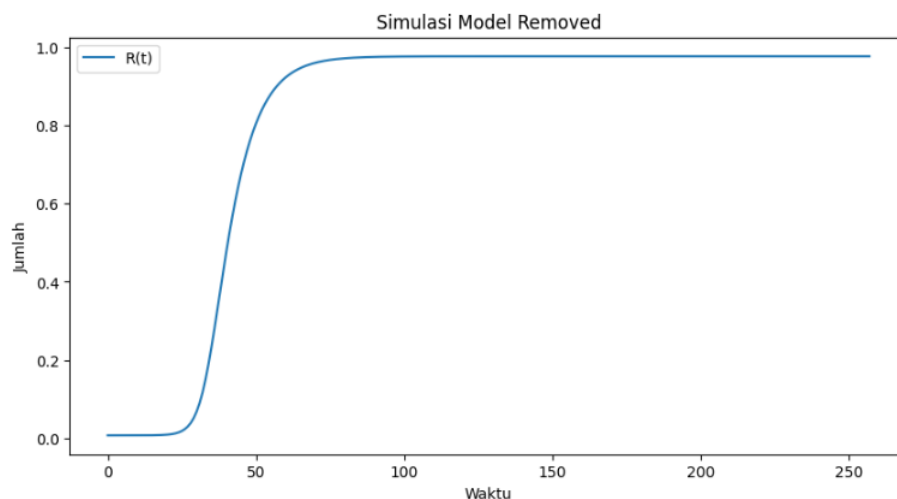
Dengan menggunakan nilai awal dan parameter tersebut, model dibangun dengan menggunakan bantuan bahasa pemrograman *python*. Setelah model dibangun kemudian model yang dibangun dibandingkan dengan model yang menggunakan data aktual untuk menentukan kebenaran model yang dibangun. Adapun hasil dari masing-masing model *Suspected*, model *Infected*, dan model *Removed*, dan perbandingan antara model yang dibangun dengan parameter dan model yang dibangun dengan data aktual dapat dilihat pada gambar 2, gambar 3, dan gambar 4.



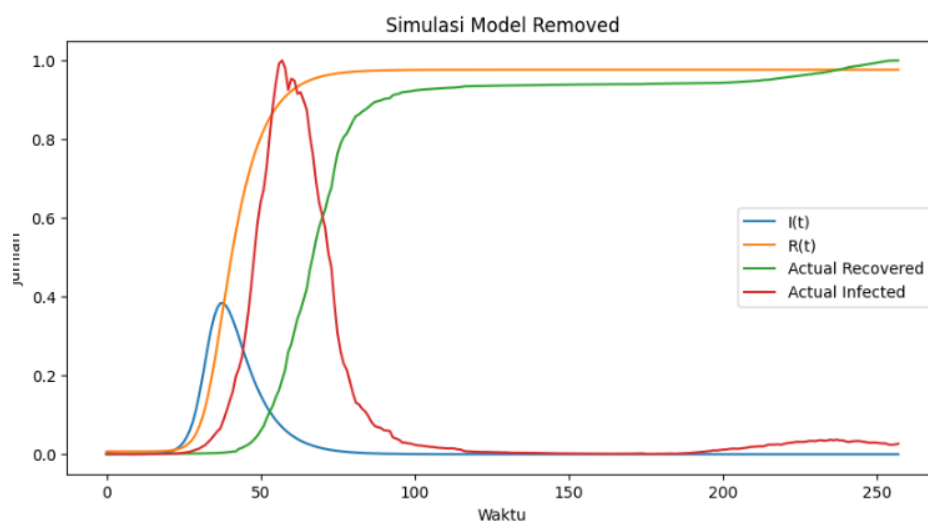
Gambar 2. Hasil simulasi model Suspected



Gambar 3. Hasil simulasi model Infected



Gambar 4. Hasil simulasi model Removed



Gambar 5. Hasil perbandingan kedua model

Berdasarkan hasil pemodelan, model yang dibangun memprediksi bahwa puncak pada masing-masing kelompok SIR terjadi pada hari ke-50, hasil prediksi ini diperkuat oleh hasil metode yang menggunakan data aktual dimana model aktual menggambarkan bahwa puncak pada masing-masing kelompok SIR terjadi di hari ke-50. Namun, hasil dari model masih kurang tepat dibandingkan dengan hasil yang menggunakan data faktual. Hal ini bisa disebabkan oleh nilai parameter yang kurang tepat yang disebabkan kurang cocoknya data pada metode yang digunakan.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, penulis menyimpulkan bahwa model SIR yang dibangun mampu menggambarkan atau memprediksi puncak penyakit COVID-19 dengan cukup baik. Model memprediksi bahwa tingkat penularan terburuk terjadi pada hari ke-50 atau pada bulan Maret 2022. Namun, masih terdapat kekurangan pada model yang dibangun jika dibandingkan dengan model yang dibangun menggunakan data aktual. Hal mungkin disebabkan beberapa hal, salah satunya adalah kurang baiknya metode yang digunakan dalam mencari nilai parameter yang akan digunakan dalam membantu model. Kedepannya, penelitian ini dapat digunakan dengan menggunakan data yang lebih relevan dengan pemilihan metode estimasi parameter yang lebih baik.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abolmaali, S., & Shirzaei, S. (2021). A comparative study of SIR Model, Linear Regression, Logistic Function and ARIMA Model for forecasting COVID-19 cases. *AIMS Public Health*, 8(4), 598613. <https://doi.org/10.3934/PUBLICHEALTH.2021048>
- Adi-kusumo, F., & Susyanto, N. (2020). *Model Berbasis Sir Dalam Prediksi Awal Penyebaran Covid-19 Di Daerah Istimewa Yogyakarta (Diy) (Sir-Based Model in Predicting the Early Outbreak of Covid-19 in the Special Region of Yogyakarta (Diy))*. 02, 1.
- Akyildiz, F. T., & Alshammari, F. S. (2021). Complex mathematical SIR model for spreading of COVID-19 virus with Mittag-Leffler kernel. *Advances in Difference Equations*, 2021(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s13662-021-03470-1>
- Algehyne, E. A. (2020). *Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information website . Elsevier hereby grants permission to make all its COVID-19-related research that is available on the COVID-19 resource centre - including this research content - immediately available in PubMed Central and other publicly funded*

*repositories , such as the WHO COVID database with rights for unrestricted research re-use and analyses in any form or by any means with acknowledgement of the original source . These permissions are granted for free by Elsevier for as long as the COVID-19 resource centre remains active . Mathematical analysis of COVID-19 by using SIR model with convex incidence rate. January.*

- AlQadi, H., & Bani-Yaghoub, M. (2022). Incorporating global dynamics to improve the accuracy of disease models: Example of a COVID-19 SIR model. *PLoS ONE*, 17(4 April), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265815>
- Birokrasi, K. P. A. N. dan R. (2023). *Indonesia telah Bergerak Menuju Endemi COVID-19*. <https://www.menpan.go.id/site/berita-terkini/berita-daerah/indonesia-telah-bergerak-menuju-endemi-covid-19>
- Irwan, M., Pathuddin, H., & Jalil, E. (2020). Model Epidemik Sir Pada Kasus Covid-19 Di Indonesia. *Jurnal MSA ( Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya )*, 8(2), 83. <https://doi.org/10.24252/msa.v8i2.14613>
- Leleury, Z. A., Rijoly, M. E., & Risamena, F. M. (2022). *Analisis Stabilitas Model Sir ( Susceptibles , Infected , Recovered ) Pada Penyebaran Virus Covid-19 Di Kota Ambon*. 06(02), 159–169.
- Mu'tamar, K., Putra, S., & Perdana, S. A. (2021). Analisis Penyebaran Covid-19 Dengan Menggunakan Model Sir Dan Vaksinasi Serta Estimasi Parameter. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 15(2), 323–334. <https://doi.org/10.30598/barekengvol15iss2pp323-334>
- Munir, R. (2010). *Metode numerik* (Revisi 3). Informatika Bandung.
- Organization, W. H. (n.d.). *Coronavirus disease (COVID-19)*. [https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1)
- Simha, A., Prasad, R. V., & Narayana, S. (2020). *A simple Stochastic SIR model for COVID 19 Infection Dynamics for Karnataka: Learning from Europe*. April. <http://arxiv.org/abs/2003.11920>