

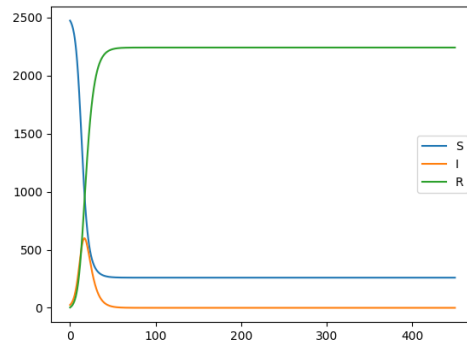
**NAMA : Sherly Mawarni Kusumah**

**NIM : 1227030033**

## **PRAKTIKUM FISIKA KOMPUTASI**

### **“PENYELESAIAN MODEL SIR MENGGUNAKAN METODE EULER”**

**NO 3 : Analisis grafik penyebaran virus Covid-19 pada soal 1&2!**



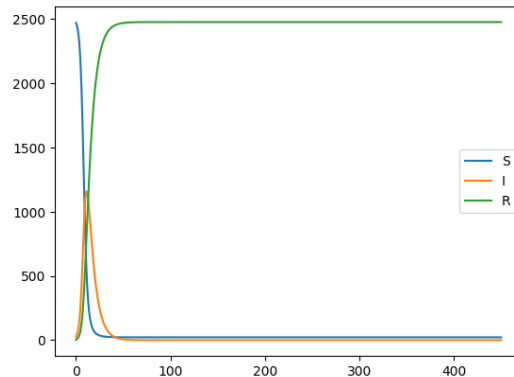
**GAMBAR 1.1 Grafik Covid-19 NO. 1**

Grafik pertama ini merangkum gambaran secara visual dari penyebaran covid-19 di suatu lingkungan dengan menggunakan model SIR (Susceptible, Infected, Recovered). Dimana simbol S (Susceptible) yang tergambar pada garis biru menunjukkan populasi yang masih rentan atau dengan kata lain belum terinfeksi tetapi dapat terinfeksi. Jika dilihat pada bagian awalnya garis biru menunjukkan semua orang dalam lingkungan (2.500 orang) rentan terinfeksi, kecuali individu yang sudah terinfeksi (25 orang) dan sembuh (3 orang). Dikarenakan laju penularan cukup tinggi (0.5), maka jumlah individu yang rentan cepat berkurang saat mereka terinfeksi. Artinya saat individu dari 2500 orang ini menjadi terinfeksi, maka otomatis orang yang ada dikategori individu rentan akan berkurang, dengan bertambahnya di individu terinfeksi.

Selanjutnya adalah simbol I (Infected) yang tergambar pada garis oranye menunjukkan populasi yang terinfeksi pada waktu tertentu. Pada awalnya, ada 25 orang yang terinfeksi, namun dengan laju penularan 0.5, infeksi menyebar dengan cepat dan jumlah orang yang terinfeksi melonjak dalam waktu singkat. Akan tetapi, karena laju pemulihan adalah 0.2, lama-lama beberapa individu mulai sembuh setelah terinfeksi, dan setelah beberapa waktu, jumlah orang yang terinfeksi mulai menurun drastis.

Kemudian terdapat pula simbol R (Recovered) yang tergambar pada garis hijau menunjukkan populasi yang sembuh dan tidak lagi menulari. Pada awalnya, hanya ada 3 orang yang sembuh. Tetapi seiring berjalannya waktu maka semakin banyak orang yang sembuh (dengan laju pemulihan 0.2), dan berakhir dengan hampir seluruh orang berada dalam kelompok ini.

Adapun jika dilihat dari waktu penyebarannya, pada sekitar 0-50 hari penyebaran virus terlihat meningkat secara cepat yang dapat dilihat dari jumlah yang terinfeksi. Kemudian dilanjutkan sekitar hari ke 50-100 dilihat jumlah orang yang terinfeksi menurun yang ditandai dengan meningkatnya jumlah orang yang sembuh. Terakhir sekitar hari ke 100 keatas sebagian besar populasi sembuh secara stabil dan tidak ada lagi penyebaran.



**GAMBAR 1.2 Grafik Covid-19 NO. 2**

Pada grafik ini S (Susceptible) yaitu garis biru pada awalnya menunjukkan populasi rentan sangat tinggi, tetapi garis menurun seiring penularan virus ke individu terinfeksi. Namun penurunannya tidak terlalu cepat seperti pada grafik sebelumnya karena laju penularan lebih rendah yaitu hanya 0.15. Kemudian I (Infected) yaitu garis oranye menunjukkan awal orang yang terinfeksi sebanyak 25 orang, karena laju penurunan yang lebih rendah (0.15) maka jumlah orang yang terinfeksi tidak melonjak terlalu banyak dan cepat. Hal itu didukung dengan laju pemulihan yang tinggi (0.7), maka jumlah orang yang terinfeksi menurun dengan cepat. Selanjutnya R (Recovered) yaitu garis hijau yang menunjukkan kenaikan yang drastis dan cepat karena laju pemulihan yang sangat tinggi (0.7), dan berakhir di sekitar hari ke 450, hampir semua orang yang terinfeksi telah pulih, dan garis ini mendominasi grafik.

**NO. 4 : Jelaskan algoritma pemrograman yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan di atas!**

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""Metode SIR Model SIR Menggunakan Metode Euler

Automatically generated by Colab.

Original file is located at
    https://colab.research.google.com/drive/15GLYfmz2xfIRC4bosnPFHewTBERWuPs8
"""

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

t0 = 0    #Waktu awal
tn = 450  #dalam waktu 450 hari
ndata = 2500 #Jumlah data

t = np.linspace(t0,tn,ndata)
h = t[2]-t[1]

N = 2500    #Jumlah Populasi
I0 = 25     #Jumlah awal individu terinfeksi
R0 = 3      #Jumlah awal individu sembuh
S0 = N - I0 - R0 #Jumlah awal individu rentan

I = np.zeros(ndata)
```

```

S = np.zeros(ndata)
R = np.zeros(ndata)

I[0] = I0
S[0] = S0
R[0] = R0

beta = 0.5 #Laju Penularan
gamma = 0.2 #Laju Pemulihan

for n in range(0, ndata-1):
    S[n+1] = S[n] - h*beta/N*S[n]*I[n]
    I[n+1] = I[n] + h*beta/N*S[n]*I[n] - h*gamma*I[n]
    R[n+1] = R[n] + h*gamma*I[n]

plt.plot(t,S,label='S')
plt.plot(t,I,label='I')
plt.plot(t,R,label='R')
plt.legend()
plt.show()

```

## PENJELASAN KODE PROGRAM

Kode program yang digunakan untuk mengetahui penyebaran covid-19 model SIR dengan metode euler ini menggunakan library numpy untuk mengoperasikan perhitungan numerik atau matematika dan library matplotlib.pyplot sebagai penampil data dengan berupa visual grafik. Kemudian dengan  $t_0$  sebagai waktu awal atau hari ke-0,  $t_n$  sebagai akhir simulasi atau banyaknya hari yaitu 450 hari, dimana  $t_0$  dan  $t_n$  ini berada di sumbu x. Kemudian dilanjutkan dengan  $ndata$  sebagai sumbu y yang merupakan banyaknya data yang digunakan.

Dilanjut dengan ( $t = \text{np.linspace}(t_0, t_n, ndata)$ ) yang berfungsi untuk menghasilkan Array waktu yang berisi 2.500 titik data secara merata dari hari 0 hingga hari 450. Dengan ( $h = t[2]-t[1]$ ) merupakan jarak antar titik waktu (lebar langkah), ini adalah langkah waktu yang digunakan dalam metode Euler. Kemudian dilanjutkan dengan inisialisasi dari  $N$  yang merupakan jumlah populasi sebanyak 2500,  $I_0$  merupakan banyaknya orang yang terinfeksi yaitu 25 orang,  $R_0$  merupakan banyaknya orang yang sembuh yaitu 3 orang, dan ( $S_0 = N - I_0 - R_0$ ) yang merupakan jumlah awal individu yang rentan, yang dihitung dengan mengurangi jumlah terinfeksi dan sembuh dari total populasi.

Adapun pada ( $I, S, R = \text{np.zeros}(ndata)$ ), SIR pada bagian ini digunakan untuk menyimpan jumlah sesuai data yang dimasukkan sebelumnya pada setiap titik tertentu. Dan ( $\text{np.zeros}(ndata)$ ) untuk membuat panjang  $ndata$  sebanyak 2500 titik yang diinisialisasi dengan 0. Kemudian ( $I[0]$ ,  $S[0]$ ,  $R[0]$ ) merupakan set nilai awal berdasarkan kondisi awal populasi. Selanjutnya dimasukkan pula nilai  $\beta$  sebesar 0.5 yang merupakan laju dari penularan virus menyebar dan  $\gamma$  sebesar 0.2 yang merupakan laju pemulihan.

Digunakan juga persamaan dengan menggunakan metode euler model SIR dengan menggunakan persamaan diferensial yang menjelaskan bagaimana jumlah individu dalam setiap kategori ( $S$ ,  $I$ ,  $R$ ) berubah seiring waktu. Pada  $S$  menunjukkan penurunan jumlah individu rentan karena mereka terinfeksi, pada  $I$  menunjukkan peningkatan jumlah individu yang terinfeksi dari kelompok rentan, dan penurunan dari kelompok yang sembuh, dan pada  $R$  menunjukkan peningkatan jumlah individu yang sembuh dari infeksi.

Terakhir adalah ( $\text{plt.plot}(t, S)$ ,  $\text{plt.plot}(t, I)$ ,  $\text{plt.plot}(t, R)$ ) yang digunakan untuk membuat grafik untuk setiap variabel ( $S$ ,  $I$ ,  $R$ ) terhadap waktu  $t$ . Kemudian ( $\text{plt.legend}()$ ) menampilkan legenda untuk

menunjukkan garis mana yang mewakili S (rentan), I (terinfeksi), dan R (sembuh). Dan `plt.show()` digunakan untuk menampilkan grafik.

Adapun pada kode program yang kedua, keseluruhan kode program sama namun yang membedakan hanya pada laju pemulihan dan laju penularannya saja. Dengan kata lain hanya mengganti nilai  $\beta$  dan  $\gamma$ nya saja.