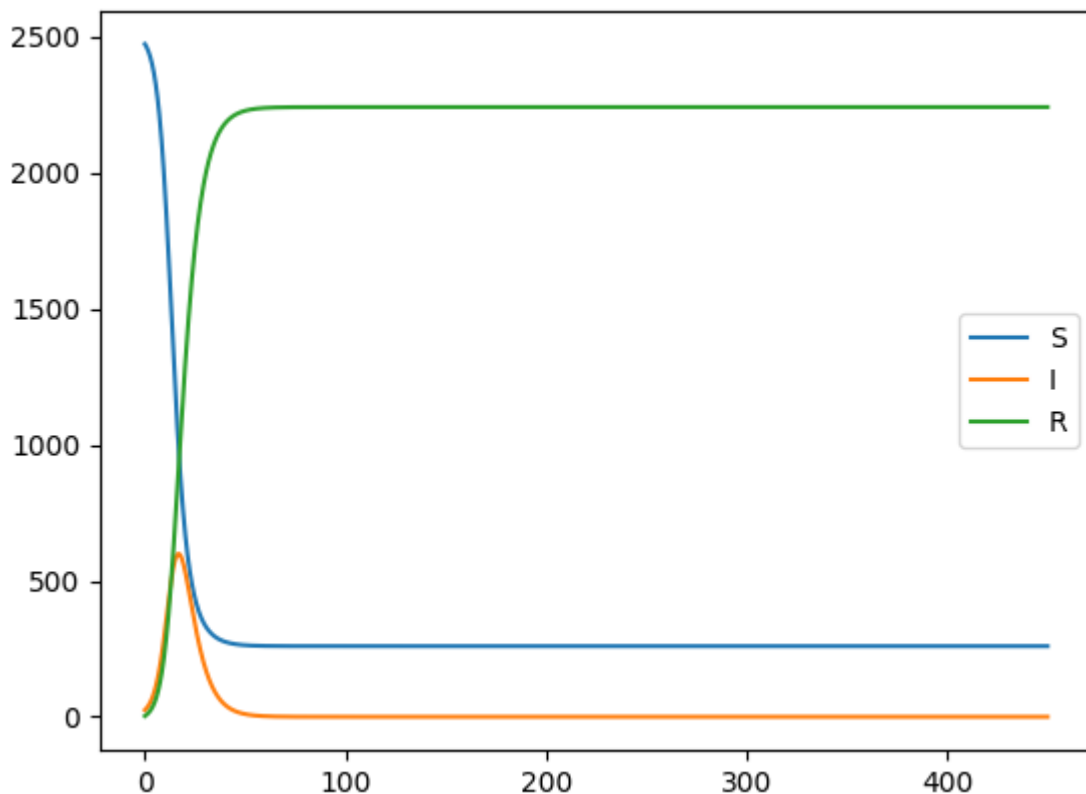


Nama : Ulfah Hasanah

NIM : 1227030036

Analisis grafik penyebaran virus Covid-19!

Grafik penyebaran virus Covid-19 (Variasi 1: Laju penularan sebesar 0,5 dan laju pemulihan 0,2)



Grafik diatas menggambarkan dinamika penyebaran virus COVID-19 berdasarkan model SIR, yang menunjukkan tiga kurva: S (rentan) yang diwakili oleh kurva biru, I (terinfeksi) yang diwakili oleh kurva oranye, dan R (sembuh) yang diwakili oleh kurva hijau. Dari grafik ini, kita bisa menganalisis bagaimana penyakit menyebar dan bagaimana populasi berubah selama waktu yang disimulasikan, yaitu selama 450 hari.

Pada awal simulasi, hampir seluruh populasi masih berada dalam kelompok rentan, sekitar 2472 orang. Namun, seiring berjalannya waktu, jumlah individu yang rentan menurun dengan sangat cepat karena mereka tertular penyakit. Setelah beberapa waktu, kurva ini mendatar, artinya hampir semua individu yang mungkin tertular sudah tertular atau sembuh, dan hanya

sedikit individu rentan yang tersisa. Tidak ada lagi penularan yang signifikan karena kebanyakan orang sudah sembuh.

Sementara itu, pada kurva terinfeksi (I), jumlah individu yang terinfeksi awalnya hanya sedikit, yaitu 25 orang. Jumlah ini kemudian dengan cepat meningkat dan mencapai puncaknya dalam waktu singkat, sekitar 50 hari sejak awal simulasi. Ini menunjukkan penyebaran penyakit yang cepat, kemungkinan disebabkan oleh laju penularan yang tinggi. Setelah mencapai puncak, kurva ini mulai turun dengan cepat karena orang-orang yang terinfeksi mulai sembuh dan pindah ke kelompok sembuh. Pada akhirnya, jumlah orang yang terinfeksi menurun mendekati nol, menunjukkan bahwa epidemi hampir selesai, dan hanya ada sedikit atau bahkan tidak ada orang yang terinfeksi lagi.

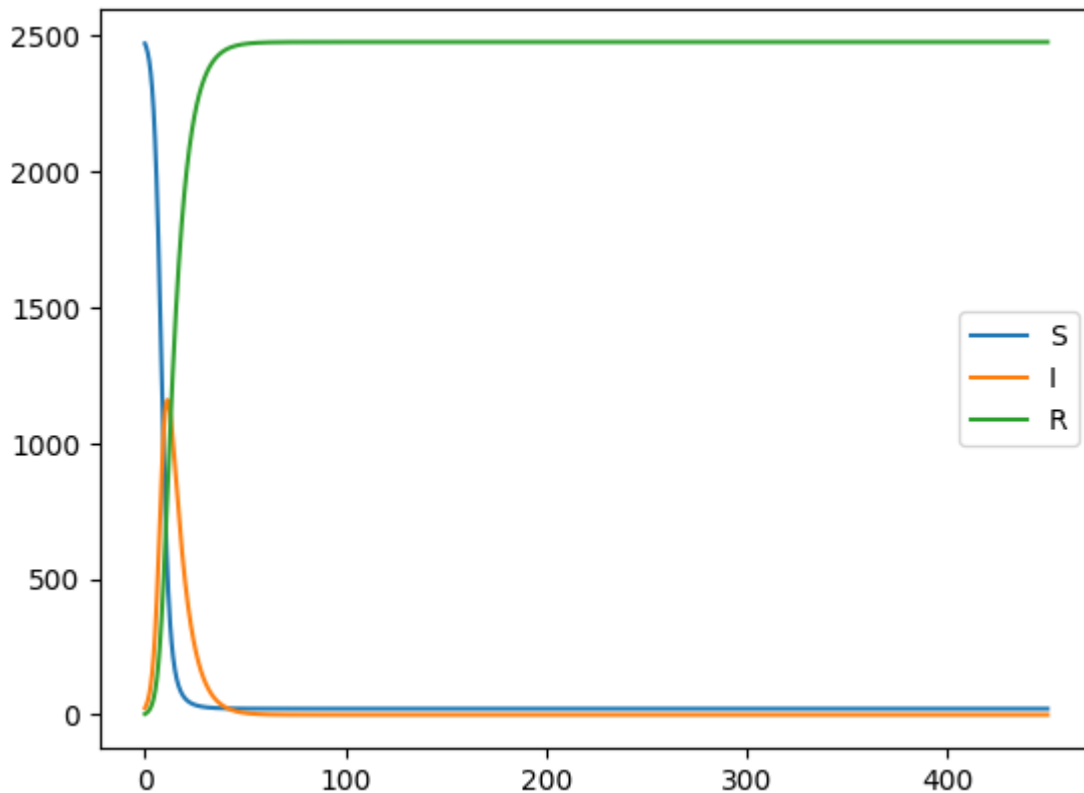
Kurva sembuh (R) pada awalnya menunjukkan bahwa hanya ada sedikit orang yang sembuh, sekitar 3 orang. Namun, seiring waktu, jumlah orang yang sembuh meningkat dengan cepat, terutama setelah puncak infeksi tercapai. Hal ini menunjukkan bahwa banyak orang yang terinfeksi mulai sembuh. Pada akhir simulasi, sebagian besar populasi berada di kelompok sembuh, yang mendekati jumlah populasi total, yaitu sekitar 2500 orang. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar orang dalam populasi telah terinfeksi dan kemudian sembuh.

Grafik ini menunjukkan karakteristik epidemi yang menyebar dengan cepat di awal, dengan peningkatan jumlah infeksi yang sangat cepat. Setelah itu, penyebaran melambat karena semakin banyak orang yang sembuh, dan jumlah individu rentan berkurang drastis. Pada akhirnya, hampir seluruh populasi sembuh, dan penyakit ini tidak menyebar lagi karena jumlah individu rentan sangat sedikit. Grafik ini mencerminkan pola penyebaran virus seperti COVID-19, di mana ada periode infeksi yang cepat dan drastis, diikuti oleh fase pemulihan ketika sebagian besar populasi terinfeksi dan kemudian sembuh. Penyakit ini berhenti menyebar ketika hampir semua orang telah sembuh atau sudah kebal, baik melalui infeksi atau imunisasi.

Nama : Ulfah Hasanah

NIM : 1227030036

Grafik penyebaran virus Covid-19 (Variasi 2: Laju penularan sebesar 0.15 dan laju pemulihan 0.7)



Pada grafik hasil simulasi model SIR, kurva S (rentan) menunjukkan bahwa pada awal simulasi, tepatnya pada hari ke-0, terdapat sekitar 2472 orang yang termasuk dalam kelompok rentan dari total populasi 2500 orang. Ini menggambarkan hampir seluruh populasi belum terinfeksi. Ketika penyakit mulai menyebar, jumlah orang dalam kelompok rentan menurun secara signifikan. Dalam waktu sekitar 30 hari, jumlah orang yang masih rentan berkurang secara drastis menjadi kurang dari 500 orang. Setelah sekitar 50 hari, kurva jumlah orang rentan mendatar di angka sekitar 30 orang, menandakan bahwa hanya sekitar 30 orang yang masih tersisa dalam kelompok rentan, sementara sebagian besar populasi telah tertular atau sembuh.

Kurva I (terinfeksi) memperlihatkan bahwa pada awal simulasi, hanya terdapat 25 orang yang terinfeksi. Namun, jumlah orang yang terinfeksi meningkat tajam selama 30 hari pertama, mencapai puncaknya dengan sekitar 1200 orang terinfeksi pada saat yang sama. Ini berarti sekitar setengah dari total populasi terinfeksi pada puncak wabah. Setelah mencapai puncak,

Nama : Ulfah Hasanah

NIM : 1227030036

jumlah orang yang terinfeksi mulai menurun drastis. Dalam waktu sekitar 50 hari, jumlah orang yang terinfeksi berkurang menjadi kurang dari 100 orang, dan setelah sekitar 60 hari, jumlah orang yang terinfeksi hampir mencapai nol. Pada akhir simulasi, yaitu setelah 450 hari, jumlah orang yang terinfeksi mendekati nol, yang menunjukkan bahwa wabah telah berakhir dan tidak ada lagi infeksi yang signifikan dalam populasi.

Kurva R (sembuh) menunjukkan dinamika yang berbeda. Pada awalnya, hanya ada 3 orang yang sembuh, namun seiring dengan waktu, jumlah orang yang sembuh meningkat tajam, terutama setelah puncak infeksi tercapai. Sekitar 30-40 hari setelah wabah dimulai, jumlah orang yang sembuh sudah melebihi 1000 orang. Setelah 60 hari, mayoritas populasi telah sembuh dengan lebih dari 2300 orang yang masuk ke kelompok sembuh. Pada akhir simulasi, hampir seluruh populasi, sekitar 2470 orang, telah sembuh. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar populasi telah terinfeksi dan kemudian sembuh dari penyakit.

Secara keseluruhan, grafik ini menggambarkan penyebaran cepat virus pada awal epidemi, di mana lebih dari setengah populasi terinfeksi dalam waktu singkat. Namun, laju pemulihan yang cukup cepat menyebabkan penurunan drastis dalam jumlah orang yang terinfeksi setelah mencapai puncaknya. Pada akhir simulasi, hampir seluruh populasi telah sembuh, sementara hanya sedikit yang masih rentan terhadap infeksi.

Nama : Ulfah Hasanah

NIM : 1227030036

Jelaskan algoritma pemrograman yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan di atas!

Algoritma yang digunakan dalam kode ini merupakan metode numerik untuk menyelesaikan model SIR (*Susceptible, Infected, Recovered*) yang digunakan untuk memodelkan penyebaran penyakit menular. Berikut adalah penjelasan algoritma. Berikut penjelasan algoritma kode program yang dipakai:

```
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]
```

Pertama, simulasi dimulai dengan mendefinisikan rentang waktu dari 0 hingga 450 hari, dan 2500 titik data dihasilkan untuk menggambarkan perkembangan penyebaran penyakit dalam rentang waktu tersebut. Dengan menggunakan fungsi `np.linspace`, waktu `t` dibagi menjadi 2500 titik data antara 0 hingga 450 hari. Interval waktu atau langkah (`h`) dihitung sebagai selisih antara dua titik waktu berturut-turut.

```
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
```

Populasi total (`N`) ditentukan sebagai 2500 orang. Pada waktu awal ($t=0$) terdapat 25 individu yang sudah terinfeksi ($I_0 = 25$), 3 individu yang sembuh ($R_0 = 3$), dan sisanya adalah individu yang rentan terhadap penyakit yaitu selisih antara `N` dengan `I0` dan `R0` yaitu 2472 orang. Setelah

Nama : Ulfah Hasanah

NIM : 1227030036

itu tiga array S, I, dan R masing-masing digunakan untuk menyimpan jumlah individu yang rentan, terinfeksi, dan sembuh selama simulasi pada setiap titik waktu. Nilai awal dimasukkan ke dalam elemen pertama dari masing-masing array.

Variasi 1

```
beta = 0.5    #laju penularan  
gamma = 0.2   #laju pemulihan
```

Variasi 2

```
beta = 0.7    #laju penularan  
gamma = 0.15  #laju pemulihan
```

Model S,I, dan R bekerja pada dua parameter penting yaitu beta dan gamma. Beta adalah laju penularan, yang mengukur seberapa sering individu rentan terinfeksi oleh individu terinfeksi. Gamma adalah laju pemulihan, yang menentukan seberapa cepat individu yang terinfeksi pulih dan pindah ke kelompok sembuh. Pada simulasi pertama menggunakan beta sebesar 0,5 dan gamma sebesar 0,2. Sedangkan untuk simulasi kedua menggunakan beta sebesar 0,7 dan gamma sebesar 0,15.

```
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]
```

Setelah inisialisasi hal diatas, lalu akan mulai melakukan perhitungan dari hari pertama hingga hari ke-450 menggunakan metode Euler. Metode Euler adalah cara untuk menyelesaikan persamaan matematika secara bertahap, dari waktu ke waktu.

Pada setiap langkah waktu, akan menghitung:

- Berapa banyak orang rentan yang menjadi terinfeksi berdasarkan interaksi dengan orang yang sakit.
- Berapa banyak orang terinfeksi yang sembuh.
- Berapa banyak orang yang tersisa dalam kelompok rentan, terinfeksi, dan sembuh.

Misalnya, setiap hari akan dihitung berapa banyak orang dari kelompok rentan yang tertular penyakit. Angka ini dihitung berdasarkan jumlah orang sakit dan jumlah orang rentan yang berinteraksi. Orang sakit yang sembuh juga dihitung dan dipindahkan ke kelompok sembuh.

Nama : Ulfah Hasanah

NIM : 1227030036

Setelah perhitungan ini dilakukan untuk setiap hari selama 450 hari, hasil akhirnya adalah grafik yang menunjukkan bagaimana jumlah orang rentan, terinfeksi, dan sembuh berubah seiring waktu. Dari grafik ini, kita bisa melihat bagaimana penyakit menyebar, kapan puncak infeksi terjadi, dan kapan jumlah orang sakit mulai berkurang saat semakin banyak orang yang sembuh. Jadi, algoritma ini menggunakan pendekatan bertahap untuk mensimulasikan penyebaran penyakit, memperbarui jumlah orang di setiap kelompok setiap hari, hingga seluruh jangka waktu selesai. Hasil akhirnya divisualisasikan dalam grafik untuk membantu memahami pola penyebaran dan pemulihan dari penyakit di dalam suatu populasi.