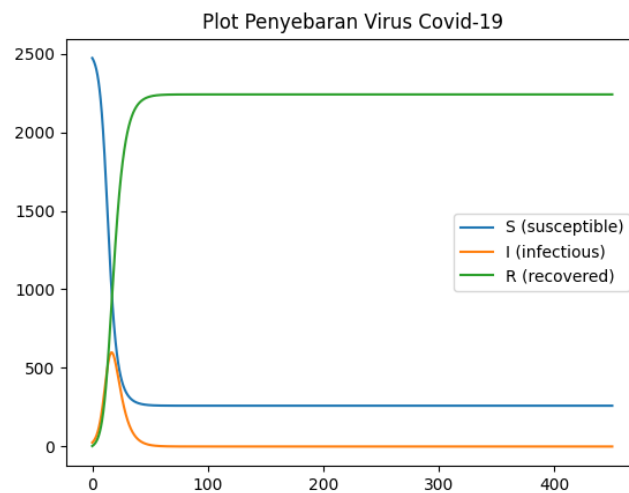


PRAKTIKUM FISIKA KOMPUTASI
MODUL 5 PENYELESAIAN MODEL SIR
MENGGUNAKAN METODE EULER

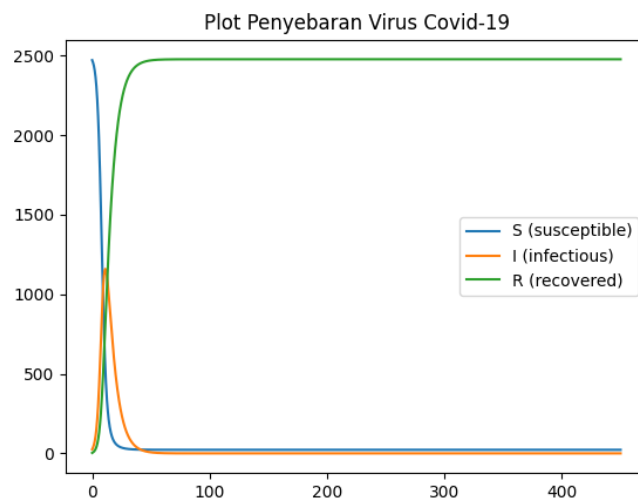
Nama:

AZHAR RIZKY AULIA (1227030008)

1. **Buat grafik penyebaran virus Covid-19 dalam kurun waktu 450 hari dari 2500 penduduk di suatu lingkungan dengan jumlah awal terinfeksi 25 dan jumlah awal sembuh 3. Laju penularan Covid-19 sebesar 0.5 sedangkan laju pemulihan sebesar 0.2!**



2. **Buat grafik dengan laju pemulihan sebesar 0.15 dan laju penularan sebesar 0.7!**



3. Analisis grafik penyebaran virus Covid-19 pada soal 1&2!

Pada simulasi pertama ($\beta = 0,5$ dan $\gamma = 0,2$). Hasil dari plot yang dibuat menunjukkan bahwa jumlah individu yang rentan terinfeksi menurun lebih lambat dibandingkan dengan simulasi kedua, infeksi menyebar lebih lambat dikarenakan laju penularan yang lebih rendah daripada simulasi kedua. Kemudian jumlah individu yang terinfeksi meningkat lebih lambat dibandingkan dengan simulasi kedua, dan mencapai puncak yang lebih rendah dibandingkan dengan simulasi kedua, setelah mencapai puncak jumlah orang yang terinfeksi menurun lebih cepat dibandingkan dengan simulasi kedua, karena laju pemulihannya lebih tinggi. Kemudian jumlah individu yang sembuh meningkat lebih cepat karena laju pemulihannya tinggi.

Pada simulasi kedua ($\beta = 0,7$ dan $\gamma = 0,15$). Hasil dari plot yang dibuat menunjukkan bahwa jumlah individu yang rentan terinfeksi menurun sangat drastis, hal tersebut disebabkan karena laju penularan yang tinggi dibandingkan dengan simulasi pertama. Kemudian jumlah individu yang terinfeksi naik drastis dan dapat dilihat dari grafik bahwa puncak dari plot terinfeksi pada simulasi kedua lebih tinggi daripada puncak dari plot terinfeksi pada simulasi pertama, hal tersebut terjadi karena banyaknya individu yang rentan terinfeksi menjadi terinfeksi. Kemudian jumlah individu yang sembuh meningkat namun lambat tidak seperti pada simulasi pertama, hal tersebut terjadi karena laju pemulihan pada simulasi ini tidak sebesar laju pemulihan yang simulasi pertama.

Jadi perbedaan kedua grafik ini dipengaruhi oleh laju penyebaran dan laju penyembuhan yang digunakan, semakin besar laju penyebaran maka plot grafik individu yang terinfeksi akan semakin tinggi, dan semakin besar laju penyembuhan maka plot grafik individu yang sembuh akan meningkat semakin cepat. 004Eamun, kedua grafik yang telah dibuat ini berhasil dan benar sesuai dengan rumus atau metode euler, dimana plot grafik individu yang rentan terinfeksi akan terus menurun seiring waktu, kemudian plot grafik individu yang terinfeksi akan naik hingga mencapai puncak tertentu lalu akan turun seiring berjalannya waktu, dan plot grafik individu yang sembuh akan selalu naik seiring berjalannya waktu.

4. Jelaskan algoritma pemrograman yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan di atas!

Algoritma pemrograman ini menggunakan metode Euler untuk menyelesaikan persamaan diferensial dalam model SIR (Susceptible Infectious Recovered). Pertama, parameter seperti waktu, populasi awal, laju penularan (β), dan laju pemulihan (γ) diinisialisasi. Nilai populasi awal untuk setiap kategori (rentan, terinfeksi, sembuh) disimpan dalam array. Kemudian, terdapat perulangan dari 0 sampai jumlah ndata-1, program akan memperbarui nilai populasi menggunakan metode Euler, di mana setiap nilai baru dihitung berdasarkan nilai sebelumnya dan perubahan yang dihitung dari persamaan diferensial. Setelah itu, hasilnya diplot untuk menggambarkan dinamika penyebaran penyakit seiring waktu. Hasil plotting grafiknya adalah nilai S selalu menurun, nilai I naik kemudian turun, dan nilai R selalu naik.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

Kode program ini berfungsi untuk mengimport library yang akan digunakan pada kode program, numpy berfungsi untuk perhitungan numerik, dan matplotlib berfungsi untuk membuat plot grafik sebagai visualisasi data.

```
t0 = 0 # waktu awal
tn = 450 # waktu dalam 450 hari
ndata = 2500 # jumlah data
```

Kode ini adalah pendefinisian awal variabel yang digunakan dalam kode program, t_0 sebagai waktu awal yaitu 0, kemudian t_n sebagai rentang waktu yang akan diukur disini digunakan rentang 450 hari, kemudian terdapat $ndata$ sebagai jumlah data yaitu 2500 data sesuai dengan jumlah populasi.

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

Kode ini berfungsi untuk membuat array berisi rentang waktu dari hari ke-0 sampai hari ke-450 dengan total 2500 titik. Kemudian h merupakan selisih waktu antara titik data, nilai ini didapatkan dengan menghitung selisih dua nilai pada array t .

```
N = 2500 # jumlah populasi
I0 = 25 # jumlah awal individu terinfeksi
R0 = 3 # jumlah awal individu sembuh
S0 = N - I0 - R0 # jumlah awal individu rentan
```

Kode ini berfungsi untuk mendefinisikan variabel yang digunakan dalam kode program, N sebagai jumlah populasi yang berjumlah 2500, kemudian I_0 sebagai jumlah awal individu yang terinfeksi, kemudian R_0 sebagai jumlah awal individu yang sembuh, kemudian S_0 sebagai jumlah awal individu yang rentan terinfeksi didapat dengan melakukan perhitungan.

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

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

Kode ini berfungsi untuk membuat array I , S , dan R yang berfungsi untuk menyimpan nilai SIR di setiap titik waktu. Kemudian variabel $I[0]$, $S[0]$, dan $R[0]$ diisi dengan nilai I_0 , S_0 , dan R_0 yang didefinisikan sebelumnya.

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

Kode ini berfungsi untuk mendefinisikan laju penularan yang disimpan dengan nama variabel β , dan laju pemulihan yang disimpan dengan nama variabel γ .

```
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]
```

Kode ini merupakan perulangan menggunakan fungsi for, maka perulangan ini akan berjalan dari 0 sampai 2499. Didalam perulangan ini berisi perhitungan yaitu, $S[n+1]$ untuk menghitung jumlah orang yang rentan terinfeksi. Kemudian $I[n+1]$ berfungsi untuk menghitung jumlah orang yang terinfeksi. Kemudian $R[n+1]$ berfungsi untuk menghitung jumlah orang yang sembuh.

```
plt.plot(t, S, label='S (susceptible)')  
plt.plot(t, I, label='I (infectious)')  
plt.plot(t, R, label='R (recovered)')  
plt.title("Plot Penyebaran Virus Covid-19")  
plt.legend()  
plt.show()
```

Kode ini berfungsi untuk membuat plot grafik, $\text{plt.plot}(t, S)$ berfungsi untuk membuat plot orang yang rentan terinfeksi seiring waktu, $\text{plt.plot}(t, I)$ berfungsi untuk membuat plot orang yang terinfeksi seiring waktu, dan $\text{plt.plot}(t, R)$ berfungsi untuk membuat plot orang yang sembuh seiring waktu. Jadinya hasil dari plot grafik ini terdapat 3 plot garis yaitu, rentan, terinfeksi, dan sembuh. Kemudian plot grafik ditampilkan menggunakan kode $\text{plt.show}()$.