

Modul 5

PENYELESAIAN MODEL SIR MENGGUNAKAN METODE EULER

Moch. Alldho Candra Ramadhan

1227030020

No. 1

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

t0 = 0          # waktu awal
tn = 450        # dalam waktu 300 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

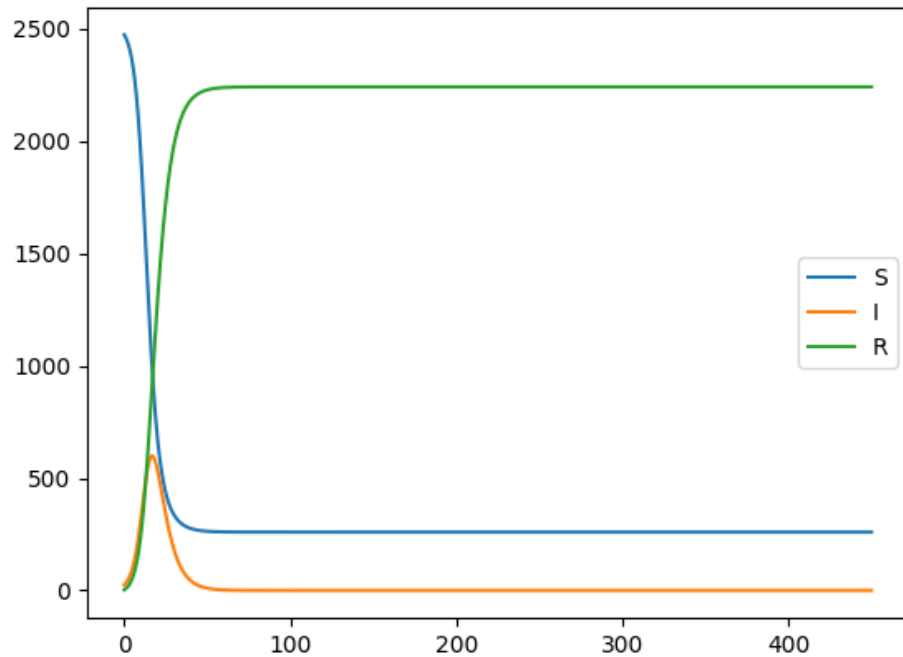
I = np.zeros(ndata)
S = np.zeros(ndata)
R = np.zeros(ndata)

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()
```



No. 2

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

t0 = 0                # waktu awal
tn = 450              # dalam waktu 300 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 = 0.7            # laju penularan
gamma = 0.15          # laju pemulihan

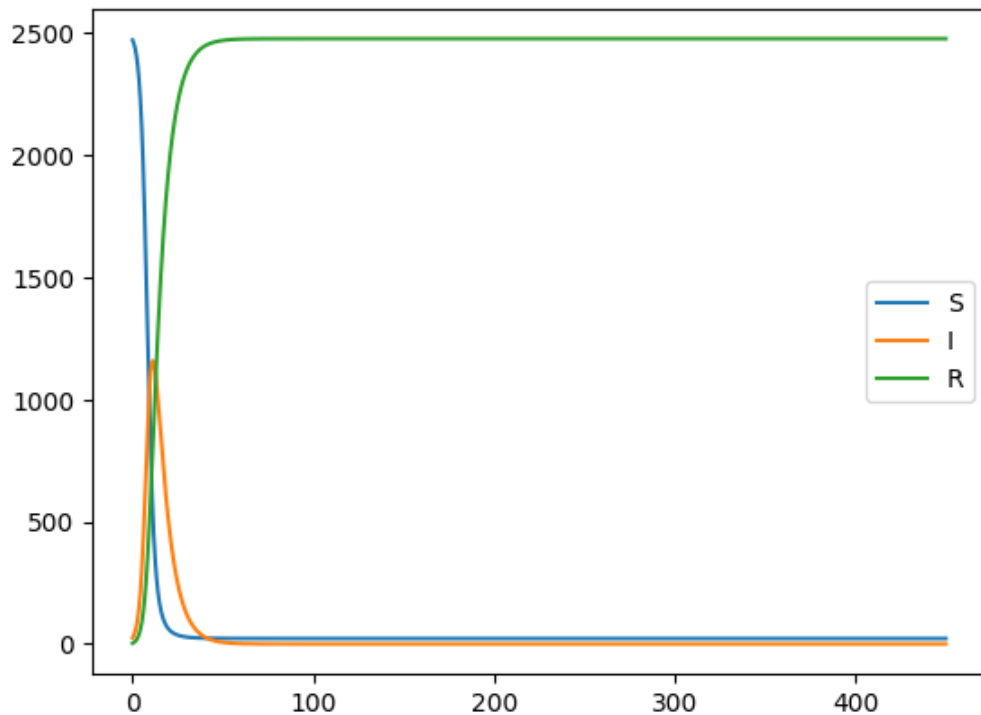
for n in range(0, ndata-1):
    S[n+1] = S[n] - h*beta/N*S[n]*I[n]
```

```

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()

```



No. 3

Grafik 1

Grafik model SIR menunjukkan tiga hal utama:

1. Rentan (S): Jumlah orang rentan menurun tajam seiring penyebaran infeksi hingga mendatar saat hampir semua sudah terinfeksi atau sembuh.
2. Terinfeksi (I): Jumlah infeksi meningkat cepat, mencapai puncak, lalu menurun karena semakin banyak yang sembuh.
3. Sembuh (R): Jumlah yang sembuh terus naik hingga mayoritas populasi pulih.

Kesimpulan: Infeksi menyebar cepat, tetapi berkurang seiring pemulihan, dan epidemi berakhir saat mayoritas orang sembuh.

Grafik 2

Analisis grafik penyebaran COVID-19 dengan **laju penularan (beta) lebih tinggi** dan **laju pemulihan (gamma) lebih rendah** menunjukkan perubahan signifikan.

1. Kurva Susceptible (S): Jumlah individu rentan menurun lebih cepat karena penularan lebih agresif ($\beta = 0.7$), menunjukkan virus menyebar lebih cepat dibandingkan sebelumnya.
2. Kurva Infectious (I): Puncak infeksi lebih tinggi dan tajam karena infeksi menyebar cepat dan individu terinfeksi bertahan lebih lama akibat pemulihan yang lebih lambat ($\gamma = 0.15$).
3. Kurva Recovered (R): Meski jumlah individu yang sembuh meningkat, proses pemulihan lebih lambat dibandingkan model sebelumnya.

Kesimpulan: Dengan penularan yang lebih cepat dan pemulihan lebih lambat, lebih banyak orang terinfeksi dalam waktu singkat, membuat puncak wabah lebih parah dan memperpanjang durasi infeksi di populasi.

No. 4

Algoritma dalam pemrograman ini merupakan implementasi numerik dari model SIR (Susceptible-Infectious-Recovered), yang digunakan untuk memodelkan penyebaran penyakit menular. Model SIR membagi populasi menjadi tiga kelompok:

1. S (Susceptible): Individu yang rentan terhadap infeksi.
2. I (Infectious): Individu yang terinfeksi dan dapat menularkan.
3. R (Recovered): Individu yang sembuh dan kebal.

Langkah-langkah Algoritma:

1. Inisialisasi:
 - Rentang waktu ditetapkan dari 0 hingga 450 hari dengan 2500 titik waktu.
 - Populasi total (N) adalah 2500, dengan 25 individu terinfeksi awalnya dan 3 individu sembuh. Sisanya adalah rentan (S_0).
2. Penentuan Variabel:
 - Array S, I, dan R diinisialisasi dengan panjang sesuai dengan jumlah titik waktu, dengan nilai awal masing-masing sesuai populasi.
3. Parameter:
 - Beta (laju penularan) diatur ke 0.5, dan Gamma (laju pemulihan) diatur ke 0.2.
4. Iterasi dengan Metode Euler:
 - Persamaan diferensial diselesaikan menggunakan metode eksplisit Euler, memperbarui nilai S, I, dan R di setiap langkah waktu berdasarkan laju penularan dan pemulihan.
5. Visualisasi:
 - Grafik dari populasi S, I, dan R diplot untuk menunjukkan dinamika penyebaran penyakit dalam populasi.

Kesimpulan:

Algoritma ini menggunakan metode numerik Euler untuk menghitung perubahan dalam kelompok populasi berdasarkan model SIR, menghasilkan kurva penyebaran penyakit dari waktu ke waktu.