

Tugas 3 Model SIR dengan Pengaruh Kematian dan Kelahiran

Github: [ceriamalika](#)

Modelnya:

❖ Variabel

- S (Susceptible) = Jumlah individu yang rentan
 I (Infected) = Jumlah individu yang terinfeksi
 R (Recovered) = Jumlah individu yang telah sembuh

❖ Parameter

- α = Angka kelahiran
 σ = Angka kematian alami
 β = Laju penularan
 γ = Laju kesembuhan

Populasi adalah $N = S + I + R$

$$\frac{dS}{dt} = \alpha N - \frac{\beta SI}{N} - \sigma S$$

Jumlah individu yang rentan akan bertambah melalui kelahiran kemudian turun karena individu yang terinfeksi dan akibat kematian alami.

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I - \sigma I$$

Jumlah individu terinfeksi bertambah karena individu dari kelompok rentan tertular menjadi I kemudian berkurang karena individu yang sembuh dan kematian alami individu yang disebabkan sudah terinfeksi.

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I - \sigma R$$

Jumlah individu sembuh bertambah karena dari individu yang terinfeksi berpindah ke kelompok R kemudian berkurang karena kematian alami individu yang telah sembuh.

Codingan:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import odeint

# Parameter
N = 1000 # Total populasi
alpha = 0.02 # Laju kelahiran
beta = 0.2 # Laju infeksi
gamma = 0.1 # Laju pemulihan
sigma = 0.01 # Laju kematian

# Kondisi Awal
I0 = 1 # Individu yang terinfeksi pada awal
S0 = N - 1 # Semua individu rentan kecuali 1 yang terinfeksi
R0 = 0 # Tidak ada yang sembuh pada awalnya

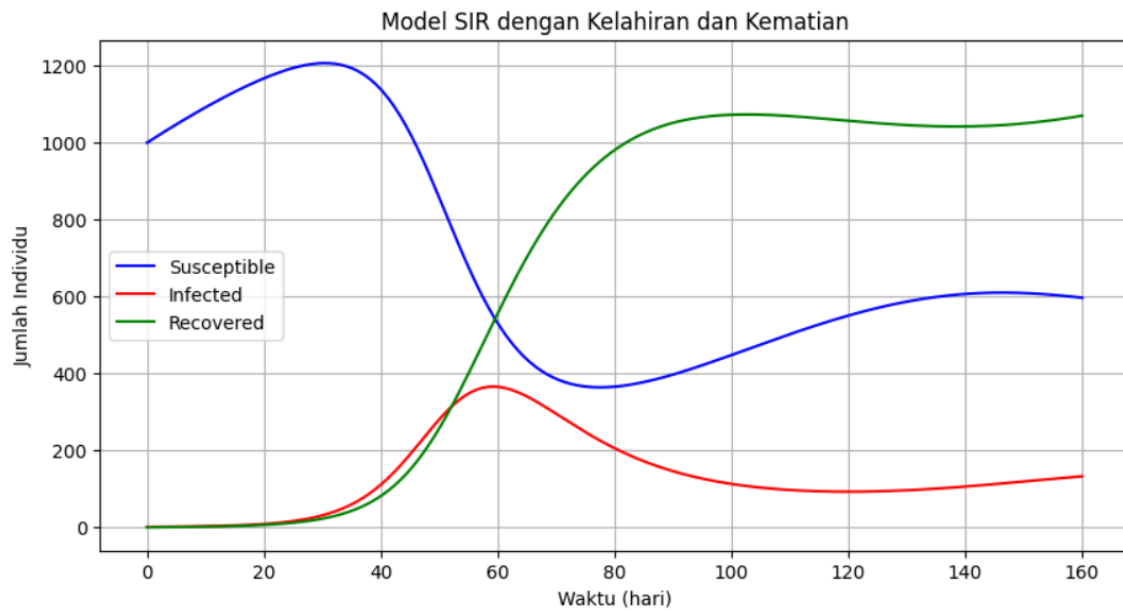
# Waktu simulasi (dalam hari)
t = np.linspace(0, 160, 160) # Simulasi selama 160 hari

# Model SIR
def sir_birth_death(y, t, alpha, beta, gamma, sigma, N):
    S, I, R = y
    dSdt = alpha * N - (beta * S * I / N) - sigma * S
    dIdt = (beta * S * I / N) - gamma * I - sigma * I
    dRdt = gamma * I - sigma * R
    return [dSdt, dIdt, dRdt]

# Menyelesaikan sistem persamaan diferensial
y0 = [S0, I0, R0]
solution = odeint(sir_birth_death, y0, t, args=(alpha, beta, gamma, sigma, N))
S, I, R = solution.T

# Plot hasil simulasi
plt.figure(figsize=(10,5))
plt.plot(t, S, label="Susceptible", color='blue')
plt.plot(t, I, label="Infected", color='red')
plt.plot(t, R, label="Recovered", color='green')
plt.xlabel("Waktu (hari)")
plt.ylabel("Jumlah Individu")
plt.title("Model SIR dengan Kelahiran dan Kematian")
plt.legend()
plt.grid()
plt.show()
```

Grafiknya:



Penjelasan:

Pada kondisi awal jumlah individu yang terinfeksi 1 maka jumlah individu yang sembuh belum ada dan jumlah yang rentan sangat tinggi. Kemudian sekitar hari ke-55, ketika jumlah individu yang terinfeksi berada dipuncak, jumlah individu yang rentan menurun dan jumlah individu yang sembuh meningkat cukup pesat. Pada periode ini, penyebaran infeksi akan melambat setelahnya.

Setelah hari ke-100, perubahan jumlah populasi pada setiap kelompoknya mulai melambat dan stabil. Ini menunjukkan bahwa laju infeksi sudah berkurang, dan orang baru yang lahir atau masuk ke populasi tidak langsung terinfeksi. Kemudian penyakit tidak sepenuhnya hilang, tetapi penyebarannya tidak lagi signifikan. Populasi yang sembuh mencapai titik tinggi dan mulai mendatar, menandakan bahwa sebagian besar individu sudah sembuh dan memiliki kekebalan.