

Simulasi Model SIR dengan Kelahiran dan Kematian

Definisi:

Model SIR adalah model matematika yang menggambarkan dinamika penyebaran penyakit menular dengan membagi populasi manusia menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok individu Susceptible (rentan terhadap penyakit), kelompok individu Infective (terinfeksi penyakit), dan kelompok individu Recovered (sembuh dari penyakit). Jika kita memasukkan faktor **kelahiran dan kematian**, model ini menjadi lebih realistis untuk populasi yang berkembang dan mengalami dinamika alami.

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= \alpha N - \frac{\beta SI}{N} - \sigma S \\ \frac{dI}{dt} &= \frac{\beta SI}{N} - \gamma I - \sigma I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I - \sigma I\end{aligned}$$

Codingan Menggunakan Python:

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

# Parameter model
beta = 0.2 # Laju infeksi
gamma = 1/10 # Laju pemulihan (1/gamma = 10 hari)
alpha = 0.01 # Angka kelahiran
sigma = 0.005 # Angka kematian alami
N = 1000 # Total populasi awal

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

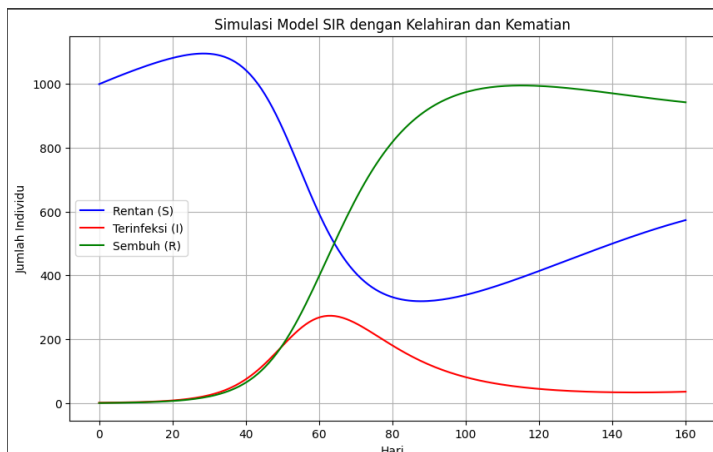
# Waktu simulasi (dalam hari)
t = np.linspace(0, 160, 160)

# Model SIR dengan kelahiran dan kematian alami
def sir_model(y, t, N, beta, gamma, alpha, sigma):
    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_model, y0, t, args=(N, beta, gamma, alpha, sigma))
S, I, R = solution.T

# Plot hasil simulasi
plt.figure(figsize=(10,6))
plt.plot(t, S, label='Rentan (S)', color='blue')
plt.plot(t, I, label='Terinfeksi (I)', color='red')
plt.plot(t, R, label='Sembuh (R)', color='green')
plt.xlabel('Hari')
plt.ylabel('Jumlah Individu')
plt.title('Simulasi Model SIR dengan Kelahiran dan Kematian')
plt.legend()
plt.grid()
plt.show()
```

Grafik :



Kesimpulan :

Model SIR dengan faktor kelahiran dan kematian alami menunjukkan bahwa dinamika penyebaran penyakit dalam suatu populasi tidak hanya dipengaruhi oleh laju infeksi dan pemulihan, tetapi juga oleh perubahan jumlah populasi secara alami.

- Jika kelahiran lebih besar dari kematian ($\alpha < \sigma$), populasi tetap bertambah meskipun ada virus penyakit.
- Jika kematian lebih besar dari kelahiran ($\sigma > \alpha$), populasi bisa menurun akibat kombinasi kematian alami dan penyakit.
- Jika kelahiran dan kematian seimbang ($\alpha = \sigma$), populasi tetap stabil dan infeksi akan mereda setelah beberapa waktu.

Model ini lebih realistis dibandingkan model SIR yang tanpa Kelahiran dan Kematian karena model SIR ini mencerminkan perubahan populasi secara alami.

- Infeksi pada akhirnya akan berkurang, tetapi efeknya tergantung pada keseimbangan antara infeksi, pemulihan, dan kematian.