

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini, dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu

1. Model kontrol optimal untuk epidemi *SIR* pada penyakit menular dengan kontrol pengobatan (u_1) terhadap populasi individu yang terinfeksi dan kontrol kampanye edukasi (u_2) terhadap populasi individu yang tertular oleh penyakit adalah sebagai berikut:

$$J(u_1, u_2) = \int_0^T (A_1 I + A_2 \frac{u_1^2}{2} + A_3 \frac{u_2^2}{2}) dt \quad (4.1.1)$$

dengan kendala

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= AN - \beta S - \lambda \frac{S}{N} I + \mu R - u_2 S \\ \frac{dI}{dt} &= \lambda \frac{S}{N} I - (\alpha + \beta + \gamma) I - u_1 I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I - (\beta + \mu) R + u_1 I + u_2 S \end{aligned} \quad (4.1.2)$$

dan dengan nilai awal $S(0), I(0), R(0) \geq 0$.

2. Dengan menggunakan prinsip minimum *Pontryagin*, diperoleh kontrol

optimal sebagai berikut:

$$u_1^* = \begin{cases} 0, & \text{jika } \frac{(z_2 - z_3)I}{A_2} < 0 \\ \frac{(z_2 - z_3)I}{A_2}, & \text{jika } 0 \leq \frac{(z_2 - z_3)I}{A_2} \leq 1 \\ 1, & \text{jika } \frac{(z_2 - z_3)I}{A_2} > 1 \end{cases} \quad (4.1.3)$$

$$u_2^* = \begin{cases} 0, & \text{jika } \frac{(z_1 - z_3)S}{A_3} < 0 \\ \frac{(z_1 - z_3)S}{A_3}, & \text{jika } 0 \leq \frac{(z_1 - z_3)S}{A_3} \leq 1 \\ 1, & \text{jika } \frac{(z_1 - z_3)S}{A_3} > 1 \end{cases} \quad (4.1.4)$$

atau dapat ditulis sebagai berikut:

$$u_1^* = \min \left\{ \max \left(0, \frac{z_2 - z_3}{A_2} I \right), 1 \right\} \quad (4.1.5)$$

$$u_2^* = \min \left\{ \max \left(0, \frac{z_1 - z_3}{A_3} S \right), 1 \right\}. \quad (4.1.6)$$

3. Hasil simulasi menunjukkan bahwa strategi kombinasi kontrol pengobatan (u_1) dan kontrol kampanye edukasi (u_2) merupakan strategi paling optimal, jumlah terinfeksi ditekan paling cepat, populasi rentan menurun secara moderat dan stabil, serta populasi sembuh meningkat signifikan. Tanpa kontrol, infeksi menyebar dengan cepat dan luas, menyebabkan populasi rentan menurun drastis dan jumlah kasus terinfeksi melonjak tajam dalam waktu yang lama, sementara jumlah sembuh bertambah lambat. Ketika hanya kontrol edukasi (u_2) saja yang diterapkan, jumlah populasi rentan turun drastis diawal sedangkan jumlah populasi sembuh melonjak tinggi karena edukasi

melambatkan penularan sehingga infeksi tetap terjadi secara lambat dalam jangka panjang. Sebaliknya, jika hanya kontrol pengobatan (u_1) saja yang diterapkan, maka jumlah populasi terinfeksi menurun drastis dalam waktu singkat karena individu cepat sembuh, yang juga berdampak pada jumlah populasi rentan yang tetap tinggi karena infeksi tidak sempat menyebar luas, namun jumlah sembuh tidak sebesar pada skenario edukasi saja karena infeksi berhasil ditekan lebih awal.

4.2 Saran

Pada penelitian ini membahas kontrol optimal model epidemi *SIR* dengan kontrol pengobatan dan kontrol kampanye edukasi yang dapat mengurangi populasi terinfeksi. Pada penelitian selanjutnya, model dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan penambahan kontrol lain, seperti vaksinasi, karantina, atau mobilitas individu. Ini dapat menjadi perluasan studi yang menarik untuk melihat efektivitas strategi multi-kontrol dalam skenario nyata.