

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan simulasi numerik yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Model penyebaran penyakit tuberkulosis tanpa faktor kontrol (3.1) memiliki dua titik kesetimbangan, titik kesetimbangan bebas penyakit yang dapat dilihat pada persamaan (3.8), dan titik kesetimbangan endemik yang dapat dilihat pada persamaan (3.16).
2. Kestabilan titik-titik kesetimbangan tersebut dapat ditentukan menggunakan kriteria Hurwitz, dan simulasi numerik pada subbab 4.1 memberikan satu contoh kasus di mana titik kesetimbangan bebas penyakit tersebut stabil, dan satu contoh kasus di mana titik kesetimbangan endemik tersebut stabil.
3. Model (3.1) dapat dikembangkan dengan menambahkan faktor kontrol u , yang merupakan kontrol pengobatan per satuan waktu. Kontrol yang optimal dapat ditentukan dengan prinsip Pontryagin.
4. Berdasarkan simulasi numerik pada model penyebaran penyakit tuberkulosis dengan faktor kontrol (3.26), subpopulasi manusia terinfeksi dan subpopulasi manusia yang terpapar penyakit tuberkulosis mengalami penurunan yang cukup signifikan, namun penurunan tersebut tidak disertai dengan kenaikan yang signifikan pada kompartemen-kompartemen lainnya yaitu S , E_1 , T , dan R , sehingga penambahan faktor kontrol pada model ini dapat dikatakan berhasil.
5. Berdasarkan simulasi numerik pengaruh bobot relatif biaya yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai bobot relatif biaya, kontrol yang dilakukan semakin kurang optimal. Sebaliknya, jika nilai bobot relatif biaya semakin kecil, kontrol yang dilakukan semakin optimal.

5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, penulis menyarankan diperhitungkannya bentuk-bentuk pengobatan dan/atau pencegahan lainnya dalam model, misalnya vaksinasi (untuk individu-individu rentan maupun terpapar penyakit) dan/atau kontrol pengobatan berjangka.

DAFTAR REFERENSI

- [1] WHO (2018) Tuberculosis. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis>. 29 Mei 2021.
- [2] WHO (2016) Global tuberculosis report. <https://www.who.int/tb/country/data/profiles/en/>. 29 Mei 2021.
- [3] Khan, M. A., Ahmad, M., Ullah, S., Farooq, M., dan Gul, T. (2019) Modeling the transmission dynamics of tuberculosis in Khyber Pakhtunkhwa Pakistan. *Advances in Mechanical Engineering*, **11(6)**, 1–13.
- [4] Adi, Y. A. (2021) A within-host tuberculosis model using optimal control. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*, **5**, 162–170.
- [5] Nainggolan, J., Iswar, F., dan Abraham (2019) Kontrol optimal pada penyebaran tuberkulosis dengan exogenous reinfection. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, **16**, 42–50.
- [6] Boyce, W. E., DiPrima, R. C., dan Meade, D. B. (2021) *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*, 10th edition. John Wiley & Sons, Massachusetts.
- [7] Strogatz, S. H. (2018) *Nonlinear dynamics and chaos with student solutions manual: With applications to physics, biology, chemistry, and engineering*, 2nd edition. CRC press, New York.
- [8] Bavafa-Toosi, Y. (2017) *Introduction to Linear Control Systems*, 1st edition. Elsevier Science, Oxford.
- [9] Ma, Z. dan Li, J. (2009) *Dynamical Modeling and Analysis of Epidemics*, 1st edition. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.
- [10] Widyaningsih, P., Saputro, D., dan Nugroho, A. (2018) Susceptible exposed infected recovery (SEIR) model with immigration: Equilibria points and its application. *AIP Publishing LLC*, **2014**, 020165.
- [11] Side, S., Sanusi, W., dan Setiawan, N. F. (2016) Analisis dan simulasi model SITR pada penyebaran penyakit tuberkulosis di kota Makassar. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, **5**, 191–204.
- [12] van den Driessche, P. dan Watmough, J. (2002) Reproduction numbers and sub-threshold endemic equilibria for compartmental models of disease transmission. *Mathematical Biosciences*, **180**, 29–48.