

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan simulasi numerik yang telah dilakukan, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Model penyebaran virus komputer dengan faktor kontrol  $(u_1, u_2, u_3)$  memiliki tiga titik kesetimbangan. Titik kesetimbangan pertama merupakan titik kesetimbangan bebas virus saat hanya terdapat populasi komputer yang sudah dipasang anti-virus  $E_0 = (0, 0, 0, T)$ , titik kesetimbangan kedua  $E_1 = (0, 0, 0, T)$  merupakan titik kesetimbangan bebas virus saat hanya terdapat populasi komputer rentan, sedangkan titik kesetimbangan ketiga merupakan titik kesetimbangan adanya virus  $E_2 = \left( \frac{u_2(t)}{\beta}, \frac{T-u_2(t)/\beta}{1+u_2(t)/\sigma}, \frac{T-u_2(t)/\beta}{1+\sigma/u_2(t)}, 0 \right)$ . Titik kesetimbangan  $E_0$  bersifat stabil, serta titik kesetimbangan  $E_1$  dan  $E_2$  bersifat tidak stabil.
2. Dari simulasi numerik untuk penyebaran virus komputer tanpa faktor kontrol, dengan membandingkan 4 kasus yang berbeda, dapat disimpulkan bahwa berkurangnya populasi komputer terinfeksi lebih dipengaruhi oleh parameter laju komputer terinfeksi menjadi komputer *anti-dotat* dibandingkan dengan parameter proporsi transisi komputer yang diperbaiki.
3. Kontrol optimal dari model penyebaran virus komputer dengan pengaruh faktor kontrol pemasangan anti-virus pada komputer yang sudah terkena virus  $u_1$ , kontrol perbaikan komputer yang sudah terkena virus  $u_2$ , dan kontrol pemasangan anti-virus pada komputer yang belum terkena virus  $u_3$  adalah :

$$\begin{aligned} u_1^*(t) &= \max \left\{ \min \left\{ \frac{1}{2C_1} A^* I^* (\lambda_2 - \lambda_4), \Lambda \right\}, 0 \right\}, \\ u_2^*(t) &= \max \left\{ \min \left\{ \frac{1}{2C_2} I^* (\lambda_2 - \lambda_3), \Lambda \right\}, 0 \right\} \\ u_3^*(t) &= \max \left\{ \min \left\{ \frac{1}{2C_3} S^* A^* (\lambda_1 - \lambda_4), \Lambda \right\}, 0 \right\} \end{aligned}$$

4. Berdasarkan simulasi numerik pada model tanpa kontrol dan dengan kontrol, dapat dilihat bahwa jumlah populasi komputer rentan dengan kontrol akan lebih besar dibandingkan dengan jumlah komputer rentan saat tidak diberikan kontrol. Jumlah populasi komputer terinfeksi virus dengan kontrol akan lebih sedikit dibandingkan jumlah populasi komputer terinfeksi saat tidak diberikan kontrol. Jumlah populasi komputer yang telah dipasang anti-virus akan terus meningkat saat diberikan kontrol sehingga jaringan akan dipenuhi oleh komputer yang telah terpasang anti-virus.
5. Dari simulasi numerik yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa bobot relatif biaya sangat mempengaruhi penerapan sebuah faktor kontrol. Semakin besar bobot relatif biaya pada suatu faktor kontrol, maka kontrol tersebut akan semakin sedikit diterapkan dalam pengendalian penyebaran virus komputer pada sebuah jaringan.

## 5.2 Saran

Untuk pengembangan skripsi lebih lanjut, dapat dilakukan dengan menambahkan waktu tunda pada model penyebaran virus komputer dalam sebuah jaringan. Dimana waktu tunda digunakan untuk menggambarkan fakta bahwa sebuah komputer mungkin tidak dapat langsung menularkan hingga beberapa waktu setelah terinfeksi.

## DAFTAR REFERENSI

- [1] Ardiansyah, I., Cucu Suhery (2014) Pengembangan antivirus menggunakan metode heuristic ganda dan sistem realtime protector serta perbandingannya dengan antivirus lokal. *Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, **2**, 10–18.
- [2] Pamungkas, P. D. A. (2018) Analisis cara kerja sistem infeksi virus komputer. *Bina Insani ICT Journal*, **1**, 15–40.
- [3] J.R.C. Piqueira, V. A. (2009) A modified epidemiological model for computer viruses. *Applied Mathematics and Computation*, **213**, 355–360.
- [4] Norton, P. dan Nielsen, P. (1992) *Inside the Norton Antivirus*. Brady.
- [5] Cohen, F. B. dan Cohen, D. F. (1994) *A short course on computer viruses*. John Wiley & Sons, Inc.
- [6] Salim, H. (1990) Virus komputer: teknik pembuatan dan langkah-langkah penanggulangannya. CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- [7] Shadewa, A. (2006) Rahasia membuat antivirus menggunakan visual basic. Yogyakarta: Penerbit DSI Publishing.
- [8] DiPrima, R. C. dan Boyce, W. E. (2009) *Elementary Differential Equations and Boundary Problems*, 8th edition. John Wiley and Sons, Inc, United States.
- [9] Budhi, W. S. (2001) *Kalkulus peubah banyak dan penggunaannya*. ITB, Bandung.
- [10] Li, J. dan Ma, Z. (2009) *Dynamical Modeling and Analysis of Epidemics*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.
- [11] Tu, P. N. (2012) *Dynamical systems: an introduction with applications in economics and biology*. Springer Science & Business Media.
- [12] Wainwright, K. dan Chiang, C. A. (2005) *Fundamental methods of mathematical economics*. Boston, Mass.: McGraw-Hill/Irwin,.
- [13] Chunming Zhang, Q. Z., Xiaofan Yang (2011) An optimal control model for computer viruses. *Information and Computational Science*, **13**, 2587–2596.