

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Model matematika penyebaran COVID-19 dengan adanya vaksinasi dan migrasi disajikan pada model berikut ini:

$$\begin{aligned} \frac{dS(t)}{dt} &= \Pi N + m_1 N - \frac{(1-\gamma)\eta S(\zeta_{se}E + \zeta_{si}I + \zeta_{sa}A)}{N} - (\mu + m_2 + \gamma\varepsilon)S \\ \frac{dV(t)}{dt} &= \gamma\varepsilon S - \frac{kV(\zeta_{ve}E + \zeta_{vi}I + \zeta_{va}A)}{N} - (\mu + m_2)V \\ \frac{dE(t)}{dt} &= \frac{(1-\gamma)\eta S(\zeta_{se}E + \zeta_{si}I + \zeta_{sa}A)}{N} + \frac{kV(\zeta_{ve}E + \zeta_{vi}I + \zeta_{va}A)}{N} - \\ &\quad (\theta\varpi + \sigma\alpha + \mu + m_2 + \omega - \theta\omega - \sigma\omega)E \\ \frac{dA(t)}{dt} &= \theta\varpi E - (\tau + \mu + m_2)A \\ \frac{dQ(t)}{dt} &= \sigma\alpha E - (\varphi\varrho + \beta - \beta\varphi + \mu + m_2)Q \\ \frac{dI(t)}{dt} &= (1 - \theta - \sigma)\omega E + \varphi\varrho Q - (\rho + \mu + m_2 + \delta)I \\ \frac{dR(t)}{dt} &= \tau A + (1 - \varphi)\beta Q + \rho I - (\mu + m_2)R \end{aligned}$$

2. Model yang diperoleh memiliki dua titik kesetimbangan yaitu titik kesetimbangan bebas penyakit dan titik kesetimbangan endemik. Titik kesetimbangan bebas penyakit bersifat stabil asimtotik lokal jika $R_0 < 1$ dan titik kesetimbangan endemik bersifat stabil asimtotik lokal jika $R_0 > 1$.
3. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa parameter yang paling sensitif terhadap perubahan angka bilangan reproduksi dasar adalah parameter laju emigrasi (m_2) dan parameter peluang infeksi setelah kontak antara individu terinfeksi dengan individu rentan tanpa vaksinasi (η). Indeks sensitivitas $C_{m_2}^{R_0} = -1,78527$ menunjukkan bahwa dengan meningkatkan nilai m_2 sebesar 10% maka akan menurunkan nilai R_0 sebesar 17,8527% dan $C_{\eta}^{R_0} = 0,999743$

menunjukkan bahwa dengan meningkatkan nilai η sebesar 10% maka akan meningkatkan nilai R_0 sebesar 9,99743%.

4. Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa perubahan nilai parameter yang sensitif yaitu parameter η, ζ_{se}, γ dan ε berpengaruh signifikan terhadap angka bilangan reproduksi dasar. Dengan adanya penekanan peluang infeksi setelah kontak antara individu terinfeksi dengan individu rentan tanpa vaksinasi dan laju kontak antara individu rentan dengan individu terpapar, serta adanya peningkatan individu yang divaksin dapat menekan angka bilangan reproduksi dasar hingga kurang dari 1. Artinya penekanan peluang infeksi pada individu rentan dan laju kontak antara individu rentan dengan individu terpapar, serta peningkatan jumlah individu yang divaksin dapat menekan penularan penyakit COVID-19.

5.2 Saran

1. Upaya pencegahan penyebaran COVID-19 harus lebih diperhatikan oleh berbagai pihak agar penyebaran COVID-19 semakin berkurang.
2. Pemberian vaksinasi kepada masyarakat lebih ditingkatkan dan harus diperhatikan adanya migrasi sehingga dapat mengurangi penyebaran COVID-19.
3. Pada penelitian selanjutnya, penulis menyarankan dapat menganalisis kestabilan global mengenai penyebaran COVID-19 dengan adanya vaksinasi dan migrasi, menerapkan metode lain dan memperhatikan faktor-faktor yang dapat menyebabkan penyebaran COVID-19.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. *et al.* (2021). Mathematical analysis of COVID-19 via new mathematical model. *Chaos, Solitons and Fractals*. doi: 10.1016/j.chaos.2020.110585.
- Azizah, M. (2021). *Model Matematika Penyebaran Penyakit Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Dengan Vaksinasi, Isolasi mandiri, dan Karantina di Rumah Sakit*. Universitas Negeri Syarif Hidayatullah.
- Castillo-Chaves C, Song B. 2004. Dynamical Models of Tuberculosis and Their Applications. *Mathematical Biosciences and Engineering*. 1(2):361-404.
- Chapra, S. C. dan Canale, R. P. 2010. *Numerical Methods for Engineers Sixth Edition* . New York (US):McGraw-Hill.
- Chitnis, N., Hyman, J., dan Cushing, J. 2008. Determining Important Parameters in the Spread of Malaria Through the Sensitivity Analysis of a Mathematical Model. *Bulletin of Mathematical Biology*, pages 70, 1272.
- Fauzia, L. A. (2021). Analisis Pemodelan Matematika Penularan Covid-19 dengan Tindakan Rawat Inap di Rumah Sakit. 09 (01), pp. 126-132'
- Fisher, S. (1990). *Differential Equations and Dynamical Systems (Third Edition)*. Springer-Verlag, New York, 3th Edition.
- Hale, J. K. and Kocak, H. (1991). *Dynamic and Bifurcation*. Springer-verlag. New York.
- Kementrian Kesehatan. Studi Terbaru Vaksin COVID-19 Efektif Mencegah Perawatan dan Kematian. (2021). URL <https://www.kemkes.go.id/article/21081200002/studi-terbaru-vaksin-covid-19-efektif-mencegah-perawatan-dan-kematian.html>.

- Meiss, J. D. (2007). *Differential Dynamical Systems*. USA : Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Munir, R. 2010. *Metode Numerik*. Bandung: Informatika.
- Pasaribu, R. H. *et al.* (2020). Aplikasi Pemodelan Matematika dalam Memodelkan Penyebaran Virus Covid-19 Di Indonesia. *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*.
- Perko, L. (1991). *Differential Equations and Dynamical Systems*. Springer-verlag. New York.
- Phan, L. T. *et al.* (2020). Importation and Human-to-Human Transmission of a Novel Coronavirus in Vietnam. *New England Journal of Medicine*. doi: 10.1056/nejmc2001272.
- Pramudito, M. S. P., and Prawoto, B. P. (2021). Model SEIR Penyakit COVID-19 dengan Adanya Migrasi dan Pemberian Vaksin. *Jurnal Ilmiah Matematika*. 09 (02).
- Resmawan, R., Nuha, A. R. and Yahya, L. (2021). Analisis Dinamik Model Transmisi COVID-19 dengan Melibatkan Intervensi Karantina. *Jambura Journal of Mathematics*. doi: 10.34312/jjom.v1i1.8699.
- Resmawan, R. and Yahya, L.(2020). Sensitivity Analysis of Mathematical Model of Coronavirus Disease (COVID-19) Transmission. *CAUCHY*. doi: 10.18860/ca.v6i2.9165.
- Sudarsa, I. W. (2020). Pembedahan Kanker di Masa Pandemi COVID-19. *JBN (Jurnal Bedah Nasional)*. doi: 10.24843/jbn.2020.v04.is01.p01.
- Telaumbanua, D. (2020). Urgensi Pembentukan Aturan Terkait Pencegahan Covid-19 di Indonesia. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Agama*. doi: 10.37680/qalamuna.v12i01.290.

World Health Organization. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Situation Report-73. Geneva,2020.

Wiggins, S. (1990). *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical System and Chaos*. New York : Springer-Verlag

Yuliana, Y. (2020). Corona virus diseases (Covid-19): Sebuah tinjauan literatur. *Wellness And Healthy Magazine*, 2(1), pp. 187–192. doi: 10.30604/well.95212020

“Data Sebaran COVID-19” 02 09 2021. [Online]. Available: <http://covid19.go.id/>. [Accessed 02 09 2021].

“Vaksin COVID-19” 02 09 2021. [Online]. Available: <http://covid19.go.id/>. [Accessed 02 09 2021].