

## ABSTRAK

Skripsi ini membahas tentang pemodelan matematis penyebaran COVID-19 yang melibatkan penurunan kekebalan tubuh dan penyelesaian numerisnya menggunakan metode Runge-Kutta orde empat. Model matematis yang dibangun adalah model  $SEI_A I_S ZZ_0$ , dimana  $S$  adalah kelompok individu yang memiliki risiko terinfeksi,  $E$  adalah kelompok individu yang terpapar dan sedang dalam masa inkubasi,  $I_A$  adalah kelompok individu terinfeksi tanpa gejala,  $I_S$  adalah kelompok individu terinfeksi dengan gejala,  $Z$  adalah kelompok individu sembuh, dan  $Z_0$  adalah kelompok individu sembuh yang kembali menjadi individu yang memiliki risiko terinfeksi akibat turunnya kekebalan tubuh. Model matematis tersebut disajikan dalam sistem persamaan diferensial biasa nonlinear. Skripsi ini juga membahas analisis titik kesetimbangan dan kestabilan titik kesetimbangan dari model yang telah dibentuk. Selanjutnya, model diselesaikan secara numeris dengan metode Runge-Kutta orde empat. Dapat diamati bahwa penyelesaian akan menuju titik kesetimbangan yang diperoleh. Selain itu, analisis pengaruh adanya penurunan kekebalan tubuh dan vaksinasi juga dilakukan. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin tinggi probabilitas penurunan kekebalan tubuh dari individu sembuh, maka semakin banyak jumlah individu terinfeksi dengan gejala, semakin sedikit jumlah individu sembuh, dan semakin banyak jumlah individu sembuh yang kembali memiliki risiko terinfeksi akibat turunnya kekebalan tubuh. Semakin tinggi laju vaksinasi, maka semakin sedikit jumlah individu terinfeksi tanpa gejala, semakin sedikit jumlah individu terinfeksi dengan gejala, dan semakin banyak jumlah individu sembuh.

**Kata kunci:** *pemodelan COVID-19, sistem persamaan diferensial biasa, metode Runge-Kutta orde empat.*

## ABSTRACT

This thesis discusses the mathematical modeling of the spread of COVID-19 that involving decreased immunity and its numerical solution using the fourth order Runge-Kutta method. The mathematical model that was built is the  $SEI_A I_S ZZ_0$  model, where  $S$  is a group of individuals who have a risk of being infected,  $E$  is a group of individuals who are exposed and in the incubation period,  $I_A$  is a group of infected individuals without symptoms,  $I_S$  is a group of infected individuals with symptoms,  $Z$  is the group of recovered individuals, and  $Z_0$  is the group of recovered individuals who return to being individuals who have a risk of infection due to decreased immunity. The mathematical model is presented as a system of nonlinear ordinary differential equations. This thesis also discusses the analysis of the equilibrium point and the stability of the equilibrium point of the model that has been formed. Furthermore, the model was solved numerically by the fourth-order Runge-Kutta method. It can be observed that the solution will go to the equilibrium points obtained. Moreover, analysis of the effect of decreased immunity and vaccination was also carried out. The results of the analysis show that the higher the probability of decreased immunity of recovered individuals, then the greater the number of infected individuals with symptoms, the fewer the number of recovered individuals, and the greater the number of recovered individuals who again have the risk of being infected due to decreased immunity. The higher the vaccination rate, then the fewer the number of infected individuals without symptoms, the fewer the number of infected individuals with symptoms, and the greater the number of recovered individuals.

**Keywords:** *modeling COVID-19, system of ordinary differential equations, fourth order Runge-Kutta method.*