

**SKRIPSI**  
**ANALISIS KESTABILAN MODEL EPIDEMIK SEIQRD PADA**  
**PENYEBARAN PENYAKIT COVID-19**

*ANALYSIS OF THE STABILITY OF THE SEIQRD EPIDEMIC MODEL ON*  
*THE SPREAD OF THE COVID-19 DISEASE*



TIARA NURDIANTI  
24010118140116

**DEPARTEMEN MATEMATIKA**  
**FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA**  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**SEMARANG**

**2022**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS KESTABILAN MODEL EPIDEMIK SEIQRD PADA**  
**PENYEBARAN PENYAKIT COVID-19**

***ANALYSIS OF THE STABILITY OF THE SEIQRD EPIDEMIC MODEL ON***  
***THE SPREAD OF THE COVID-19 DISEASE***

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Sarjana  
Matematika (S. Mat)



TIARA NURDIANTI  
24010118140116

**DEPARTEMEN MATEMATIKA**  
**FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA**  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**SEMARANG**

**2022**

## ABSTRAK

### ANALISIS KESTABILAN MODEL EPIDEMIK SEIQRD PADA PENYEBARAN PENYAKIT COVID-19

Oleh :

Tiara Nurdianti

24010118140116

Covid-19 atau *Coronavirus Disease 2019* merupakan pandemi penyakit yang tengah menjadi ancaman global dan diklasifikasikan menjadi penyakit menular yang dapat ditularkan langsung dari manusia satu ke manusia lainnya. Program vaksinasi yang mulai dilaksanakan pada awal Januari 2021 lalu dapat mempercepat terjadinya kekebalan kelompok (*Herd Immunity*) dan berdampak pada penurunan jumlah kasus terinfeksi. Oleh sebab itu skripsi ini membahas model SEIQRD penyebaran penyakit Covid-19 dengan menambahkan strategi vaksinasi. Terdapat dua titik kesetimbangan yaitu titik kesetimbangan non endemik dan endemik. Kestabilan yang dicapai dengan metode linearisasi hanya mampu menjelaskan kestabilan di dekat titik kesetimbangan atau bersifat lokal yang di analisis menggunakan kriteria kestabilan *Routh-Hurwitz*, sedangkan kestabilan global pada titik kesetimbangan di analisis menggunakan metode Lyapunov yang bertujuan untuk mengetahui perilaku secara menyeluruh dari penyebaran penyakit Covid-19. Sifat kestabilan pada titik kesetimbangan bergantung pada nilai bilangan reproduksi dasar ( $\mathcal{R}_0$ ) yang dihitung dengan metode *Next Generation Matrix* (NGM). Hasil analisis kestabilan baik lokal maupun global di titik kesetimbangan endemik dan non endemik menunjukkan bahwa sistem stabil asimtotik. Solusi numerik diperoleh dengan menggunakan metode runge-kutta orde lima yang kemudian disimulasikan dengan *software* Matlab. Hasil simulasi numerik memperoleh nilai  $\mathcal{R}_0$  sebesar 0,0004032 yang menunjukkan bahwa sistem non endemik stabil asimtotik lokal dan asimtotik global, sehingga dalam waktu yang cukup lama penyebaran penyakit akan berkurang dan pada akhirnya tidak ada individu yang terinfeksi virus Covid-19. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas parameter terhadap nilai  $\mathcal{R}_0$ , empat parameter yang berpengaruh signifikan terhadap persebaran penyakit Covid-19 berturut-turut yaitu parameter *recruitment*, laju individu rentan menjadi individu terinfeksi, laju individu terinfeksi dari individu dalam masa inkubasi, dan laju kematian alami.

**Kata Kunci :** Covid-19, SEIQRD, *Routh-Hurwitz*, Lyapunov, Runge-Kutta Orde Lima.

## ABSTRACT

### *ANALYSIS OF THE STABILITY OF THE SEIQRD EPIDEMIC MODEL ON THE SPREAD OF THE COVID-19 DISEASE*

By :

Tiara Nurdianti

24010118140116

Covid-19 or *Coronavirus Disease 2019* is a pandemic disease that is becoming a global threat and is classified as an infectious disease that can be transmitted directly from one human to another. The vaccination program which was started in early January 2021 can accelerate the occurrence of herd immunity and have an impact on reducing the number of infected cases. Therefore, this thesis discusses the SEIQRD model of the spread of Covid-19 disease by adding a vaccination strategy. There are two equilibrium points, namely non-endemic and endemic equilibrium points. The stability achieved by the linearization method is only able to explain stability near the equilibrium point or is local which is analyzed using the Routh-Hurwitz stability criteria, while global stability at the equilibrium point is analyzed using the Lyapunov method which aims to determine the overall behavior of the spread of the Covid-19 disease. The nature of stability at the equilibrium point depends on the value of the basic reproduction number ( $\mathcal{R}_0$ ) which is calculated by the *Next Generation Matrix* (NGM) method. The results of stability analysis both locally and globally at the endemic and non-endemic equilibrium points show that the system is asymptotically stable. The numerical solution was obtained using the fifth-order runge-kutta method which was then simulated with Matlab software. The numerical simulation results obtained an  $\mathcal{R}_0$  value of 0.0004032 which indicates that the non-endemic system is stable locally asymptotically and globally asymptotically, so that in a long time the spread of the disease will decrease and in the end no individual will be infected with the Covid-19 virus. Based on the results of the sensitivity analysis of the parameters to the  $\mathcal{R}_0$  value, four parameters that have a significant effect on the spread of Covid-19 disease, respectively, are the recruitment parameter, the rate of susceptible individuals to become infected individuals, the rate of infected individuals from individuals in the incubation period, and the natural death rate.

**Keywords:** Covid-19, SEIQRD, *Routh-Hurwitz*, Lyapunov, Fifth Order Runge-Kutta.