

SKRIPSI

**APLIKASI KONTROL OPTIMAL DALAM PENCEGAHAN
PENULARAN COVID-19**

***APPLICATION OF OPTIMAL CONTROL IN THE PREVENTION OF
COVID-19 TRANSMISSION***



NAJA AYUDEA CHAERANI

24010120140090

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**APLIKASI KONTROL OPTIMAL DALAM PENCEGAHAN
PENULARAN COVID-19**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

NAJA AYUDEA CHAERANI

24010120140090

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 18 Juli 2024

Susunan Tim Penguji

Pembimbing II/Penguji,

Abdul Aziz, S.Si., M.Sc.

NIP. 198502062015041003

Penguji,

Dr. Drs. Kartono, M.Si.

NIP. 196308251990031003

Mengetahui,



Ketua Departemen Matematika,

Dr. Susilo Hanyanto, S.Si., M.Si.

NIP. 197410142000121001

Pembimbing I/Penguji,

Prof. Dr. Widowati, S.Si., M.Si.

NIP. 196902141994032002

ABSTRAK

APLIKASI KONTROL OPTIMAL DALAM PENCEGAHAN PENULARAN COVID-19

oleh

Naja Ayudea Chaerani

24010120140090

COVID-19 adalah wabah penyakit yang disebabkan oleh virus SARS-CoV-2. Penyakit COVID-19 adalah penyakit yang relatif cepat penularannya, penyakit ini menyebar ke seluruh dunia dan penularannya antarmanusia. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengembangkan model matematika penyebaran penyakit COVID-19 *SEIQRH* (*Susceptible, Exposed, Infected, Quarantined, Hospitalized, Recovery*) dengan menganalisis dan memberikan kontrol optimalnya. Analisis kestabilan lokal model menggunakan kriteria *Routh-Hurwitz* dan kestabilan global menggunakan metode Lyapunov, diperoleh dua titik ekuilibrium yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik. Pada masalah kontrol optimal digunakan Prinsip Maksimum Pontryagin dan penyelesaian simulasi numerik menggunakan metode Runge-Kutta orde 4. Metode *Next Generation Matrix* digunakan untuk menghitung Bilangan Reproduksi Dasar ($\mathcal{R}_0$). Hasil dari simulasi numerik diperoleh nilai $\mathcal{R}_0 = 4.926386377 > 1$, artinya sistem stabil asimtotik pada titik kesetimbangan endemik atau terjadi penyebaran penyakit COVID-19. Penerapan empat variabel kontrol optimal dalam model *SEIQRH* yaitu vaksinasi terbukti mengurangi jumlah individu terinfeksi, pencegahan diri terbukti mengurangi jumlah individu terinfeksi, pemberian makanan bernutrisi seimbang terbukti meningkatkan jumlah individu sembuh, dan pengobatan terbukti meningkatkan jumlah individu sembuh dari penyakit virus COVID-19.

Kata kunci: Pemodelan Matematika, COVID-19, Model *SEIQRH*, Kontrol Optimal.

ABSTRACT

APPLICATION OF OPTIMAL CONTROL IN THE PREVENTION OF COVID-19 TRANSMISSION

By

Naja Ayudea Chaerani

24010120140090

COVID-19 is a disease outbreak caused by the SARS-CoV-2 virus. COVID-19 is a disease that spreads relatively quickly, this disease spreads throughout the world and is transmitted between humans. This final project aims to develop a mathematical model for the spread of the COVID-19 disease *SEIQRH* (*Susceptible, Exposed, Infected, Quarantined, Hospitalized, Recovery*) by analyzing and providing optimal control. Analysis of local model stability using the *Routh-Hurwitz* criteria and global stability using the Lyapunov method, obtained two equilibrium points, namely the disease-free equilibrium point and the endemic equilibrium point. In the optimal control problem, the Pontryagin Maximum Principle is used and the numerical simulation solution uses the 4th order Runge-Kutta method. *The Next Generation Matrix* method is used to calculate the Basic Reproduction Number ($\mathcal{R}_0$). The results of the numerical simulation obtained a value of $\mathcal{R}_0 = 4.926386377 > 1$, meaning that the system is asymptotically stable at the endemic equilibrium point or the spread of the COVID-19 disease occurs. The application of four optimal control variables in the *SEIQRH* model, namely vaccination is proven to reduce the number of infected individuals, self-prevention is proven to reduce the number of infected individuals, provision of balanced nutritional food is proven to increase the number of individuals who recover, and treatment is proven to increase the number of individuals who recover from the COVID-19 virus disease.

Keywords: Mathematical Modeling, COVID-19, *SEIQRH* Model, Optimal Control.