

INTISARI

KENDALI OPTIMAL PADA MODEL PENGARUH POLUSI UDARA TERHADAP PENYAKIT PERNAFASAN

Oleh

NAUFAL ALYA KHOIRUNNISA

20/455506/PA/19721

Polusi udara merupakan permasalahan lingkungan yang berdampak signifikan terhadap kesehatan manusia, khususnya sistem pernapasan. Paparan jangka panjang terhadap polutan udara dapat meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan, asma, bronkitis, hingga penyakit paru kronis. Skripsi ini membahas model matematika yang merepresentasikan dinamika pengaruh polusi udara terhadap penyakit pernapasan serta penerapan kendali optimalnya. Tujuan penelitian ini adalah mengendalikan indeks kualitas udara dan jumlah individu terinfeksi penyakit pernapasan. Pada penelitian ini ditentukan titik ekuilibrium bebas penyakit, titik ekuilibrium endemik penyakit, serta bilangan reproduksi dasar dari model matematika yang dibentuk. Selanjutnya, dilakukan analisis kestabilan terhadap masing-masing titik ekuilibrium. Kendali optimal pada model deterministik dianalisis menggunakan Prinsip Minimum Pontryagin dengan tiga variabel kendali. Variabel kendali tersebut meliputi tindakan pencegahan mandiri oleh individu rentan, pengobatan bagi individu terinfeksi, dan kebijakan pemerintah untuk menangani polusi udara. Selain itu, dikembangkan model stokastik dengan memodifikasi kendali tindakan pencegahan mandiri menjadi bentuk stokastik, serta dianalisis kendali optimalnya menggunakan Prinsip Minimum Stokastik. Simulasi numerik dilakukan untuk menunjukkan bagaimana pengaruh kendali deterministik dan stokastik. Berdasarkan hasil simulasi numerik, upaya pengendalian yang diberikan mampu menurunkan indeks kualitas udara dan mengurangi jumlah individu terinfeksi penyakit pernapasan. Lebih lanjut, model stokastik memberikan gambaran yang lebih representatif terhadap kondisi nyata dibandingkan model deterministik.



ABSTRACT

OPTIMAL CONTROL IN A MODEL OF THE EFFECT OF AIR POLLUTION ON RESPIRATORY DISEASES

By

NAUFAL ALYA KHOIRUNNISA

20/455506/PA/19721

Air pollution is an environmental issue that significantly harms human health, especially the respiratory system. Long-term exposure to air pollutants raises the risk of respiratory infections, asthma, bronchitis, and chronic lung diseases. This thesis discusses a model of the effect of air pollution on respiratory diseases and explores optimal control strategies. The goal is to improve air quality and lower the rates of respiratory diseases. This study determines the disease-free and endemic equilibrium points, as well as the basic reproduction number, for the proposed model. Stability analysis is then conducted for each equilibrium point. Optimal control of the deterministic model is analyzed using Pontryagin's Minimum Principle with three controls: preventive actions by susceptible individuals, treatment for infected individuals, and government policies targeting air pollution. A stochastic model is developed by treating the self-preventive action control as stochastic processes. Its optimal control is analyzed using the Stochastic Minimum Principle. Simulations illustrate the effects of deterministic and stochastic control strategies on models. Results show these strategies reduce the air quality index and the number of people infected with respiratory diseases. The stochastic model provides a better representation of real-world conditions than the deterministic one.