

ABSTRACT

STABILITY ANALYSIS OF A PNEUMONIA SEIRS MODEL INCORPORATING VACCINATION AND IMMIGRATION

By

RAHMA WAHYUNI

Pneumonia is a lung infectious disease that remains a significant public health concern, particularly among children. Vaccination is one of the preventive measures that can reduce disease transmission, while immigration may contribute to its spread. This study aims to develop and analyze an SEIRS mathematical model of pneumonia transmission incorporating the effects of vaccination and immigration. The model is formulated as a system of nonlinear differential equations and analyzed by determining equilibrium points, calculating the basic reproduction number (R_0) using the Next Generation Matrix method, and examining stability through the Jacobian matrix and the Routh–Hurwitz criterion. The analysis shows that the model has both disease-free and endemic equilibrium points. Numerical simulations yield $R_0 = 0,361$ for the disease-free condition and $R_0 = 1,192$ and $R_0 = 0,394$ for endemic conditions. The results indicate that the disease disappears when $R_0 < 1$ and persists when $R_0 > 1$. Furthermore, vaccination reduces the number of infected individuals and helps the system reach a stable state despite the presence of immigration.

Keywords: Pneumonia, SEIRS Model, Vaccination, Immigration, Stability

ABSTRAK

ANALISIS KESTABILAN MODEL SEIRS DENGAN PENGARUH VAKSINASI DAN IMIGRASI PADA PENYAKIT *PNEUMONIA*

Oleh

RAHMA WAHYUNI

Pneumonia merupakan penyakit infeksi paru-paru yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat, terutama pada anak-anak. Vaksinasi merupakan salah satu upaya pencegahan yang dapat mengurangi penyebaran penyakit, sedangkan imigrasi berpotensi meningkatkan penyebarannya. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk dan menganalisis model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia dengan pengaruh vaksinasi dan imigrasi. Model dibentuk dalam sistem persamaan diferensial nonlinier dan dianalisis melalui penentuan titik kesetimbangan, perhitungan bilangan reproduksi dasar (R_0) menggunakan metode *Next Generation Matrix*, serta analisis kestabilan menggunakan matriks Jacobian dan kriteria Routh–Hurwitz. Hasil analisis menunjukkan bahwa model memiliki titik kesetimbangan bebas penyakit dan titik kesetimbangan endemik. Simulasi numerik menghasilkan nilai $R_0 = 0,361$ pada kondisi bebas penyakit serta $R_0 = 1,192$ dan $R_0 = 0,394$ pada kondisi endemik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyakit akan menghilang ketika $R_0 < 1$ dan akan bertahan dalam populasi ketika $R_0 > 1$. Selain itu, vaksinasi mampu menurunkan jumlah individu terinfeksi dan membantu sistem mencapai kondisi stabil meskipun terdapat pengaruh imigrasi.

Kata Kunci: Pneumonia, Model SEIRS, Vaksinasi, Imigrasi, Kestabilan