

RINGKASAN

Pada akhir tahun 2019, dunia digemparkan dengan munculnya penyakit COVID-19. Penyebaran penyakit COVID-19 pada saat itu berlangsung cukup cepat hingga menyebar ke berbagai negara. Hal tersebut menyebabkan banyak negara-negara yang memberikan batasan perjalanan bagi masyarakatnya dengan tujuan untuk mengurangi penyebaran dari penyakit ini. Penyebaran penyakit yang berlangsung cepat ini membuat *World Health Organization* (WHO) mengumumkan penyakit COVID-19 pada 12 Maret 2020 sebagai pandemi. Penyebaran penyakit COVID-19 saat itu tentunya dipengaruhi oleh perpindahan penduduk dari suatu wilayah ke wilayah lainnya yang dapat mempengaruhi penyebaran penyakit karena banyaknya orang-orang yang rentan terhadap penyakit berdatangan dari daerah lain (seperti pengunjung, migrasi ekonomi atau turis), hal tersebut tentu dapat menjadi penyebab berjangkitnya penyakit menular ke daerah yang baru dimasuki. Oleh karena itu, untuk memprediksi penyebaran penyakit menular tersebut dapat dilakukan dengan pemodelan matematika.

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan struktur kualitatif dari model penyebaran COVID-19 yang berupa titik keseimbangan dan kestabilan titik keseimbangan dari model penyebaran COVID-19. Penyebaran penyakit COVID-19 bergerak secara dinamis, sehingga penyebaran penyakit COVID-19 akan bergantung pada kecepatan *Traveling Wave*. *Traveling wave* di penelitian ini digunakan untuk melihat keadaan gelombang penyebaran penyakit COVID-19 dan menemukan kecepatan minimum penyebaran penyakitnya. Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan, dimulai dari studi literatur dengan membaca jurnal dan buku dari berbagai sumber yang berkaitan dengan penyebaran penyakit COVID-19, selanjutnya membuat asumsi dan membuat model SEIRS dari penyebaran COVID-19 di Indonesia. Setelah itu, dilanjutkan dengan analisis dinamik dari model SEIRS untuk menemukan struktur kualitatif dari model penyebaran penyakit. Selanjutnya, membuat model SEIRS yang akan dilakukan analisis untuk melihat eksistensi *traveling wave* dan menemukan kecepatan minimum dari penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh model SEIRS dan model Difusi pada penyebaran penyakit COVID-19. Model SEIRS menghasilkan *Basic Reproduction Number* (R_0) bernilai lebih besar dari 1, maka model ini mempunyai dua titik keseimbangan. Titik keseimbangan bebas penyakit sebesar $T_0 = \left(\frac{A}{\mu}, 0, 0, 0\right)$ yang bersifat tidak stabil, dan titik keseimbangan endemik diperoleh sebesar $T_1 = (S^*, E^*, I^*, R^*)$ yang bersifat stabil asimtotik lokal. Artinya, penyakit akan menyebar di dalam populasi yang menyebabkan terjadinya endemik. Model difusi menghasilkan kecepatan minimum penyebaran penyakit COVID-19 sebesar 0.3954599146 km/hari yang artinya dalam satu hari penyakit akan menyebar sejauh 0.3954599146 km dan berdasarkan nilai titik keseimbangan bebas penyakit yang tidak stabil dan memunculkan titik keseimbangan endemik yang stabil mengakibatkan adanya suatu trajektori dari titik keseimbangan bebas penyakit ke titik keseimbangan endemik, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat *traveling wave* pada model penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia.

SUMMARY

At the end of 2019, the world was shocked by the emergence of the COVID-19 disease. The spread of the COVID-19 disease at that time was fast enough to spread to various countries. This caused many countries to provide travel restrictions for their people with the aim of reducing the spread of this disease. This rapid spread of the disease made the World Health Organization (WHO) declare the COVID-19 disease on March 12, 2020 as a pandemic. The spread of the COVID-19 disease at that time was certainly influenced by the movement of people from one region to another which could affect the spread of the disease because many people who are susceptible to disease arrive from other areas (such as refugees, economic migration or tourists), this can certainly be a cause of outbreaks of infectious diseases to newly entered areas. Therefore, to predict the spread of infectious diseases can be done with mathematical modeling.

This study aims to find a qualitative structure of the COVID-19 spread model in the form of an equilibrium point and the stability of the equilibrium point of the COVID-19 spread model. The spread of the COVID-19 disease moves dynamically, so the spread of the COVID-19 disease will depend on the speed of the Traveling Wave. Traveling wave in this study is used to see the wave state of the spread of the COVID-19 and finding In this study there are several stages, starting from a literature study by reading journals and books from various sources related to the spread of the COVID-19 disease, then making assumptions and creating a SEIRS model of the spread of COVID-19 in Indonesia. After that, proceed with the dynamic analysis of the SEIRS model to find the qualitative structure of the disease spread model. Next, create a SEIRS model that will be analyzed to see the existence of traveling waves and find the minimum speed of the spread of COVID-19 in Indonesia.

Based on the research that has been done, the SEIRS model and Diffusion model for the spread of COVID-19 disease are obtained. The SEIRS model produces a Basic Reproduction Number (R_0) greater than 1, so this model has two equilibrium points. The disease-free equilibrium point is $T_0 = \left(\frac{A}{\mu}, 0, 0, 0\right)$ which is unstable, and the endemic equilibrium point is obtained as $T_1 = (S^*, E^*, I^*, R^*)$ which is locally asymptotically stable. This means that the disease will spread in the population causing an endemic. The diffusion model produces a minimum speed of spread of the COVID-19 disease of 0.3954599146 km/day, which means that in one day the disease will spread as far as 0.3954599146 km and based on the value of the unstable disease-free equilibrium point and raises a stable endemic equilibrium point resulting in a trajectory from the disease-free equilibrium point to the endemic equilibrium point, so it can be concluded that there is a traveling wave in the COVID-19 disease spread model in Indonesia.