

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sejak akhir 2019, wabah *pneumonia novel coronavirus* (COVID-19) terus meningkat di seluruh dunia, hal ini menyebabkan sejumlah besar korban dan krisis ekonomi global. Wabah ini telah menempatkan banyak negara dalam fase tanggap darurat [1]. Termasuk di negara Indonesia sendiri, sejak pemerintah pusat melaporkan dua kasus pertama pada tanggal 02 maret 2020 sampai saat ini telah mencapai 5 juta lebih kasus terkonfirmasi dengan total kematian mencapai 154 ribu [2].

Melihat begitu banyaknya kasus yang terkonfirmasi hal ini menjadikan COVID-19 sebagai ancaman bagi masyarakat dunia. Banyak langkah-langkah pengendalian yang telah diupayakan berbagai negara termasuk Indonesia, seperti penguncian wilayah dan vaksinasi. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan dan menekan jumlah penyebaran Covid-19 yang diketahui telah menelan banyak korban jiwa dengan waktu yang relatif singkat [3].

Dengan laju penyebaran virus yang cenderung tinggi, COVID-19 menjadi masalah utama bagi setiap negara untuk menyelesaikan permasalahan global ini. Pemodelan matematika menjadi salah satu upaya untuk menguraikan permasalahan tersebut. Hubungan antara transmisi virus dengan berbagai variabel dan parameter yang diketahui dapat diidentifikasi melalui pemodelan matematika. Sehingga model matematika dapat digunakan oleh negara sebagai saran atau strategi pengendalian penyebaran penyakit [3].

Dengan melibatkan parameter-parameter yang ada di lapangan banyak model matematika yang telah dirumuskan untuk memperhatikan bagaimana dinamika penyebaran COVID-19. Seperti model *SEIR* yang mempertimbangkan adanya individu bergejala yang dilaporkan dan tidak dilaporkan yang diusulkan oleh Piu Samui dengan data dari India [3]. Kemudian S. Annas mengembangkan model *SEIR* dengan mempertimbangkan efektivitas vaksinasi untuk melihat dinamika penyebaran virus di Indonesia [4].

Dalam skripsi ini penulis tertarik untuk mengembangkan model yang sebelumnya telah diusulkan oleh Piu Samui dengan mempertimbangkan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin. Dimana populasi manusia dikelompokkan ke dalam lima kompartemen yaitu rentan (S), terpapar (E), infeksi bergejala yang dilaporkan (I_r), infeksi bergejala yang tidak dilaporkan (I_u) dan pulih (R). Pada skripsi ini dibahas model matematika dengan populasi bersifat terbuka sehingga adanya individu yang berpindah akibat migrasi dan adanya pemberian vaksin yang efektif dalam mempengaruhi individu rentan memiliki kekebalan tubuh dalam merespon infeksi virus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang diatas maka diperoleh Rumusan Masalah sebagai berikut

1. Bagaimana konstruksi model penyebaran COVID-19 dengan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin?
2. Bagaimana analisis kestabilan dari titik kesetimbangan model penyebaran COVID-19 dengan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin?
3. Bagaimana bilangan reproduksi dasar (R_0) dari model yang telah dikonstruksi?
4. Bagaimana analisis sensitivitas pada model penyebaran COVID-19 dengan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin?
5. Bagaimana simulasi numerik dan hasil interpretasi model penyebaran COVID-19 dengan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan Masalah dalam skripsi ini diantaranya

1. Populasi Bersifat terbuka
2. Populasi manusia dikelompokkan ke dalam 5 kompartemen, yaitu rentan $S(t)$, terpapar $E(t)$, infeksi bergejala yang dilaporkan $I_r(t)$, dan infeksi bergejala yang tidak dilaporkan $I_u(t)$, Pulih $R(t)$ dengan total populasi adalah
$$N = S(t) + E(t) + I_r(t) + I_u(t) + R(t)$$
3. Setiap kompartemen bergantung pada waktu (t)

4. Interaksi pada populasi pasti terjadi
5. Kompartemen yang terinfeksi terbagi ke dalam tiga sub populasi, yaitu kompartemen terpapar (E), infeksi bergejala yang dilaporkan (I_r), dan infeksi bergejala yang tidak dilaporkan (I_u)
6. Pemberian vaksin hanya pada kompartemen Rentan (S)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dan manfaat dalam penelitian skripsi ini diantaranya

1. Membuat konstruksi model penyebaran COVID-19 dengan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin
2. Menentukan titik kesetimbangan dan menganalisis kestabilan model penyebaran COVID-19 dengan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin
3. Menentukan bilangan reproduksi dasar (R_0) dari model yang telah dikonstruksi
4. Mengetahui sensitivitas pada model penyebaran COVID-19 dengan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin
5. Membuat interpretasi model penyebaran COVID-19 dengan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin

1.5 Metode Penelitian

Metodologi dalam penelitian skripsi ini diantaranya

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan fakta-fakta dan teori penunjang yang berhubungan dengan model penyebaran COVID-19 dari berbagai referensi sebagai penunjang penelitian.

2. Analisis

Pada tahap ini penulis mengkonstruksi model penyebaran COVID-19 dengan asumsi-asumsi yang terjadi, menganalisis kestabilan titik kesetimbangan model, menentukan bilangan reproduksi dasar dan melakukan analisis sensitivitas parameter-parameter yang dimiliki model.

3. Simulasi

Pada tahap ini dilakukan simulasi numerik dalam menginterpretasikan hasil dari model penyebaran COVID-19 dengan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab yang diantaranya,

BAB I PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bagian landasan teori menjelaskan mengenai teori-teori penunjang yang memberikan dasar untuk memahami materi dalam skripsi ini. Adapun diantara materi yang dibahas meliputi *Coronavirus Disease* (COVID-19), pemodelan matematika, persamaan diferensial, sistem persamaan diferensial, model penyebaran penyakit, titik kesetimbangan, matriks jacobian, nilai eigen dan vektor eigen, kriteria *Routh-Hurwitz*, bilangan reproduksi dasar (R_0) dan Analisis Sensitivitas.

BAB III ANALISIS MODEL MATEMATIKA $SEI_r I_u R$ UNTUK PENYEBARAN COVID-19 DENGAN ADANYA IMIGRASI, EMIGRASI DAN PEMBERIAN VAKSIN

Dalam bagian ini dilakukan pembahasan secara analisis terkait permasalahan yang diangkat dalam skripsi ini, meliputi konstruksi model, bilangan reproduksi dasar (R_0), analisis kestabilan, analisis sensitivitas dan simulasi numerik dalam menginterpretasikan hasil dari model penyebaran COVID-19.

BAB IV SIMULASI NUMERIK DAN INTERPRETASI MODEL MATEMATIKA $SEI_r I_u R$ UNTUK PENYEBARAN COVID-19 DENGAN ADANYA IMIGRASI, EMIGRASI DAN PEMBERIAN VAKSIN

Pada bab ini akan dilakukan simulasi numerik dengan beberapa variasi data yang sesuai dengan syarat dan ketentuan yang telah ditetapkan untuk memperoleh suatu interpretasi.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian penutup untuk menyimpulkan hasil dan analisis model matematika S, E, I_r, I_w, R untuk penyebaran COVID-19 dengan adanya imigrasi, emigrasi dan pemberian vaksin untuk menjawab apa yang menjadi tujuan dalam penelitian kemudian saran yang mungkin dilakukan untuk pengembangan penelitian baik sebagai kelanjutan atau pembandingan terhadap hasil yang didapatkan





