

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada akhir tahun 2019, dunia dihadapkan pada munculnya penyakit menular baru yang dikenal sebagai *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19). Penyakit ini disebabkan oleh virus *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2* (SARS-CoV-2) yang pertama kali teridentifikasi di Wuhan, Tiongkok, dan dengan cepat menyebar ke berbagai negara hingga menjadi pandemi global [1]. Penyebaran virus terjadi melalui droplet saat individu yang terinfeksi batuk, bersin, atau berbicara, sehingga interaksi antar individu menjadi faktor utama dalam proses penularan [2].

Salah satu kondisi yang secara signifikan meningkatkan intensitas interaksi antar individu adalah kerumunan. Aktivitas di pasar, transportasi umum, tempat ibadah, perkantoran, serta berbagai kegiatan sosial menyebabkan individu berada pada jarak yang dekat dengan durasi kontak yang lebih lama. Kondisi ini meningkatkan peluang terjadinya kontak efektif antara individu rentan dan individu terinfeksi, sehingga mempercepat laju penularan penyakit. Oleh karena itu, pembatasan kerumunan menjadi bagian penting dalam penerapan protokol kesehatan untuk pengendalian COVID-19 [3].

Fenomena penyebaran penyakit menular seperti COVID-19 dapat dikaji melalui pendekatan matematis menggunakan model epidemi. Salah satu model yang paling dasar dan banyak digunakan adalah model SIR (*Susceptible-Infected-Recovered*), yang membagi populasi ke dalam tiga kompartemen, yaitu individu rentan, individu terinfeksi, dan individu sembuh. Dalam formulasi klasiknya, laju penularan dinyatakan sebagai βSI , yang mengasumsikan bahwa interaksi antar individu bersifat homogen dan linier [4].

Berbagai penelitian telah mengembangkan model SIR dengan melakukan modifikasi untuk memperoleh representasi yang lebih realistis. Qianqian Cui menunjukkan bahwa model SIR dengan laju penularan dan pemulihan nonlinier dapat menghasilkan dinamika yang kompleks, termasuk munculnya fenomena bifurkasi [5]. Selanjutnya, Kuldeep Malik dan Saad Althobaiti mengkaji pengaruh bentuk laju penularan nonlinier dan menemukan bahwa fungsi nonlinier, khususnya pada laju pemulihan, berperan penting dalam memengaruhi kestabilan sistem [4]. Selain itu, Abdelhamid Ajbar mengembangkan model SIR dengan laju penularan linier dan pemulihan nonlinier serta memasukkan faktor kesadaran publik, yang menunjukkan bahwa kesadaran masyarakat berpengaruh signifikan terhadap penurunan laju penularan dan kestabilan titik ekuilibrium sistem [6].

Meskipun demikian, asumsi kontak linier pada model SIR klasik menjadi kurang representatif ketika diterapkan pada kondisi nyata yang melibatkan kerumunan. Dalam situasi tersebut, peningkatan jumlah individu terinfeksi tidak hanya meningkatkan peluang kontak secara linier, tetapi juga

meningkatkan kepadatan interaksi yang mempercepat proses penularan. Oleh karena itu, laju penularan pada kondisi ini lebih tepat direpresentasikan melalui fungsi insidensi nonlinier yang mampu menggambarkan pengaruh kerumunan dan intensitas interaksi antar individu [7].

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan model SIR dengan memodifikasi laju penularan melalui penambahan parameter yang merepresentasikan pengaruh kerumunan. Model yang dihasilkan selanjutnya dianalisis melalui penentuan titik ekuilibrium, analisis kestabilan, serta didukung oleh simulasi numerik untuk menggambarkan perilaku solusi sistem. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan gambaran dinamika penyebaran COVID-19 yang lebih realistis serta menjadi dasar ilmiah dalam memahami pentingnya pembatasan kerumunan dalam pengendalian penyakit menular.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana konstruksi model SIR pada penyebaran COVID-19 dengan mempertimbangkan pengaruh kerumunan ?
2. Bagaimana analisis kestabilan titik ekuilibrium dari model tersebut ?
3. Bagaimana dinamika model pada kasus COVID-19 dengan simulasi numerik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menjelaskan konstruksi model SIR pada penyebaran COVID-19 dengan penambahan parameter adanya pengaruh kerumunan.
2. Menganalisis kestabilan titik ekuilibrium dari model penyebaran penyakit.
3. Menganalisis dinamika COVID-19 berdasarkan model SIR melalui simulasi numerik.

1.4 Sistematika Penulisan

Struktur penyusunan hasil penelitian ini disajikan secara sistematis sebagai berikut. Bab I merupakan bagian pendahuluan yang menguraikan latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, serta gambaran umum susunan penulisan. Bab II berisi landasan teori yang mencakup konsep-konsep dasar dan teori pendukung yang digunakan sebagai acuan dalam proses penyelesaian permasalahan penelitian. Bab III pembahasan utama yang meliputi perumusan model dinamika SIR, analisis kestabilan titik tetap pada model yang dikembangkan, serta hasil simulasi numerik untuk mendukung kajian analitis. Bab IV sebagai bagian penutup, memuat kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh.