

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Bacillus Mycobacterium Tuberculosis*. Bakteri ini tidak hanya menyerang pada paru-paru (*Pulmonary TB*) namun juga dapat menyerang bagian lain dari tubuh manusia (*Extrapulmonary TB*) termasuk sistem saraf pusat, sistem limfatik, otak, tulang belakang, dan ginjal (**WHO, 2016a**). Bakteri *Bacillus Mycobacterium Tuberculosis* dapat menyebar di udara. Bakteri ini dapat masuk dan menginfeksi tubuh manusia ketika seseorang dengan penyakit TB paru-paru batuk, berbicara, atau bernyanyi. Ketika seseorang menghirup bakteri TB, bakteri tersebut dapat mengendap di paru-paru dan tumbuh. Kemudian, bakteri dapat bergerak melalui darah ke bagian lain dari tubuh, seperti ginjal, tulang belakang, dan otak. Penyakit TB di paru-paru atau tenggorokan dapat menular. Namun, TB di bagian tubuh lain, seperti ginjal atau tulang belakang biasanya tidak menular (**CDC, 2016a**).

Menurut (**WHO, 2018**) ada sekitar seperempat dari populasi individu seluruh dunia terpapar infeksi TB laten (yang berarti orang yang terinfeksi oleh TB tetapi belum menyebarkan infeksi). Lebih dari 10,4 juta orang terinfeksi TB dan sekitar 1,7 juta berakhir pada kematian karena infeksi ini pada tahun 2016. Orang yang pernah terinfeksi TB memiliki risiko 5% hingga 15% seumur hidup terserang TB. Kematian terkait TB terjadi di negara-negara berpendapatan menengah seperti India, Indonesia, Cina, Filipina, Pakistan, Nigeria, dan Afrika Selatan. Negara-negara ini menyumbang lebih dari 60% dari seluruh beban TB di dunia.

TB merupakan penyakit yang dapat diobati dan disembuhkan. Jika tidak diobati, TB aktif akan menjadi fatal yang dapat membunuh 60% penderitanya. Penyakit TB biasanya dapat disembuhkan dengan pengobatan 6-9 bulan dan pencegahan dengan vaksin BCG (**Palomino dkk, 2009**). Dalam beberapa minggu setelah pengobatan dimulai sebagian besar bakteri dan gejala-gejala penderita TB akan berkurang. Biaya terkait perawatan TB tergolong mahal untuk masyarakat

negara berkembang dan mayoritas berpendapatan menengah (**Mittal dan Gupta, 2011**).

Pemodelan matematika mempunyai peranan penting dalam pemahaman dinamika suatu wabah penyakit menular termasuk penyakit TB, sehingga terdapat beberapa peneliti yang telah mengembangkan model matematika untuk penyebaran penyakit TB. **Liu dkk, 2010** telah menganalisis hubungan antara perubahan lingkungan musiman pada dinamika penyakit TB. **Liu dkk, 2011** mengembangkan model matematika yang menyelidiki sifat global dari model deterministik untuk dinamika penularan penyakit TB dengan pendekatan model SVLIT, (*susceptible-vaccine-latent-infected-treated*). **Zhang dkk, 2014** telah mengkonstruksi model matematika penyebaran penyakit TB musiman di Cina dengan pengaruh perawatan di rumah sakit dan dengan pendekatan SLJIT, yaitu (*susceptible-latent-hospitalized-infected-treated*). Kemudian **Kim dkk, 2018** mengembangkan model matematika penularan penyakit TB di Filipina dengan pendekatan model yaitu SEIL (*susceptible-exposed-infected-latent*). **Ullah dkk, 2019** mengembangkan model matematika penyebaran penyakit TB di Provinsi Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan dengan pendekatan model SLITR (*susceptible-latent-infected-treated-recovery*).

Pada skripsi ini, akan dikonstruksi model matematika penyebaran penyakit TB sekaligus pengaruh penerapan kontrol optimal berupa upaya pencegahan dan pengobatan untuk menekan jumlah individu yang terinfeksi. Model matematika yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada jurnal yang dikembangkan oleh **Ullah dkk, 2019**. Model matematika yang ditulis oleh **Ullah dkk, 2019** membahas mengenai penyebaran penyakit tuberkulosis di Provinsi Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Pada model tersebut tidak terdapat kelompok populasi yang dirawat di rumah sakit dan belum terdapat variabel kontrol. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menambah kelompok populasi yang dirawat di rumah sakit seperti model milik **Zhang dkk, 2014** serta kontrol optimalnya. Selanjutnya, akan dianalisis melalui pendekatan solusi khusus sistem, yaitu titik setimbang dan didukung oleh hasil pendekatan secara numerik untuk mengetahui dinamika penyebaran penyakit TB, serta dari strategi kontrol optimal dapat diterapkan dan diharapkan bisa mereduksi populasi yang terinfeksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang akan dibahas adalah

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang dari model matematika penyebaran penyakit tuberkulosis dengan *hospitalized* (perawatan di rumah sakit)?
2. Bagaimana bentuk kontrol optimal model matematika penyebaran penyakit tuberkulosis dengan *hospitalized* (perawatan di rumah sakit)?
3. Bagaimana simulasi dan interpretasi model matematika penyebaran penyakit tuberkulosis dengan *hospitalized* (perawatan di rumah sakit) sebelum dan sesudah diberi kontrol?

1.3 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah diatas, penulisan ini bertujuan untuk

1. Menganalisis kestabilan titik setimbang dari model matematika penyebaran penyakit tuberkulosis dengan *hospitalized* (perawatan di rumah sakit).
2. Menentukan kontrol optimal model matematika penyebaran penyakit tuberkulosis dengan *hospitalized* (perawatan di rumah sakit).
3. Mensimulasikan dan menginterpretasikan model matematika penyebaran penyakit tuberkulosis dengan *hospitalized* (perawatan di rumah sakit) sebelum dan sesudah diberi kontrol.

1.4 Manfaat

Beberapa manfaat yang diperoleh dari penulisan ini adalah

1. Bagi Penulis, penelitian bermanfaat sebagai sarana latihan untuk menambah pemahaman dan penguasaan materi tentang penerapan ilmu matematika di bidang kesehatan khususnya penyebaran penyakit tuberkulosis.
2. Bagi Pembaca, penelitian ini bermanfaat sebagai salah satu acuan untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan model matematika penyebaran penyakit tuberkulosis.

1.5 Batasan Masalah

Batasan dari topik ini adalah:

1. Model dasar dan nilai parameter yang digunakan dalam skripsi ini merujuk pada model matematika oleh **Zhang dkk, 2014** dan **Ullah dkk, 2019**.
2. Bentuk kontrol optimal yang dikonstruksi untuk model matematika penyebaran penyakit tuberkulosis adalah kontrol berupa usaha pencegahan terhadap penularan TB, usaha pengobatan terhadap infeksi TB dan juga pengaruh pengobatan terhadap individu terinfeksi TB.