

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit menular yang menyerang paru-paru dan disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium Tuberculosis*. Tuberkulosis atau TB merupakan satu diantara 10 penyakit dengan penyumbang angka kematian tertinggi di dunia. Dimana pada tahun 2015 terdapat 10,4 juta kasus tuberkulosis baru di seluruh dunia, diantaranya 5,9 juta laki-laki, 3,5 juta perempuan, 1 juta anak-anak serta 1,2 juta penderita HIV yang juga terinfeksi penyakit tuberkulosis [1]. Seseorang yang terinfeksi TB mempunyai perbandingan perkembangan bakteri menjadi TB aktif dan TB laten sebesar 1 : 9 [2]. Seseorang dengan bakteri TB laten di dalam tubuhnya dapat tetap hidup sehat namun berisiko tinggi menjadi TB aktif tergantung pada sistem imunitas tubuh [2]. Penyakit tuberkulosis ini masih menjadi pusat perhatian masyarakat dunia karena kasusnya yang masih berlanjut dari tahun ke tahun.

Dalam menekan penyebaran penyakit tuberkulosis terdapat beberapa upaya yang dilakukan, dimana pada model matematika dapat diformulasikan dengan parameter-parameter. Dari parameter tersebut, setiap parameter akan dianalisis terhadap bilangan reproduksi dasar (\mathcal{R}_0) sehingga dapat diperoleh parameter yang berkontribusi dalam menyebarkan penyakit dan parameter yang berkontribusi dalam menekan penyakit tuberkulosis. Analisis yang digunakan untuk melihat pengaruh setiap parameter terhadap \mathcal{R}_0 ini yaitu analisis sensitivitas. Dengan harapan, setelah mengetahui pengaruh setiap parameter terhadap \mathcal{R}_0 dapat diketahui parameter yang dapat menekan penyebaran penyakit tuberkulosis.

Upaya pengendalian yang dapat menekan penyakit ini yaitu vaksinasi, pengobatan TB laten (latensi) dan perawatan infeksi. Pemberian vaksin dilakukan kepada bayi melalui imunisasi. Vaksin yang diberikan yaitu vaksin BCG [3]. Imunisasi BCG hanya dapat menghambat penyebaran bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* karena pada dasarnya vaksin BCG ini tidak bersifat menyembuhkan dan tidak bersifat permanen dengan kata lain terbatas dengan waktu [4]. Selain imunisasi vaksin BCG terdapat terapi untuk pengobatan penyakit tuberkulosis

menggunakan 3 obat, diantaranya *Isoniazid*, *Rifampilin* dan *Pirazinamid*. Untuk pengobatan TB laten, obat yang digunakan yaitu *Isoniazid*. Karena *Isoniazid* dapat membunuh bakteri yang sedang berkembang dan tumbuh menjadi bakteri yang dapat menyebabkan TB aktif [5]. Pengobatan TB laten ini bertujuan untuk mengurangi penyebaran penyakit tuberkulosis, karena tuberkulosis hanya dapat ditularkan oleh orang-orang yang menderita TB aktif bukan TB laten.

Dari uraian diatas penulis tertarik untuk mengkaji model matematika pengendalian tuberkulosis dengan menggunakan berbagai macam cara pengendalian tuberkulosis tersebut yang telah dilakukan pada studi literatur sebelumnya. Berikutnya penulis tertarik untuk menambahkan analisis yaitu analisis sensitivitas pada model tersebut dan analisis kestabilan global untuk menjamin kestabilan di semua titik. Sehingga skripsi ini diberi judul **“Analisis Sensitivitas dan Kestabilan Global Model Pengendalian Tuberkulosis dengan Vaksinasi, Latensi dan Perawatan Infeksi”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas, adapun rumusan masalah yang terdapat pada tugas akhir ini, yaitu:

1. Bagaimana bentuk model pengendalian tuberkulosis?
2. Bagaimana \mathcal{R}_0 (*Basic Reproduction Number*) dari model pengendalian tuberkulosis?
3. Bagaimana kestabilan lokal dan global dari model pengendalian tuberkulosis?
4. Bagaimana analisis sensitivitas terhadap semua parameter yang terdapat dalam \mathcal{R}_0 dari model pengendalian tuberkulosis?
5. Bagaimana simulasi numerik, simulasi sensitivitas dan interpretasi hasil simulasi dari model pengendalian tuberkulosis?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pembahasan tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Populasi yang dikaji bersifat tertutup
2. Model yang dibuat terdiri dari 5 kompartemen, yaitu variabel M populasi yang diimunisasi (*Immunized*), variabel S populasi rentan penyakit (*Susceptible*),

variabel L populasi infeksi TB laten (*Latency*), variabel I populasi infeksi TB aktif (*Infected*) dan variabel R populasi sembuh (*Recovered*).

3. Adanya treatment berupa vaksinasi, latensi dan perawatan infeksi.
4. Semua parameter bernilai positif.
5. Analisis sensitivitas dilakukan terhadap semua parameter yang terdapat dalam bilangan reproduksi dasar (\mathcal{R}_0).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian skripsi yang diajukan yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengkonstruksi model pengendalian tuberkulosis.
2. Untuk menentukan \mathcal{R}_0 (*Basic Reproduction Number*) dari model pengendalian tuberkulosis.
3. Untuk menentukan kestabilan lokal dan global dari model pengendalian tuberkulosis.
4. Untuk menganalisis parameter-parameter yang berpengaruh terhadap \mathcal{R}_0 .
5. Untuk membuat simulasi dan menentukan interpretasi dari model pengendalian tuberkulosis.

Manfaat dilakukannya penelitian ini yaitu untuk menambah wawasan terutama dalam bidang pemodelan matematika, khususnya pembahasan model deterministik penyebaran penyakit tuberkulosis.

1.5. Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi Literatur ini merupakan tahapan dimana penulis mengumpulkan dan memahami fakta-fakta mengenai penyakit tuberkulosis serta pengendaliannya juga materi mengenai pemodelan matematika yang dapat diperoleh dari jurnal, buku serta artikel.

2. Analisis

Pada tahap ini penulis melakukan analisis seperti analisis titik ekuilibrium, eksistensi, bilangan reproduksi dasar (\mathcal{R}_0), kestabilan lokal dan global serta analisis sensitivitas dari parameter yang terdapat pada model.

3. Simulasi

Pada tahap ini penulis melakukan simulasi numerik dan simulasi sensitivitas dengan menggunakan data yang sesuai dengan syarat-syarat yang telah ditentukan sebelumnya sehingga akan diperoleh suatu kesimpulan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini terdiri dari lima bab, dimana di dalam bab tersebut terdapat beberapa sub bab dengan rincian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai pendahuluan yang terdiri dari 6 sub bahasan. Pendahuluan ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi landasan teori yang mendukung proses pengkajian pada studi literatur. Teori yang dibahas antara lain mengenai tuberkulosis, pemodelan matematika, persamaan differensial, titik ekuilibrium, bilangan reproduksi dasar (\mathcal{R}_0), matriks jacobian, menentukan determinan matriks dengan ekspansi kofaktor, nilai eigen dan vektor eigen, kestabilan dan analisis sensitivitas.

BAB III ANALISIS MODEL PENGENDALIAN TUBERKULOSIS DENGAN VAKSINASI, LATENSI DAN PERAWATAN INFEKSI

Bab ini berisi analisis model pengendalian tuberkulosis. Dalam bab ini terdiri dari konstruksi model pada pengendalian tuberkulosis, menentukan \mathcal{R}_0 (*basic reproduction number*), menentukan titik ekuilibrium dari model, analisis kestabilan titik ekuilibrium dan analisis sensitivitas.

**BAB IV SIMULASI DAN INTERPRETASI MODEL
PENGENDALIAN TUBERKULOSIS DENGAN VAKSINASI,
LATENSI DAN PERAWATAN INFEKSI**

Bab ini berisi simulasi numerik dan simulasi analisis sensitivitas beserta interpretasi dari model pengendalian tuberkulosis dengan vaksinasi, latensi dan perawatan infeksi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi jawaban dari rumusan masalah secara singkat, padat dan jelas. Selain itu, bab ini juga berisi saran untuk peneliti selanjutnya dalam pengembangan skripsi ini.

