

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proses penularan suatu penyakit dapat didefinisikan sebagai suatu penyebaran penyakit menular yang dapat ditularkan melalui interaksi antar individu, baik secara langsung maupun tidak langsung atau melalui perantara/penghubung seperti virus, bakteri atau parasite dan udara. Dan bukan disebabkan oleh faktor fisik (seperti luka bakar) atau kimia (seperti keracunan). Penyebaran penyakit ini ditandai dengan adanya agent atau penyebab penyakit yang hidup dan dapat berpindah serta menyerang host atau inang (penderita).

Seseorang dapat terinfeksi suatu penyakit karena lemahnya sistem imun dalam tubuh. Sistem kekebalan atau imunitas adalah suatu sistem pertahanan yang digunakan untuk melindungi tubuh dari infeksi penyakit atau kuman. Zat-zat yang merangsang timbulnya reaksi kekebalan tubuh disebut antigen penyakit atau kuman ini berupa protein asing yang berbeda dari protein tubuh, dan sering disebut antigen [1].

Ada tiga macam sistem kekebalan tubuh, yaitu sistem kekebalan aktif alami, kekebalan pasif alami dan kekebalan aktif buatan. Kekebalan aktif alami terbentuk karena sel menghasilkan antibody. Kekebalan pasif alami adalah kekebalan yang berupa antibodi yang diberikan oleh ibu kepada anak yang dikandung selama kehamilan melalui plasenta atau Air Susu Ibu (ASI) . Sedangkan kekebalan aktif buatan adalah sistem kekebalan yang sengaja dibuat dengan cara menambahkan sejumlah kecil antigen yang berupa vaksin kedalam tubuh[1].

Adapun salah satu penyakit yang dapat ditularkan yaitu penyakit campak. Campak adalah suatu penyakit akut yang sangat menular yang disebabkan oleh virus campak golongan *Paramyxovirus*. Penyakit ini ditandai dengan gejala awal demam, batuk, pilek, dan konjungtivitis yang kemudian diikuti dengan bercak kemerahan pada kulit.

Menurut Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, pada tahun 2015, dilaporkan terdapat 8.185 kasus campak, lebih rendah dibanding tahun 2014 yang sebesar 12.943 kasus. Jumlah kasus meninggal sebanyak 1 kasus,

yang terjadi di provinsi Jambi. *Incidence Rate (IR)* campak pada tahun 2015 sebesar 3,20 per 100.000 penduduk, menurun dibandingkan tahun 2014 yang sebesar 5,13 per 100.000 penduduk. Menurut kelompok umur, proporsi kasus campak terbesar terdapat pada kelompok umur 5-9 tahun dan kelompok umur 1-4 tahun dengan proporsi masing-masing sebesar 32,2% dan 25,4%. Namun jika dihitung rata-rata umur tunggal, kasus yang tertinggi yaitu sebanyak 778 kasus[2].

Bidang matematika turut serta menangani meluasnya penyakit ini. Peranan tersebut berupa model matematika yang mempelajari penyebaran penyakit. Model matematika juga dapat membantu dalam memprediksi penyebaran penyakit dimasa yang akan datang. Model penularan penyakit campak ini dapat dimodelkan kedalam model SEIR, dimana populasi dibagi kedalam empat kompartemen atau subpopulasi yaitu, subpopulasi rentan (*Susceptible*), subpopulasi laten yaitu populasi yang menunjukkan gejala penyakit campak (*exposed*), subpopulasi terinfeksi (*infectious*) dan subpopulasi yang kebal terhadap penyakit (*recovery*).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, tugas akhir ini memiliki beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana konstruksi model dinamik penyebaran penyakit campak dengan dan tanpa vaksinasi?
2. Bagaimana kestabilan dari titik ekuilibrium model penyebaran penyakit dengan dan tanpa vaksinasi?
3. Bagaimana mengkonstruksi dan menganalisis *Basic Reproduction Number* ( $R_0$ )?
4. Bagaimana keterkaitan laju vaksinasi terhadap individu yang terinfeksi?
5. Bagaimana simulasi dinamik dari model penyebaran penyakit campak dengan dan tanpa vaksinasi?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah agar penelitian ini tetap fokus, yaitu:

1. Penyebaran penyakit akibat adanya interaksi individu yang sehat dan individu yang terinfeksi.
2. Individu yang sembuh dari penyakit tanpa divaksin tidak dapat terjangkit penyakit lagi.
3. Jumlah kematian alami pada setiap kompartemen seragam.
4. Proses pencarian kestabilan menggunakan Matriks Jacobi dan kriteria *Routh-Hurwitz*
5. Simulasi model menggunakan *software MAPLE*

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengkonstruksi model penyebaran penyakit dengan dan tanpa vaksinasi.
2. Menganalisis kestabilan ekuilibrium.
3. Mengkonstruksi dan menganalisis  $R_0$ .
4. Analisis simulasi numerik.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penulisan ini diharapkan mempunyai manfaat umumnya bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis, selain itu diharapkan:

1. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu bentuk pengembangan dan pengetahuan dalam kajian ilmu pemodelan matematika khususnya dalam masalah penyebaran penyakit.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam dunia kesehatan dalam mencegah terjadinya penyebaran penyakit yang menular.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan tugas akhir ini di bagi menjadi 5 bab dengan rincian masing-masing sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah. Batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, metode penulisan, sistematika penulisan dan kerangka pemikiran.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Membahas teori-teori penunjang yang akan digunakan dalam bab selanjutnya, meliputi pemodelan matematika, model epidemik, model SIR, system persamaan diferensial, matriks Jacobi, titik stabil, dan kriteria Routh-Hurwitz.

### **BAB III PEMBAHASAN**

Membahas model SEIR untuk penyakit yang tidak mempunyai sistem kekebalan tubuh atau memiliki sistem kekebalan tubuh tapi bersifat sementara, kemudian menentukan titik stabil model tersebut dan melakukan analisis kestabilannya.

### **BAB IV SIMULASI MODEL**

Membahas grafik dinamik dan interpretasi dari model SEIR

### **BAB IV PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari pembahasan.

## 1.7 Metode Penelitian

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah studi literatur, langkah yang digunakan untuk mencapai tujuan yang pertama adalah mempelajari keadaan, perilaku, interaksi, dan kejadian-kejadian dalam suatu populasi. Setelah mengobservasi populasi kemudian mengamati penyebaran penyakit campak dan dinamika vaksin dalam populasi tersebut.

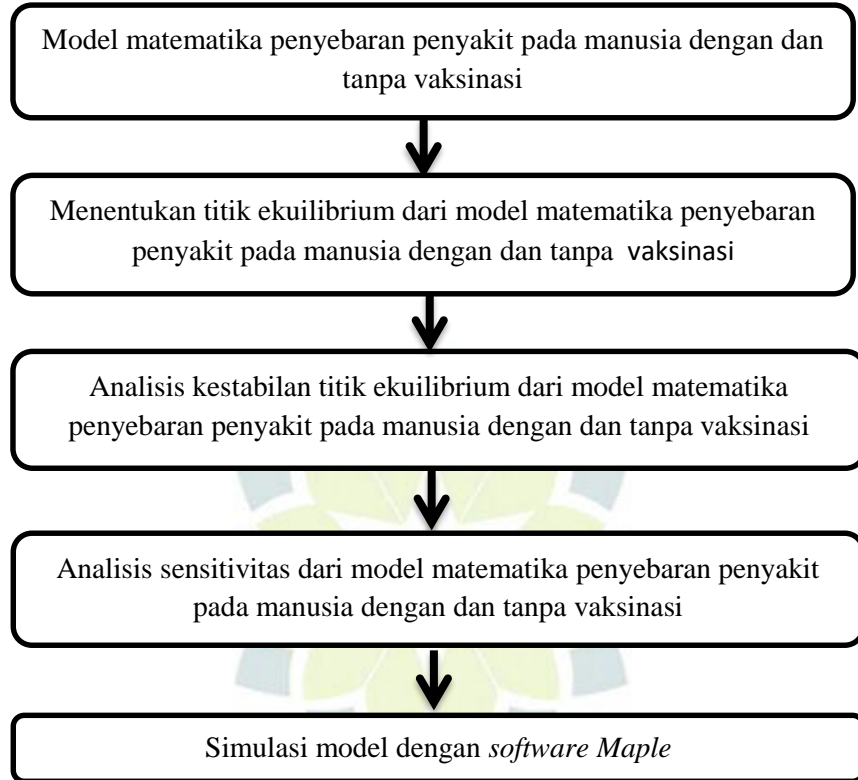
Langkah selanjutnya yaitu menentukan batasan, asumsi, dan parameter yang diperlukan untuk konstruksi model agar model yang di buat dapat lebih sederhana. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model SEIR, dimana populasi dibagi menjadi empat subpopulasi yaitu, *susceptible* dinotasikan dengan S, *exposed* dinotasikan dengan E, *infectious* dinotasikan dengan I, dan ditambah satu subpopulasi yang kebal terhadap penyakit (*recovery*) yang dinotasikan dengan R.

*Kedua*, menentukan titik kesetimbangan dari model yang telah dibentuk dengan definisi titik tetap pada sistem persamaan diferensial. Kemudian untuk menyelidiki kestabilan model tersebut, menentukan nilai eigen dari matriks Jacobian tersebut dengan menggunakan definisi polynomial karakteristik suatu matriks. Salah satu alternatif menentukan nilai eigen polynomial karakteristik suatu matriks digunakan juga teorema Kriteria Routh-Hurwitz. Langkah ini digunakan untuk mencapai tujuan kedua.

*Ketiga*, mengkonstruksi *basic reproduction number* ( $R_0$ ) dengan menggunakan metoda NGM (*Next Generation Matrix*). Kemudian analisis keterkaitannya dengan individu yang terinfeksi, langkah ini digunakan untuk mencapai tujuan keempat. *Kelima*, melakukan simulasi numerik terhadap model yang telah dibentuk dengan menggunakan *software Maple* di laboratorium matematika.

## 1.8 Kerangka Berpikir

Untuk lebih jelas dapat dilihat dalam bagan kerang berpikir sebagai berikut:



Gambar 1.1 Kerangka Berpikir