

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Banyak kuman penyakit, seperti bakteri, parasit, virus, atau jamur yang dapat hidup dan berkembang dalam tubuh manusia. Meskipun tubuh tidak terlalu memperhatikan hal ini, namun sebagian dari kuman-kuman tersebut dapat merusak kesehatan tubuh. Dalam beberapa kasus, kuman-kuman tersebut tidak puas hanya merusak tubuh inangnya saja, tetapi juga mencari kesempatan untuk menularkannya kepada tubuh inang lainnya. Hal seperti ini dinamakan penyakit menular. Beberapa penyakit menular yang banyak ditemui adalah tuberkulosis, malaria, dan AIDS.

Malaria merupakan salah satu penyakit menular yang menyerang dalam bentuk infeksi akut ataupun kronis. Penyebab infeksi ini adalah parasit *Plasmodium*, parasit ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* yang merupakan vektor malaria, yang terutama menggigit manusia malam hari mulai magrib sampai fajar. Terdapat empat jenis *Plasmodium* penyebab malaria pada manusia yaitu *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae* dan *Plasmodium oval*. *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax* merupakan penyebab malaria terbanyak, *Plasmodium falciparum* adalah penyebab kematian paling utama [13]. *Plasmodium* menyerang sel darah merah manusia yang akan mengakibatkan penderitanya mengalami demam, berkeringat, menggigil, muntah-muntah, sakit kepala, diare, ataupun nyeri otot.

Saat ini malaria masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di dunia termasuk Indonesia. Separuh penduduk dunia berisiko tertular malaria karena hidup di lebih dari 100 negara yang masih endemis dengan penyakit malaria. Penyakit ini mempengaruhi tingginya angka kematian bayi, balita dan ibu hamil. Setiap tahun lebih dari 500 juta penduduk dunia terinfeksi malaria dan lebih dari 1.000.000 orang meninggal dunia. Kasus terbanyak terdapat di Afrika dan beberapa Negara Asia, Amerika Latin, Timur Tengah dan beberapa bagian negara Eropa [15].

Berdasarkan data WHO (2014), terdapat sebanyak 3.3 miliar penduduk dunia di 97 negara beresiko terinfeksi malaria dan 1,2 miliar dengan resiko tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan terakhir 198 juta kasus malaria terjadi didunia, dan 584.000 mengalami kematian. Menurut WHO, 90% penyebab kematian di Afrika adalah malaria. Malaria juga merupakan penyebab kematian dari 78% anak di bawah usia 5 tahun [21].

Dari beberapa kasus malaria yang telah terjadi di dunia membuat para peneliti berpikir tentang pentingnya pemahaman dan prediksi dinamika penyebaran penyakit malaria, sehingga dampak dari penyebaran penyakit tersebut dapat diminimalisir. Model matematika diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang dinamika penyebaran dan dapat pula digunakan sebagai dasar membuat keputusan dan kebijakan yang berkaitan dengan kesehatan masyarakat, baik untuk mengurangi kemungkinan penyebaran infeksi maupun menghentikan infeksi tersebut. Model matematika telah dipakai sejak lama untuk memprediksi dinamika penyebaran penyakit menular serta untuk menguji strategi pengendalian yang diajukan.

Pada tahun 1911, untuk pertama kalinya Ross menformulasikan model matematika pada malaria yang melibatkan interaksi antara manusia (*host*) dan nyamuk (*vector*). Persamaan Ross terdiri dari dua persamaan yaitu untuk populasi pada manusia (dX) dan populasi pada nyamuk (dZ) [14]. Abdullahi dkk (2013), memperluas model Ross tersebut menjadi model SIR-SI. Model SIR pada populasi manusia dan model SI pada populasi nyamuk pada penyakit malaria. Model malaria tersebut mempertimbangkan adanya faktor lain yang dapat menyebabkan infeksi yaitu penularan dari manusia ke manusia melalui transfusi darah dan melalui ibu hamil yang terinfeksi malaria [1].

Dalam penelitian ini, dibahas sebuah model penyebaran penyakit malaria dengan efektivitas obat yang diperkenalkan oleh Abdullahi dkk (2013). Model ini merupakan model SIR-SI. Modifikasi model dilakukan dengan menghilangkan penyebaran penyakit dari manusia ke manusia dan hanya melihat penyebaran penyakit antara manusia dan nyamuk melalui gigitan nyamuk. Selanjutnya, pada model akan dilakukan analisis titik tetap, menentukan bilangan reproduksi dasar,

lalu menganalisis kestabilan titik tetap dan selanjutnya membuat simulasi dinamik pada model untuk melihat laju penyakit dan simulasi efektivitas obat anti malaria untuk melihat perubahan jumlah populasi serta menganalisis sensitivitas parameter yang berpengaruh terhadap bilangan reproduksi dasar, populasi manusia dan nyamuk

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka tugas akhir ini memiliki beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model matematika penyebaran penyakit malaria?
2. Bagaimana titik tetap dan analisis kestabilan dari model tersebut?
3. Bagaimana simulasi dinamik dari model matematika tersebut?
4. Bagaimana pengaruh efektivitas obat terhadap laju penyebaran penyakit pada populasi manusia terinfeksi dan manusia sembuh?
5. Bagaimana analisis sensitivitas parameter terhadap bilangan reproduksi dasar dan terhadap jumlah populasi manusia dan nyamuk?

1.3 Batasan Masalah

Agar penulis tetap fokus, maka tugas akhir ini dibatasi pada:

1. Penyebaran penyakit menggunakan model SIR-SI. Model SIR pada populasi manusia dan model SI pada populasi nyamuk.
2. Terjadi pada populasi tertutup, artinya populasi hanya dipengaruhi oleh kelahiran, tidak dipengaruhi migrasi.
3. Populasi manusia yang sembuh memiliki kekebalan permanen terhadap infeksi ulang.
4. Proses penentuan kestabilan menggunakan Matriks *Jacobi* dan Kriteria *Routh-Hurwitz*.
5. Simulasi model dibuat menggunakan software MAPLE.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkonstruksi model matematika penyebaran penyakit malaria.
2. Menentukan titik tetap dan analisis kestabilan pada model matematika penyebaran penyakit malaria.
3. Melakukan simulasi dinamik terhadap model untuk melihat dinamika populasi manusia dan nyamuk pada kondisi bebas penyakit dan endemik.
4. Melihat pengaruh efektivitas obat terhadap laju penyebaran penyakit pada populasi manusia terinfeksi dan manusia sembuh.
5. Melakukan analisis sensitivitas parameter untuk mengetahui pengaruh efektivitas pengobatan terhadap laju penyebaran penyakit dan jumlah populasi manusia dan nyamuk.

1.5 Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pengumpulan bahan-bahan referensi yang mendukung pengerjaan penelitian, mulai dari model penyebaran penyakit, model SIR, model SI, perangkat pemodelan (persamaan diferensial), bilangan reproduksi dasar, kestabilan sampai metode-metode yang dibutuhkan untuk menganalisis kajian penelitian.

2. Analisis

Proses analisis diawali dengan membuat asumsi-asumsi hingga terbentuknya model matematika penyebaran penyakit malaria, kemudian mencari titik tetap dari model lalu menentukan bilangan reproduksi dasar dan menganalisis masing-masing titik tetapnya agar diketahui jenis kestabilannya.

3. Simulasi

Pengaplikasian dari model matematika dilakukan dengan simulasi yang menggunakan data acak. Dengan kata lain, hasil simulasi model bukan merupakan hasil yang sebenarnya. Namun diharapkan hasil yang diperoleh dari model ini mendekati hasil yang sebenarnya dalam dunia nyata. Dalam

proses pengerjaannya akan dibantu dengan software MAPLE sehingga dapat diketahui solusi dengan melihat grafik. Grafik yang digambarkan yaitu grafik hasil dari analisis dinamik dan grafik analisis sensitivitas parameter.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini memaparkan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian serta sistematika penulisan dari masalah yang dikaji.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini memuat teori-teori penunjang yang akan digunakan dalam bab selanjutnya, diantaranya Malaria, Pemodelan Matematika, Persamaan Diferensial, Sistem Persamaan Diferensial Biasa, Bilangan Reproduksi Dasar, Titik Tetap, Matriks *Jacobi*, Nilai Eigen, Kriteria *Routh-Hurwitz*, Kestabilan dan *MAPLE*.

BAB III MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT MALARIA

Dalam bab ini akan dipaparkan hasil kajian pada model matematika untuk penyebaran penyakit malaria dan hal-hal yang mempengaruhinya, lalu menentukan titik tetap pada model kemudian menentukan bilangan reproduksi dasar lalu mencari nilai eigen dan matriks *Jacobi* untuk melihat kestabilan pada model tersebut dan interpretasi dari hasil analisis.

BAB IV SIMULASI DAN INTERPRETASI MODEL PENYEBARAN PENYAKIT MALARIA

Dalam bab ini memaparkan simulasi dinamik dari model dan simulasi efektivitas obat anti malaria dengan analisis sensitivitas.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisi kesimpulan sebagai jawaban dari rumusan masalah serta saran dan kritik untuk perbaikan dan pengembangan penulisan untuk penulisan selanjutnya terhadap pembahasan tersebut.

