

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan merupakan bagian yang penting dalam kehidupan manusia karena kesehatan memengaruhi aktifitas hidup manusia. Dengan tubuh yang sehat manusia dapat menjalankan aktifitas kehidupannya dengan baik. Faktanya, tidak semua manusia dapat mempertahankan kesehatannya sepanjang waktu. Suatu penyakit mampu menyerang manusia kapan saja. Penyakit yang mampu menyerang manusia dapat dibagi menjadi dua, yaitu penyakit menular dan penyakit tidak menular.

Dalam sejarah umat manusia, telah terjadi kasus penyakit menular di berbagai negara yang mampu mengancam kehidupan manusia. Pada tahun 1320 terjadi wabah pes di China yang disebabkan oleh bakteri *Yersinia pestis* dan ditularkan melalui kutu. Wabah ini juga terjadi di Eropa pada tahun 1347. Dalam periode 5 tahun, 25 juta orang yang terkena wabah pes dan sepertiganya meninggal. Wabah lain yaitu influenza atau flu yang terjadi di Spanyol telah membunuh 50 juta hingga 100 juta orang di seluruh dunia sepanjang tahun 1918 hingga tahun 1919. Begitu juga wabah AIDS di Afrika dan USA pada tahun 1981, membunuh sekitar 25 juta orang. Selanjutnya wabah SARS yang berpusat di Hong Kong pada tahun 2003 dengan 8096 kasus dan 774 meninggal (Chasnov, 2009:51).

Penyakit menular dapat menyebar melalui kontak langsung maupun tidak langsung. Penyakit tersebut menyebar pada suatu populasi tertentu dan dalam periode tertentu pula. Kejadian seperti ini disebut dengan kejadian epidemi. Di Indonesia, epidemi diartikan sebagai wabah, yaitu penyakit menular yang dapat dengan cepat menjangkit manusia di suatu daerah.

Penyebaran penyakit menular dapat digambarkan dengan model matematika. Model matematika yang digunakan untuk menggambarkan penyebaran penyakit di daerah tertentu dikenal dengan model epidemi. Menurut Rochmatika, dkk. (2010:1), model epidemi mempelajari tentang dinamika penyebaran atau penularan suatu penyakit pada suatu populasi tertentu. Beberapa model epidemi ini diantaranya adalah SI, SIS, SIR, SEI dan lain sebagainya. Model epidemi dapat bersifat deterministik maupun stokastik. Model epidemi bersifat deterministik apabila nilai variabelnya sudah dapat diketahui dengan pasti. Sedangkan model epidemi bersifat stokastik apabila model berupa variabel random dengan solusi suatu probabilitas atau dapat dikatakan nilai variabelnya tidak dapat diketahui dengan pasti.

Dalam beberapa kasus epidemi, terdapat suatu kondisi bahwa individu yang sakit dapat sembuh dari penyakitnya dan kembali menjadi individu yang sehat tetapi rentan terhadap penyakit tersebut. Hal ini dapat terjadi karena individu yang sembuh tidak memiliki kekebalan tubuh yang permanen terhadap penyakit yang semula menginfeksi. Penyebaran penyakit dengan karakteristik seperti ini dapat digambarkan dengan model epidemi SIS (*Susceptible Infective Susceptible*). Menurut Ma dan Li (2009: 9), model epidemi SIS adalah model epidemi yang terdiri dari 2 kelompok, yaitu

kelompok sehat tetapi rentan yang disebut *susceptible* dan kelompok terinfeksi yang disebut *infective*.

Dalam model epidemi SIS, individu dalam kelompok terinfeksi dapat sembuh dengan pengobatan medis atau proses alam, sehingga masuk kelompok sehat tetapi rentan. Namun, kesembuhannya tersebut tidak mengakibatkan individu menjadi kebal, sehingga memungkinkan terinfeksi kembali dan masuk kelompok terinfeksi. Banyaknya individu sehat tetapi rentan dan terinfeksi penyakit tidak dapat diprediksi secara pasti, sehingga penyebaran epidemi dapat dipandang sebagai proses stokastik. Dalam penyebaran penyakit, banyaknya individu yang terinfeksi pada periode waktu yang akan datang bergantung pada banyaknya individu yang terinfeksi pada periode sekarang. Kejadian ini menunjukkan bahwa penyebaran epidemi dapat dipandang sebagai proses Markov. Penyebaran penyakit dengan karakteristik tersebut dapat digambarkan dengan model DTMC (*Discrete Time Markov Chain*) SIS. Model DTMC SIS mengkaji perubahan banyaknya individu yang terinfeksi dalam selang waktu diskrit.

Terdapat beberapa parameter yang berpengaruh dalam penyebaran penyakit tipe SIS, yaitu laju kelahiran, laju kematian, laju penularan dan laju pemulihan. Pada umumnya, nilai parameter tersebut tidak dapat diketahui dengan mudah, sehingga perlu dilakukan estimasi. Dengan demikian, dibutuhkan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi parameter melalui data sampel. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi parameter, yaitu metode bayes, metode MLE (*Maximum Likelihood Estimation*), metode momen, metode MSE (*Mean Squared Error*), dan sebagainya.

Menurut Nurlaila dkk. (2013: 52), metode MLE adalah metode pendugaan yang memaksimalkan fungsi *likelihood*. Dibandingkan dengan metode estimasi parameter yang lain, metode MLE mempunyai kelebihan, yaitu secara konsep prosedur metode MLE sangat sederhana dan mudah untuk dipahami, serta metode ini lebih umum digunakan untuk mengestimasi parameter. Namun terkadang metode MLE menghasilkan sistem persamaan tidak linier yang tidak memberikan hasil eksplisit, sehingga perlu dilakukan pendekatan numerik untuk memperoleh estimator dari parameter yang diestimasi. Dalam hal ini metode numerik yang dapat digunakan yaitu metode Newton-Raphson. Dengan demikian, penulis berkeinginan untuk melakukan estimasi parameter model DTMC SIS menggunakan metode MLE dengan pendekatan Newton-Raphson dan melakukan simulasi numerik terhadap estimator yang diperoleh.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian tersebut, beberapa masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Bagaimana konstruksi model DTMC SIS?
- 1.2.2 Bagaimana algoritma metode MLE dalam mengestimasi parameter model DTMC SIS?
- 1.2.3 Bagaimana hasil estimasi yang diberikan oleh metode MLE terhadap parameter model DTMC SIS?
- 1.2.4 Bagaimana hasil simulasi numerik yang dilakukan terhadap estimator parameter model DTMC SIS?

1.2.5 Bagaimana pengaruh parameter terhadap penyebaran penyakit model SIS?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memberikan arah yang jelas dalam penelitian ini, maka diperlukan suatu pembatasan terhadap masalah yang dibicarakan. Berdasarkan latar belakang tersebut, batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.3.1 Hanya membahas model SIS stokastik dengan waktu diskrit.
- 1.3.2 Hanya membahas model DTMC SIS tanpa kelahiran dan kematian dengan populasi konstan dan tertutup.
- 1.3.3 Model DTMC SIS tidak dibahas tentang pemberian vaksinasi atau sejenisnya.
- 1.3.4 Hanya membahas estimasi parameter dari model DTMC SIS menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan pendekatan metode Newton-Raphson.
- 1.3.5 Data yang digunakan dalam simulasi berupa data yang diberikan oleh penulis.
- 1.3.6 Hanya dibahas pengaruh besarnya nilai parameter terhadap pola penyebaran penyakit tipe SIS.
- 1.3.7 Hanya menggunakan estimator yang diperoleh dari penelitian dan tidak mencari estimator terbaiknya.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

- 1.4.1 Bagaimana penyusunan model DTMC SIS dengan asumsi tanpa kelahiran dan kematian?
- 1.4.2 Bagaimana penerapan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dalam mengestimasi parameter model DTMC SIS?
- 1.4.3 Bagaimana nilai taksiran parameter dan pengaruh parameter terhadap pola penyebaran penyakit tipe SIS?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.5.1 Untuk memahami proses penyusunan model DTMC SIS dengan asumsi tanpa kelahiran dan kematian.
- 1.5.2 Untuk memahami penerapan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dalam mengestimasi parameter model DTMC SIS.
- 1.5.3 Untuk mengetahui nilai taksiran parameter dan pengaruh parameter terhadap pola penyebaran penyakit tipe SIS.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.6.1 Menambah pengetahuan dan pendalaman materi terkait ilmu statistika.

- 1.6.2 Memberikan gambaran mengenai kejadian yang ada dalam kehidupan manusia, seperti penyebaran penyakit menular dalam bentuk model matematika yang ditinjau secara probabilistik.
- 1.6.3 Memberikan salah satu contoh penerapan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dalam mengestimasi suatu parameter.
- 1.6.4 Memberikan gambaran mengenai pengaruh besarnya nilai parameter terhadap pola penyebaran penyakit tipe SIS.

1.7 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari empat hal yang dijabarkan sebagai berikut:

1.7.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kajian pustaka yang dilakukan dengan cara mempelajari buku-buku yang berkaitan dengan model epidemi, khususnya model SIS, metode estimasi parameter *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan metode Newton-Raphson. Selain dari buku, penulis juga mempelajari makalah, jurnal, hasil penelitian terdahulu, atau referensi lain yang berkaitan dengan topik penelitian yang sedang dibahas. Kegiatan kajian pustaka ini pada dasarnya dilakukan untuk mendapatkan teori-teori yang relevan dengan topik penelitian.

1.7.2 Data dan Sumber Data

Data yang digunakan pada penulis ini secara garis besar diambil dari buku-buku teks, jurnal-jurnal ilmiah dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian. Sedangkan sumber acuan utama yang digunakan penulis berasal dari buku *Deterministic Models in Epidemiology: from Modeling to Implementation* (Aresh Dadlani), *Statistical Inference: Second Edition* (George Casella dan Roger L. Berger), *Stochastic Processes* (Sheldon M. Ross), *An Introduction to Stochastic Epidemic Models* (Linda J.S. Allen) dan *An Introduction to Stochastic Processes with Applications to Biology* (Linda J.S. Allen).

1.7.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan membaca sumber-sumber data yang telah diperoleh untuk dianalisis dan dirumuskan sebagai data dalam penelitian.

1.7.4 Teknik Analisis Data

Adapun langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam menganalisis data adalah sebagai berikut:

1. Mengonstruksi model DTMC SIS tanpa kelahiran dan kematian dengan memanfaatkan model SIS deterministik tanpa kelahiran dan kematian yang sudah ada.
2. Mengestimasi parameter model DTMC SIS menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan pendekatan Newton-Raphson. Hal ini dilakukan dengan membangun data penyebaran penyakit tipe SIS terlebih dahulu.
3. Mengamati nilai taksiran parameter dan kecepatan kekonvergenannya dengan mengambil nilai awal yang berbeda-beda dan toleransi yang sama.
4. Menganalisis pengaruh parameter terhadap pola penyebaran penyakit tipe SIS.

1.8 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran yang menyeluruh dan memudahkan pemahaman terhadap keseluruhan penelitian ini, maka digunakan sistematika penulisan yang terdiri dari empat bab, yaitu sebagai berikut.

1.8.1 BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan terdapat latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

1.8.2 BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab kajian pustaka terdiri atas teori-teori yang mendukung bagian pembahasan. Teori-teori tersebut antara lain membahas model SIS deterministik tanpa kelahiran dan kematian, proses stokastik, proses Markov, metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan sebagainya.

1.8.3 BAB III PEMBAHASAN

Pada bab pembahasan dipaparkan hasil kajian meliputi penyusunan model DTMC SIS dengan asumsi tanpa kelahiran dan kematian, penerapan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan pendekatan metode Newton-Raphson dalam mengestimasi parameter model DTMC SIS, nilai taksiran parameter yang diestimasi dan analisis pengaruh parameter terhadap pola penyebaran penyakit tipe SIS.

1.8.4 BAB IV SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab simpulan dan saran dibahas mengenai simpulan keseluruhan hasil yang diperoleh dalam penelitian dan saran yang diberikan oleh penulis terhadap penelitian selanjutnya.

