

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perhatian terhadap penyakit tidak menular (PTM) semakin meningkat saat ini karena frekuensi kejadiannya pada masyarakat semakin meningkat. Penyakit tidak menular disebut juga dengan *Non-Communicable Diseases* (NCD) adalah suatu kondisi medis atau penyakit yang tidak disebabkan oleh infeksi sehingga penyakit tersebut tidak ditularkan atau disebarkan dari manusia ke manusia. Penyakit tidak menular menjadi penyebab utama kematian secara global.

Perkembangan penyakit tidak menular umumnya lambat dan membutuhkan durasi yang panjang. Empat terbanyak dari penyakit tidak menular yaitu penyakit kardiovaskuler, kanker, penyakit pernapasan kronis dan diabetes.

*Diabetes mellitus* merupakan suatu penyakit menahun yang ditandai oleh kadar glukosa darah melebihi normal dan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak dan protein yang disebabkan oleh kekurangan hormon insulin secara relatif maupun absolut (Rini 2008).

*Diabetes mellitus* (DM) merupakan salah satu penyakit kronis yang paling banyak dialami oleh penduduk di dunia. *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2016 menjelaskan bahwa penyakit *diabetes mellitus* dapat diperkirakan akan terus bertambah dari tahun ke tahun hingga 415 juta orang diseluruh dunia yang mengidap penyakit *diabetes mellitus*. Berdasarkan data *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2015, Indonesia menduduki peringkat ke-7 dunia dari 10 besar negara dengan *diabetes mellitus* tertinggi. Populasi penderita *diabetes mellitus* di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 5,8% atau sekitar 8,5% juta orang (Diska Dwi Lestari dan A. 2018).

Menurut Badan Kesehatan Dunia WHO, kematian akibat penyakit tidak menular (PTM) diperkirakan akan terus meningkat di seluruh dunia, peningkatan terbesar akan terjadi di negara-negara menengah dan miskin. Lebih dari dua pertiga (70%) dari populasi global akan meninggal akibat penyakit tidak menular

seperti kanker, penyakit jantung, stroke dan *diabetes mellitus*. Dalam jumlah total, pada tahun 2030 diprediksi akan ada 52 juta jiwa kematian per tahun karena penyakit tidak menular, naik 9 juta jiwa dari 38 juta jiwa pada saat ini. Di sisi lain, kematian akibat penyakit menular seperti TBC, HIV/AIDS, malaria, diare dan penyakit infeksi lainnya akan menurun, dari 18 juta jiwa saat ini menjadi 16,5 juta jiwa pada tahun 2030. Peningkatan kejadian PTM berhubungan dengan peningkatan faktor risiko akibat perubahan gaya hidup seiring dengan perkembangan dunia yang makin modern, pertumbuhan populasi dan peningkatan usia harapan hidup (Kemenkes 2012).

Jumlah penderita *diabetes mellitus* di dunia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, hal ini berkaitan dengan jumlah populasi yang meningkat, *life expectancy* bertambah, urbanisasi yang merubah pola hidup tradisional ke pola hidup modern, prevalensi obesitas meningkat dan kegiatan fisik kurang. *diabetes mellitus* perlu diamati karena sifat penyakit yang kronik progresif, jumlah penderita semakin meningkat dan banyak dampak negatif yang ditimbulkan.

*Diabetes mellitus* dalam jangka panjang dapat menimbulkan gangguan metabolik yang menyebabkan kelainan patologis makrovaskular dan mikrovaskular. *Diabetes mellitus* dibandingkan dengan penderita *non-diabetes mellitus* mempunyai kecenderungan 2 kali lebih mudah mengalami trombosis serebral, 25 kali terjadi buta, 2 kali terjadi penyakit jantung koroner, 17 kali terjadi gagal ginjal kronik, dan 50 kali menderita ulkus diabetika. Komplikasi menahun *diabetes mellitus* di Indonesia terdiri atas neuropati 60%, penyakit jantung koroner 20,5%, ulkus diabetika 15%, retinopati 10%, dan nefropati 7,1% (Rini 2008).

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan khususnya bidang matematika ikut berperan dalam memodelkan, menganalisis dan mempelajari penyebaran populasi *diabetes mellitus* secara umum. Boutayeb dkk (2006) melakukan studi dengan menganalisis model matematika yang berkaitan dengan evolusi diabetes ke tahap komplikasi. Model akan memantau ukuran populasi penderita *diabetes mellitus* dan akan memberikan jumlah orang dengan komplikasi sebagai fungsi waktu. Model mereka menunjukkan bagaimana strategi

efektif untuk biaya efisien dapat diperoleh dengan tindakan atas kejadian diabetes dan/atau mengendalikan evolusi ke tahap komplikasi.

Pada model populasi penderita *diabetes mellitus* ini diasumsikan kejadian diabetes konstan dan perkembangan diabetes ke taraf komplikasi yang tidak disebabkan oleh faktor dari luar seperti ekonomi, sosial, dan pengobatan. Variabel pada model adalah jumlah penderita diabetes tanpa komplikasi ( $D(t)$ ) dan jumlah penderita diabetes dengan komplikasi ( $C(t)$ ) dengan  $N(t) = D(t) + C(t)$  merupakan ukuran populasi penderita diabetes pada saat  $t$ .

Maka model adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\frac{dD}{dt} &= I - \frac{\beta DC}{N} - \mu D + \gamma C \\ \frac{dC}{dt} &= \frac{\beta DC}{N} - (\gamma + \mu + \nu + \delta)C\end{aligned}\tag{1.1}$$

dengan  $I$  adalah kejadian diabetes yang diasumsikan tidak memiliki komplikasi pada saat didiagnosis,  $\beta$  adalah probabilitas berkembangnya penderita *diabetes mellitus* tanpa komplikasi menjadi komplikasi,  $\mu$  adalah angka kematian alami,  $\gamma$  adalah tingkat pemulihan dari komplikasi,  $\nu$  adalah tingkat dimana pasien diabetes dengan komplikasi menjadi sangat cacat dan  $\delta$  angka kematian akibat komplikasi (Boutayeb dkk. 2006).

Dalam penelitian ini penulis mengkaji karya Boutayeb dengan melakukan studi matematika *diabetes mellitus* dan komplikasinya menggunakan analisis bifurkasi. Kontribusi penting dalam penelitian ini adalah penentuan kestabilan lokal titik ekuilibrium tanpa komplikasi penyakit lain dan kestabilan lokal titik ekuilibrium dengan komplikasi penyakit lain berdasarkan nilai eigen yang diperoleh. Kontribusi ini dapat dipandang sebagai upaya memberikan prosedur alternatif dalam menentukan kestabilan titik ekuilibrium tanpa komplikasi, sedangkan analisis kestabilan ekuilibrium dengan komplikasi menggunakan analisis bifurkasi. Variasi terhadap nilai parameter dapat menyebabkan munculnya bifurkasi pada sistem.

Penelitian ini juga akan dilengkapi dengan simulasi menggunakan Software Matlab. Matlab merupakan suatu program komputer yang dapat membantu memecahkan berbagai masalah matematis yang kerap kita temui dalam bidang teknis. Salah satu aspek yang sangat berguna dari Matlab adalah kemampuannya untuk menggambarkan jenis grafik, sehingga kita dapat memvisualisasikan data dan fungsi yang kompleks. Dengan Matlab akan dilakukan simulasi numerik menggunakan metode *forward Euler* untuk melihat perilaku solusi sistem penyebaran populasi *diabetes mellitus*. Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik ingin melakukan penelitian dengan judul: **ANALISIS MODEL DINAMIKA POPULASI *DIABETES MELLITUS* TANPA DAN DENGAN KOMPLIKASI PENYAKIT LAIN.**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan sebelumnya, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana analisis bifurkasi pada model dinamika populasi *diabetes mellitus* tanpa dan dengan komplikasi penyakit lain berdasarkan perubahan nilai dua parameter yang bersesuaian?
2. Bagaimana menggunakan software Matlab untuk melihat simulasi analisis bifurkasi terhadap model dinamika populasi *diabetes mellitus* tanpa dan dengan komplikasi penyakit lain dengan pendekatan numerik (*Forward Euler*) ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini difokuskan pada analisis bifurkasi terhadap model dinamika populasi *diabetes mellitus* tanpa dan dengan komplikasi penyakit lain. Dimana pada analisis bifurkasi ini membahas tentang perubahan parameter yang mengakibatkan penderita diabetes berkembang menjadi penderita diabetes dengan komplikasi penyakit lain yang mempengaruhi kestabilan sistem. Kejadian diabetes

diasumsikan tidak memiliki komplikasi pada saat didiagnosis ( $I$ ) adalah konstan. Nilai parameter diambil dari jurnal Boutayeb.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengalisis bifurkasi yang terjadi pada model dinamika populasi *diabetes mellitus* tanpa dan dengan komplikasi penyakit lain berdasarkan perubahan nilai dua parameter yang bersesuaian.
2. Menunjukkan hasil simulasi numerik dari analisis bifurkasi terhadap model dinamika populasi *diabetes mellitus* tanpa dan dengan komplikasi penyakit lain dengan pendekatan numerik (*Forward Euler*).

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini, diharapkan mempunyai manfaat antara lain:

1. Bagi peneliti

Merupakan media belajar dan meningkatkan pemahaman tambahan mengenai analisis model dinamika populasi *diabetes mellitus* tanpa dan dengan komplikasi penyakit lain.

2. Bagi pembaca

Sebagai tambahan informasi dan referensi dalam menganalisis model dinamika populasi *diabetes mellitus* bagi yang hendak melakukan penelitian yang serupa.