

BAB I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada akhir abad ke-20 seluruh masyarakat dunia terhentak dan mengalami kecemasan yang luar biasa karena ditemukan virus yang mampu melumpuhkan sistem pertahanan tubuh manusia. HIV merupakan singkatan dari *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) yang menjangkit sel-sel sistem kekebalan tubuh manusia dengan cara menyerang sel darah putih yang bernama sel CD4 sehingga dapat merusak sistem kekebalan tubuh manusia yang pada akhirnya tidak dapat bertahan dari gangguan penyakit bahkan yang sangat ringan sekalipun. Berdasarkan Kemenkes (2012) *Acquired immune deficiency syndrome* (AIDS) merupakan penyakit yang disebabkan virus HIV sampai saat ini belum dapat disembuhkan.

Pemberian terapi antiretroviral (ARV) dapat menghambat pergandaan virus dan memperpanjang waktu hidup Orang dengan HIV/AIDS (ODHA). ARV memiliki mekanisme kerja mencegah replikasi virus yang secara bertahap menurunkan jumlah virus dalam darah. Menurut pedoman ILO (2005) dengan rendahnya jumlah virus, diharapkan dapat tetap mempertahankan imunitas dari penderita. Penderita HIV/AIDS dapat memulai terapi ARV atau sebelum jumlah CD4 dibawah $350\text{sel}/\text{mm}^3$ darah Kemenkes (2011). Dari data yang diperoleh Kemenkes (2014) sampai dengan tahun 2014 dari total 84.030 ODHA yang menerima ARV, 45.631 ODHA diantaranya berhasil menjalankan pengobatan ini.

Masalah dalam kehidupan dibawa ke dalam model matematis untuk mempermudah penyelesaian dengan melibatkan asumsi-asumsi tertentu. Selanjutnya dari model yang didapat, dicari solusinya dengan cara analitis. Sistem persamaan diferensial non-linier muncul dalam model matematika. Model matematika yang sudah tersusun dalam persamaan diferensial, selanjutnya dengan matematika diharapkan akan diperoleh solusi akhir yang tepat, valid dan dapat diterima secara ilmiah oleh dunia ilmu pengetahuan. Pemodelan matematika merupakan salah satu cara untuk mengetahui penyebaran virus di dalam sel tubuh diantaranya adalah virus HIV. Model dinamika infeksi virus dengan tiga variabel, yaitu sel CD4 tak terinfeksi

(s), sel CD4 terinfeksi virus HIV (i), dan virus HIV (v), pertama kali dikembangkan oleh Nowak dkk. (1996).

Model tersebut terus mengalami perkembangan seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan. Beberapa penelitian tentang model dinamika virus ini dijadikan rujukan utama dalam penelitian ini, yaitu: jurnal yang berjudul *Viral Dynamics in Hepatitis B Virus Infection* oleh Nowak dkk. (1996), jurnal yang berjudul *Viral Dynamics In Vivo: Limitation On Estimates Of Intracellular Time Delay And Virus Decay* oleh Herz (1996) yang membahas analisis dinamika virus dalam sel tubuh dengan waktu tunda menggunakan simulasi numerik.

Waktu tunda (*delay time*) penting dalam pemodelan masalah nyata sebab keputusan biasanya didapat berdasarkan informasi pada keadaan sebelumnya. Pada penelitian ini dikaji model infeksi virus dengan waktu tunda akibat adanya tindakan pengobatan pada penderita yang diperkenalkan oleh Herz (1996). Waktu tunda pada sistem dideskripsikan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh virus yang menginfeksi sel hingga virus tersebut berkembang, penundaan terjadi karena adanya pengobatan berkesinambungan.

$$\begin{aligned}\frac{ds}{dt} &= \alpha - \delta s(t) - \beta(t)s(t)v(t) \\ \frac{di}{dt} &= \beta(t)s(t-\tau)v(t-\tau)e^{-\tilde{a}\tau} - \gamma i(t) \\ \frac{dv}{dt} &= \kappa(t)i(t) - \mu v(t)\end{aligned}\tag{1.1}$$

Persamaan diferensial waktu tunda dinamika virus HIV dalam tubuh pada model Herz (1996) dijelaskan bahwa parameter $\beta(t)$ dan $\kappa(t)$ bergantung waktu. Untuk memperjelas dan tidak memperluas masalah, dalam skripsi Sistem persamaan diferensial waktu tunda dinamika virus HIV dalam sel tubuh model Herz (1996) yang akan diteliti dibatasi untuk tingkat keefektifan pengobatan adalah parameter konstan ($\beta(t) = \beta; \kappa(t) = \kappa$).

Matlab dapat membantu untuk memvisualisasikan solusi dari model persamaan diferensial dengan waktu tunda. Dengan Matlab akan dilakukan simulasi numerik menggunakan metode *forward Euler* untuk melihat perilaku solusi sistem dinamika virus HIV dalam sel tubuh. 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 ialah kemampuannya untuk menggambarkan berbagai jenis grafik, sehingga kita dapat memvisualisasikan data dan fungsi yang kompleks. Berdasarkan latar belakang penulis tertarik untuk meneliti perilaku solusi sistem dibantu dengan program MATLAB dengan judul ”**Perilaku Solusi Sistem Persamaan Diferensial Waktu Tunda Dinamika Virus HIV Dalam Sel Tubuh**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perilaku solusi sistem persamaan diferensial waktu tunda dinamika virus HIV dalam sel tubuh manusia tanpa waktu tunda dan dengan waktu tunda?
2. Bagaimana menggunakan *software* Matlab untuk melihat simulasi perilaku solusi sistem dinamika virus HIV dalam sel tubuh dengan pendekatan numerik (metode *forward Euler*)?

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada perilaku solusi sistem persamaan diferensial waktu tunda dinamika virus HIV dalam sel tubuh
2. Sistem persamaan diferensial waktu tunda dinamika virus HIV dalam sel tubuh yang diteliti dibatasi pada parameter yang mempengaruhi jumlah sel terinfeksi dan plasma virus dengan parameter konstan ($\beta(t) = \beta; \kappa(t) = \kappa$)
3. Perilaku solusi sistem persamaan diferensial waktu dinamika virus HIV ini diamati dengan menggunakan simulasi numerik yaitu dengan menggunakan metode *forward Euler*

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Meneliti perilaku solusi sistem persamaan diferensial waktu tunda dinamika virus HIV dalam sel tubuh manusia tanpa waktu tunda dan dengan waktu tunda
2. Menunjukkan simulasi numerik menggunakan metode *forward Euler* untuk melihat perilaku solusi sistem dinamika virus HIV dalam sel tubuh manusia berdasarkan waktu tunda

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan diadakannya penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Bagi peneliti untuk menambah wawasan tentang sistem persamaan diferensial dinamika virus HIV dalam sel tubuh manusia dengan adanya waktu tunda tunda atau tanpa waktu tunda.
2. Bagi Pembaca memberikan informasi mengenai dinamika virus HIV dalam sel tubuh dengan keterkaitannya pada persamaan diferensial tanpa waktu tunda dan dengan waktu tunda.