

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Persoalan yang melibatkan model matematika banyak muncul dalam berbagai disiplin ilmu pengetahuan. Salah satunya adalah tentang penyebaran penyakit demam berdarah *dengue* yang telah dirumuskan dalam bentuk sistem persamaan diferensial biasa nonlinier oleh Side dan Noorani (2012). Konsep pemodelan matematika yaitu penyederhanaan fenomena – fenomena nyata dalam bentuk matematika berupa sistem persamaan diferensial. Dalam hal ini, pemodelan matematika digunakan sebagai salah satu upaya dalam mencegah penyebaran penyakit demam berdarah *dengue* yang menyebar luas di Indonesia.

Model yang dibangun oleh Side dan Noorani (2012) adalah model epidemi *Susceptible, Exposed, Infected* dan *Recovered* (SEIR). Dalam model ini dua faktor utama yang menyebabkan demam berdarah yaitu nyamuk sebagai *vector* dan manusia sebagai *host*. Model SEIR membagi populasi manusia N_h ke dalam empat variabel yaitu manusia yang berpotensi untuk ditulari virus demam berdarah (S_h), manusia yang memperlihatkan gejala ditulari virus demam berdarah (E_h), manusia yang terinfeksi virus demam berdarah (I_h), dan manusia yang telah sembuh (R_h). Sedangkan populasi nyamuk atau *vector* (N_v) dibagi menjadi tiga variabel yaitu, nyamuk yang berpotensi untuk ditulari virus demam berdarah (S_v), nyamuk yang rentan tetapi belum terinfeksi kepada penularan (E_v), dan nyamuk yang telah ditulari virus demam berdarah (I_v). Berikut merupakan model SEIR penyakit demam berdarah *dengue* sebagai berikut (Side 2015) :

Populasi manusia

$$\frac{dS_h}{dt} = \mu_h N_h - \left(\frac{\beta_h b I_v}{N_h} + p + \mu_h \right) S_h,$$

$$\frac{dE_h}{dt} = \left(\frac{\beta_h b I_v}{N_h} + p \right) S_h - (\mu_h + \varphi_h) E_h,$$

$$\frac{dI_h}{dt} = \varphi_h E_h - (\mu_h + \gamma_h + \alpha_h) I_h,$$

$$\frac{dR_h}{dt} = \gamma_h I_h - \mu_h R_h,$$

Populasi nyamuk

$$\frac{dS_v}{dt} = A - \left(\frac{\beta_v b I_h}{N_h} + \mu_v \right) S_v,$$

$$\frac{dE_v}{dt} = \left(\frac{\beta_v b I_h}{N_h} \right) S_v - (\mu_v + \delta_v) E_v,$$

$$\frac{dI_v}{dt} = \delta_v E_v - \mu_v I_v,$$

Model matematika penyakit demam berdarah *dengue* tersebut sudah di uji kestabilannya oleh Side, dkk (2015). Karena berbentuk Persamaan Diferensial Biasa nonlinear maka sulit untuk menyelesaikannya secara analitik sehingga dibutuhkan metode numerik.

Metode numerik adalah salah satu cara dalam menyelesaikan persamaan diferensial. Tidak seperti metode analitik yang menghasilkan solusi sejati, dalam metode numerik hasil yang diperoleh berupa solusi pendekatan. Adapun metode numerik dibagi menjadi 2 kelompok besar, yaitu metode satu langkah, sebab untuk menaksir nilai $y(x_{r+1})$ dibutuhkan satu buah taksiran nilai sebelumnya, $y(x_r)$ dan metode banyak langkah, sebab perkiraan nilai $y(x_{r+1})$ membutuhkan beberapa taksiran nilai sebelumnya, $y(x_r), y(x_{r-1}), y(x_{r-2}), \dots$. Yang termasuk ke dalam metode banyak langkah adalah metode *predictor-corrector*, metode Heun adalah metode *predictor-corrector*, namun metode Heun bukanlah metode banyak langkah, sebab taksiran nilai $y(x_{r+1})$ hanya didasarkan pada taksiran $y(x_r)$. Pada metode *predictor-corrector* ditaksir nilai $y(x_{r+1})$ dari $y(x_r), y(x_{r-1}), y(x_{r-2}), \dots$ dengan persamaan *predictor*, dan kemudian menggunakan persamaan *corrector* untuk menghitung nilai $y(x_{r+1})$ yang lebih baik (*improve*). Beberapa metode *predictor-corrector* (P-C) yang termasuk ke dalam metode banyak langkah adalah metode Adams – Bashforth – Moulton, metode Milne – Simpson, dan metode Hamming. Metode yang termasuk dalam metode satu langkah adalah metode Euler, metode Heun, metode deret Taylor, dan metode Runge Kutta. (Munir, 2013)

Model epidemi SEIR untuk penyakit demam berdarah *dengue* sudah pernah diselesaikan dengan menggunakan Metode Iterasi Variasi, Metode Perturbasi Homotopi, Metode Analisis Homotopi, Metode Dekomposisi Adomian Multistage Dan Metode Runge Kutta Orda 4. (Side dan Molliq, 2015)

Adapun penelitian yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah melakukan penyelesaian numerik dari model epidemi SEIR untuk penyakit demam berdarah *dengue* dengan menggunakan metode Heun sekaligus mengamati kestabilan dan kekosistenan metode Heun dalam menyelesaikan sistem persamaan diferensial. Dengan mengangkat judul: **“Menguji Kestabilan dan Kekonsistenan Metode Heun pada Model Epidemi *Susceptible, Exposed, Infected, dan Recovered* untuk Penyakit Demam Berdarah *Dengue*”**.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana menyelesaikan Model Epidemi *Susceptible, Exposed, Infected* dan *Recovered* penyakit demam berdarah *dengue* secara numerik dengan menggunakan metode Heun?
2. Apakah metode Heun merupakan metode yang stabil dan baik dalam menyelesaikan Model Epidemi *Susceptible, Exposed, Infected* dan *Recovered* penyakit demam berdarah *dengue*?

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, permasalahan dibatasi pada Model Epidemi *Susceptible, Exposed, Infected* dan *Recovered* penyakit demam berdarah *dengue* yang dibangun oleh Side dan Noorani (2012) dan software yang digunakan adalah Maple 18. Untuk mendapatkan penyelesaian hampiran model SEIR digunakan metode Heun. Adapun nilai parameter yang digunakan diperoleh dari penelitian Side dan Noorani (2012)

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mencari solusi numerik Model Epidemii *Susceptible, Exposed, Infected* dan *Recovered* penyakit demam berdarah *dengue* dengan menggunakan metode Heun.
2. Melakukan pengamatan terhadap hasil solusi analitik dari Model Epidemii *Susceptible, Exposed, Infected* dan *Recovered* penyakit demam berdarah *dengue* untuk melihat kestabilan dan kekonsistenan metode.

1.5. Manfaat Penelitian

a. Bagi Penulis

Bagi penulis, penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan mengenai penerapan persamaan diferensial dalam memodelkan suatu permasalahan dan metode penyelesaiannya.

b. Bagi Orang Lain

Dapat memberikan informasi kepada Masyarakat tentang peranan model matematika dan metode penyelesaiannya dalam kehidupan sehari – hari.