

Model Matematika Kecanduan Lem Aibon pada Anak Jalanan dengan Faktor Edukasi dan *Treatment*

Tiya Enggri Yeni¹, Defri Ahmad²

^{1,2},Departemen Matematika,Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam Universitas Negeri Padang (UNP)

Article Info

Article history:

Received November 22, 2022

Revised February 14, 2023

Accepted March 20, 2024

Keywords:

Addicted
SIR model
Education
Treatment
Equilibrium Point

Kata Kunci:

Kecanduan
Model SIR
Edukasi
Treatment
Titik Tetap

ABSTRACT

Abuse of aibon glue will cause addictive behavior because there is substance lysergic acid diethylamide in the glue. The level of spread of Aibon glue addiction depends on educational factors and the treatment given. This study aims to establish, analyze and interpret the results of the analysis of the mathematical model of Aibon glue addiction in street children with education and treatment factors. This research includes basic research using descriptive methods. The mathematical model formed is the SEIR model. Based on the analysis that has been carried out, two fixed points are obtained, namely the disease-free fixed point and the endemic fixed point. Disease-free fixed point is asymptotically stable if $\frac{a_1 b}{a_2} < a_4$. Whereas for an endemic fixed point it will be asymptotically stable if it meets the requirement obtained from the *Routh-Hurwitz* criteria. The greater the education given, the infected population decreases and the recovered population will decrease. Whereas when the treatment is getting bigger, the infected population decreases.

ABSTRAK

Penyalahgunaan lem aibon akan menyebabkan perilaku kecanduan karena terdapat zat *lysergic acid diethylamide* di dalam lem tersebut. Tingkat peyebaran kecanduan lem aibon tergantung dari faktor edukasi dan *treatment* yang diberikan. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk, menganalisis dan menginterpretasikan hasil analisis model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment*. Penelitian ini termasuk penelitian dasar dengan menggunakan metode deskriptif. Model matematika yang terbentuk adalah model SEIR. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh dua titik tetap yaitu titik tetap bebas penyakit dan titik tetap endemik. Titik tetap bebas penyakit bersifat stabil asimtotik jika $\frac{a_1 b}{a_2} < a_4$. Sedangkan untuk titik tetap endemik akan bersifat stabil asimtotik jika memenuhi beberapa syarat yang didapatkan dari kriteria *Routh-Hurwitz*. Semakin besar edukasi yang diberikan menyebabkan populasi terinfeksi dan populasi sembuh semakin menurun. Sedangkan ketika *treatment* semakin besar maka populasi terinfeksi semakin menurun.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis pertama:

(Tiya Enggri Yeni)

Prodi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar barat, Padang Utara, Padang, 25171
Email: tiyaenggriyeni01@gmail.com

Padang, Sumatera Barat

1. PENDAHULUAN

Pemodelan matematika ada suatu cabang dari ilmu matematika yang memiliki tujuan untuk menjelaskan atau mempresentasikan suatu permasalahan sehari-hari secara matematis[1]. Salah satu permasalahan tersebut ialah penyebaran yang terus meningkat dari penyalahgunaan zat adiktif

berupa lem aibon, karena dijual sebagai lem maka keberadaan lem aibon bersifat legal. Hal ini menyebabkan lem aibon termasuk NAPZA yang mudah didapatkan. Perilaku penyalahgunaan lem aibon pada umumnya dilakukan oleh anak-anak jalanan, yaitu anak yang berusia sekitar 5 sampai 18 tahun yang lebih banyak beraktifitas dijalanan karena beberapa faktor seperti ekonomi yang kurang, adanya konflik keluarga atau faktor budaya yang menyebabkan mereka turun ke jalan [2]. Orang yang menghirup lem aibon merasa bahwa mereka bisa menahan lapar, mengurangi kesengsaraan, mengurangi masalah serta memberikan ketenangan pikiran [3]. Hal ini mengakibatkan cepat berkembangannya penyalahgunaan lem aibon terutama pada anak jalanan. Berdasarkan data dari United Nations (UN) bahwa perkiraannya terdapat 150 juta anak jalanan di dunia dan jumlah ini diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya [4]. Menurut data kementerian sosial yang diperoleh pada Dashboard aplikasi SIKS-NG pada 26 Mei 2021, jumlah anak jalanan di Indonesia yaitu 9.113 [5]. Menurut Media Indonesia, 70% dari 18.000 anak jalanan kecanduan lem aibon [6].

Penyalahgunaan lem aibon akan menyebabkan perilaku kecanduan karena terdapat zat *lysergic acid diethylamide* di dalam lem tersebut. Zat adiktif berbahaya yang terkandung tersebutlah yang mengakibatkan kecanduan. Selain kecanduan tersebut juga muncul dampak kerusakan pada sel-sel tubuh, menimbulkan penyakit bahkan menimbulkan kematian [7]. *lysergic acid diethylamide* adalah zat semisintetik *psychedelic* yang termasuk *family ergoline*. Dosis yang mengakibatkan efek psikoaktif terhadap manusia adalah 20-30 miligram (mcg) [8]. *lysergic acid diethylamide* yang digunakan menimbulkan efek berbeda bagi setiap orang, peristiwa maupun dosis yang digunakan. Efek tersebut mulai terlihat satu jam setelah digunakan dan memuncak 2-8 jam. Efek tersebut secara bertahap menghilang setelah kurang lebih 12 jam [9].

Terdapat faktor yang melatarbelakangi perilaku kecanduan menghirup lem aibon yaitu faktor internal merupakan ketidaktahuan tentang bahayanya menghirup lem bagi kesehatan, rasa ingin tahu yang kuat, rasa ingin mencoba dan depresi serta faktor eksternal yaitu lingkungan bergaul atau teman sebaya dan lingkungan masyarakat. Kecanduan lem aibon dapat ditularkan akibat adanya interaksi dengan pengguna lem aibon [10]. Salah satu cara untuk mencegah penyebaran kecanduan lem aibon adalah dengan menjahui lingkungan yang akan menjerumuskan ke dalam lingkaran menghirup lem dan untuk meningkatkan kesadaran individu diperlukan edukasi berupa penyuluhan akan bahayanya menghirup lem bagi kesehatan [11]. Selain itu, apabila anak jalanan sudah kecanduan upaya lain yang harus dilakukan adalah dengan melakukan *treatment* (penyembuhan) yang diantaranya terdiri dari fase penerimaan awal (*initial intake*), fase detoksifikasi dan terapi komplikasi medik, dan fase sosialisasi dalam masyarakat [12].

Peran yang sangat penting dalam perkembangan bidang matematika adalah untuk mencegah meluasnya penyebaran penyakit [13]. Model matematika dapat diterapkan diberbagai disiplin ilmu dan bidang studi yang berbeda, diantaranya kita dapat melihat aplikasi di biologi. Salah satu penerapan model matematika dibiologi yaitu pada bidang kesehatan. Semacam model matematika untuk menganalisis penyebaran suatu penyakit diantaranya ada model epidemi SIR, SEIR dan lainnya [14]. Model matematika ini dibuat untuk melihat penyebaran kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment*, dan tujuan lain dibuatnya model matematika ini yaitu untuk menggambarkan dan menjelaskan sistem perilaku kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment* yang disajikan dengan model matematika.

Pemodelan matematika terhadap penyebaran kecanduan aibon telah dilakukan oleh Pratama pada tahun 2020 yang mendapatkan model penyebaran kecanduan lem aibon dari pengembangan model SIR dengan kecanduan lem aibon dapat dapat dikatakan suatu penyakit yang bisa menular dari satu individu ke individu lainnya. Karena penelitian ini membangun model matematis penyebaran kecanduan lem aibon dengan penambahan parameter α sebagai peluang individu rentan yang memperoleh edukasi dan parameter δ sebagai *treatment* untuk melihat perilaku penyebaran kecanduan lem aibon pada anak jalanan. Edukasi yang diambil peneliti berupa penyuluhan sosial tentang bahayanya menghirup lem bagi kesehatan yang dilakukan melalui penyebaran informasi, komunikasi, motivasi baik secara lisan, tulisan maupun peragaan kepada anak jalanan sehingga ada



pemahaman, pengetahuan dan kemauan untuk berpartisipasi secara aktif dalam pembangunan kesejahteraan sosial [14] dan *treatment* (penyembuhan) yang diambil peneliti berupa fase penerimaan awal (*initial intake*), fase detoksifikasi dan terapi komplikasi medik, dan fase sosialisasi masyarakat. Sehingga dengan adanya model matematika ini dapat sebagai acuan pengobatan bagi para pecandu lem aibon [15]. Dengan menggunakan pemodelan matematika yang berdasarkan asumsi-asumsi yang di buat, diharapkan dapat menjelaskan fenomena dan mengambil tindakan jika terjadi epidemi.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian dasar. Metodenya yaitu metode deskriptif yang berpedoman pada teori-teori yang relevan. Studi kepustakaan dilakukan dengan mengkaji teori yang berkaitan dengan kecanduan lem aibon. Langkah selanjutnya dalam proses tersebut sebagai berikut:

- a. Menentukan variabel dan parameter dalam model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment*.
- b. Membuat asumsi pada model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment*.
- c. Membentuk model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment*.
- d. Menganalisis model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment*, diperoleh dengan menentukan titik tetap dan menganalisis kestabilannya.
- e. Melakukan simulasi numerik dan menginterpretasikan dari hasil analisis yang diperoleh.
- f. Membuat kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Model Matematika Kecanduan Lem Aibon pada Anak Jalanan dengan Faktor Edukasi dan *Treatment*

Pembentukan model matematika diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang akan diselesaikan. Tahapan ini menentukan faktor-faktor yang dianggap penting yaitu identifikasi variabel, asumsi, dan parameter. Setelah itu membentuk hubungan antara variabel dengan parameter tersebut. Berikut variabel-variabel dalam pembentukan model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment*.

- a. *Susceptible (S)* : kelompok individu yang rentan menjadi pengguna lem aibon yaitu anak jalanan yang berusia 5-18 tahun dan belum mendapatkan edukasi
- b. *Education (E)* : kelompok individu yang memperoleh edukasi
- c. *Infected (I)* : kelompok individu yang menjadi pengguna lem aibon
- d. *Recovered (R)* : kelompok individu yang sembuh dari pengguna lem aibon
- e. *N* : total populasi
- f. *t* : waktu

Berikut parameter dalam pembentukan model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment* sebagai berikut:

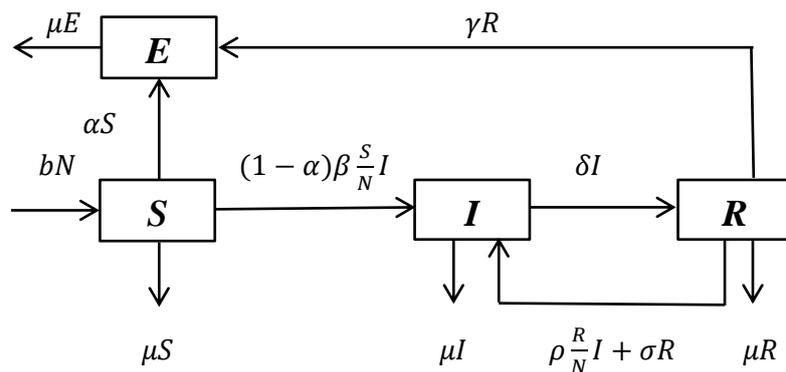
- a. *b* yaitu laju kelahiran alami
- b. α yaitu peluang individu rentan yang memperoleh faktor edukasi
- c. γ yaitu laju perubahan individu *recovered* menjadi individu *educatioan* akibat faktor *treatment*
- d. β yaitu laju interaksi individu rentan dengan individu pengguna lem aibon
- e. μ yaitu laju kematian alami
- f. δ yaitu faktor *treatment*
- g. ρ yaitu laju pengaruh teman sebaya

- h. σ yaitu laju kambuh karena dorongan zat *lysergic acid diethylamide* yang terdapat didalam lem aibon

Berikut asumsi-asumsi dalam pembentukan model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment* sebagai berikut:

- Adanya kematian alami pada masing-masing sub populasi.
- Kelahiran alami yaitu anak jalanan yang berusia 5-18 tahun.
- Kelompok individu *susceptible* yang mendapatkan edukasi awal akan masuk ke kelompok *education*. Sedangkan kelompok individu *susceptible* yang tidak mendapatkan edukasi maka akan menjadi individu terinfeksi jika melakukan kontak dengan individu pengguna lem aibon.
- Treatment* diberikan kepada kelompok individu *infected*, artinya setiap orang yang menerima *treatment* akan sembuh dari kecanduan lem aibon.
- Kelompok individu *recovered* dapat menjadi individu yang terinfeksi kembali walaupun tidak berinteraksi dengan individu pecandu aktif, karena adanya kebiasaan atau candu yang terkandung didalam lem aibon yaitu zat *lysergic acid diethylamide* dan adanya pengaruh interaksi dari teman sebaya untuk kembali kepada kelompok pengguna lem aibon.

Setelah variabel, parameter dan asumsi ditentukan akan dibentuk sebuah diagram dari model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment* sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Model Matematika Kecanduan Lem Aibon pada Anak Jalanan dengan Faktor Edukasi dan *Treatment*

Berdasarkan diagram di atas diperoleh model matematika kecanduan lem aibon dengan faktor edukasi dan *treatment* dalam bentuk sistem persamaan differensial nonlinear. Dengan memisalkan $a_1 = (\beta + \alpha\beta)$, $a_2 = (\alpha + \mu)$, $a_3 = (\beta - \alpha\beta)$, $a_4 = (\delta + \mu)$, $a_5 = (\sigma + \gamma + \mu)$. Sehingga diperoleh seperti berikut:

$$\frac{dS}{dt} = bN - \frac{a_1 SI}{N} - a_2 S \quad (1)$$

$$\frac{dE}{dt} = \alpha S + \gamma R - \mu E \quad (2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{a_3 SI}{N} + \frac{\rho RI}{N} + \sigma R - a_4 I \quad (3)$$

$$\frac{dR}{dt} = \delta I - \frac{\rho RI}{N} - a_5 R \quad (4)$$



3.2. Analisis Model

Analisis model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment* akan dilakukan dengan menentukan titik tetap model, bilangan reproduksi dasar dan analisis titik tetap model serta simulasi yang akan dilakukan.

3.2.1. Titik Tetap Model Matematika Kecanduan Lem Aibon pada Anak Jalanan dengan Faktor Edukasi dan *Treatment*

Titik tetap dari model diperoleh pada saat $\frac{dS}{dt} = 0, \frac{dE}{dt} = 0, \frac{dI}{dt} = 0$ dan $\frac{dR}{dt} = 0$. Sehingga diperoleh persamaan (1),(2),(3) dan (4) menjadi sebagai berikut:

$$bN - \frac{a_1SI}{N} - a_2S = 0 \quad (5)$$

$$a_3S + \gamma R - \mu E = 0 \quad (6)$$

$$\frac{a_3SI}{N} + \frac{\rho RI}{N} + \sigma R - a_4I = 0 \quad (7)$$

$$\delta I - \frac{\rho RI}{N} - a_5R = 0 \quad (8)$$

3.2.1.1 Titik Tetap Bebas Penyakit (e_0)

Titik tetap bebas penyakit merupakan suatu keadaan dimana tidak adanya penyebaran pengguna lem aibon dalam populasi. Sehingga diperoleh titik tetap bebas penyakit yaitu:

$$e_0 = \left(\frac{bN}{a_2}, \frac{abN}{a_2\mu}, 0, 0 \right)$$

3.2.1.2 Titik Tetap Endemik (e_1)

Titik tetap endemik merupakan titik tetap yang diperoleh pada saat adanya individu yang terinfeksi dalam suatu populasi. Diperoleh titik tetap $e_1 = (S^*, E^*, I^*, R^*)$ sebagai berikut:

$$S^* = \frac{bN^2}{a_1I^* + a_2N}$$

$$E^* = \frac{abN^2(\rho I^* + a_5N) + \gamma \delta I^* N(a_1I^* + a_2N)}{(a_1I^* + a_2N)(\rho I^* + a_5N)\mu}$$

$$I^* = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

Dimana,

$$A = a_1\rho\delta - a_1a_4\rho$$

$$B = a_3\rho bN + a_2\rho\delta N + a_1\sigma\delta N - a_2a_4\rho N - a_1a_4a_5N$$

$$C = a_3a_5bN^2 + a_2\sigma\delta N^2 - a_2a_4a_5N^2$$

$$R^* = \frac{\delta I^* N}{\rho I^* + a_5N}$$

3.2.2 Bilangan Reproduksi Dasar

Bilangan (R_0) adalah suatu bilangan yang digunakan untuk melihat didalam suatu kelompok terjadi endemik atau tidak. (R_0) akan dicari dengan memakai metode *next generation matriks* dengan menggunakan persamaan dari kelas terinfeksi. Jika $R_0 < 1$ yang artinya penyakit tidak mewabah, jika $R_0 > 1$ dalam artian penyakit mewabah. Sehingga didapatkan R_0 yaitu:

$$R_0 = \frac{a_3bN}{a_2a_4N} + \frac{\rho abN}{a_2a_4\mu N}$$

3.2.3 Kestabilan Titik Tetap Model Matematika Kecanduan Lem Aibon pada Anak Jalanan dengan Faktor Edukasi dan *Treatment*

Kestabilan titik tetap pada model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment* dapat dicari dengan menentukan nilai eigen dari matriks Jacobi pada persamaan (5) sampai (8) sehingga didapatkan matriks Jacobi seperti berikut:

$$J(f(T)) = \begin{bmatrix} -\frac{a_1 I}{N} - a_2 & 0 & -\frac{a_1 S}{N} & 0 \\ \alpha & -\mu & 0 & \gamma \\ \frac{a_3 I}{N} & 0 & \frac{a_3 S}{N} + \frac{\rho R}{N} - a_4 & \frac{\rho I}{N} + \sigma \\ 0 & 0 & -\frac{\rho R}{N} & -\frac{\rho I}{N} - a_5 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dilakukan analisis kestabilan pada kedua titik tetap dari model.

3.2.3.1 Kestabilan Titik Tetap Bebas Penyakit (e_0)

Titik tetap akan stabil apabila semua nilai eigen dari matriks Jacobi pada titik tetap endemik penyebaran kecanduan lem aibon bernilai negatif. Matriks Jacobi dari titik tetap bebas penyakit sebagai berikut:

$$J(f(e_0)) = \begin{bmatrix} -a_2 & 0 & -\frac{a_1 b}{a_2} & 0 \\ \alpha & -\mu & 0 & \gamma \\ 0 & 0 & \frac{a_1 b}{a_2} - a_4 & \sigma \\ 0 & 0 & 0 & -a_5 \end{bmatrix}$$

Dari bentuk matriks $J(f(e_0))$ maka diperoleh persamaan karakteristik, yakni:

$$(\lambda + a_2)(\lambda + \mu) \left(\lambda - \frac{a_1 b}{a_2} + a_4 \right) (\lambda + a_5) = 0$$

$$(\lambda_1 + a_2) = 0, \lambda_1 = -a_2, \text{ karena } a_2 > 0 \text{ maka } \lambda_1 < 0$$

$$(\lambda_2 + \mu) = 0, \lambda_2 = -\mu, \text{ karena } \mu > 0 \text{ maka } \lambda_2 < 0$$

$$\left(\lambda_3 - \frac{a_1 b}{a_2} + a_4 \right) = 0, \lambda_3 = \frac{a_1 b}{a_2} - a_4, \text{ karena } \frac{a_1 b}{a_2} < a_4 \text{ maka } \lambda_3 < 0$$

$$(\lambda_4 + a_5) = 0, \lambda_4 = -a_5, \text{ karena } a_5 > 0 \text{ maka } \lambda_4 < 0$$

Dari persamaan karakteristik diatas dapat diketahui bahwa $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ dan λ_4 bernilai negatif maka titik tetap bebas penyakit stabil asimtotik.

3.2.3.2 Kestabilan Titik Tetap Endemik (e_1)

Matriks Jacobi disekitar e_1 sebagai berikut:

$$J(f(e_1)) = \begin{bmatrix} -\frac{a_1 I^*}{N} - a_2 & 0 & -\frac{a_1 S^*}{N} & 0 \\ \alpha & -\mu & 0 & \gamma \\ \frac{a_3 I^*}{N} & 0 & \frac{a_3 S^*}{N} + \frac{\rho R^*}{N} - a_4 & \frac{\rho I^*}{N} + \sigma \\ 0 & 0 & -\frac{\rho R^*}{N} & -\frac{\rho I^*}{N} - a_5 \end{bmatrix}$$

Sehingga diperoleh persamaan:

$$\lambda^4 + \left(\frac{\rho I^*}{N} + \frac{a_1 I^*}{N} + a_5 + a_2 + \mu - \frac{a_3 S^*}{N} - \frac{\rho R^*}{N} \right) \lambda^3 + \left(\frac{a_4 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 a_4 I^*}{N} + \frac{a_1 \rho I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 \rho I^*}{N} + \frac{\rho \mu I^*}{N} + \frac{a_1 \mu I^*}{N} + a_2 a_5 + a_4 a_5 + a_2 a_4 + a_4 \mu + a_5 \mu + a_2 \mu - \frac{a_3 \rho S^* I^*}{N^2} - \frac{\rho^2 R^* I^*}{N^2} - \frac{a_3 a_5 S^*}{N} - \frac{a_5 \rho R^*}{N} \right) \lambda^2 + \left(\frac{a_1 a_5 \rho I^*}{N} + \frac{a_2 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 \mu \rho I^*}{N} + \frac{a_1 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 \mu \rho I^*}{N} + \frac{a_1 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 \rho I^*}{N} \right) \lambda + \left(\frac{a_1 a_5 \rho I^*}{N} + \frac{a_2 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 \mu \rho I^*}{N} + \frac{a_1 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 \rho I^*}{N} \right) = 0$$



$$\begin{aligned} & \left(\frac{a_2 a_3 S^*}{N} - \frac{a_2 \rho R^*}{N} - \frac{a_3 \mu S^*}{N} - \frac{\rho \mu R^*}{N} \right) \lambda^2 + \left(\frac{a_1 a_4 \rho I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_4 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 a_4 \rho I^*}{N} + \frac{a_4 \rho \mu I^*}{N} + \frac{a_1 a_4 \mu I^*}{N} + \frac{a_1 \rho \mu I^{*2}}{N^2} + \right. \\ & \left. \frac{a_1 a_5 \mu I^*}{N} + \frac{a_2 \rho \mu I^*}{N} + a_2 a_4 a_5 + a_4 a_5 \mu + a_2 a_4 \mu + a_2 a_5 \mu + a_4 - \frac{a_1 \rho R^* I^*}{N^2} - \frac{a_1 \rho^2 R^* I^{*2}}{N^3} - \frac{a_1 a_5 \rho R^* I^*}{N^2} - \right. \\ & \left. \frac{a_2 a_3 \rho S^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 \rho^2 R^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 a_3 a_5 S^*}{N} - \frac{a_2 a_5 \rho R^*}{N} - \frac{a_3 \rho \mu S^* I^*}{N^2} - \frac{\rho^2 \mu R^* I^*}{N^2} - \frac{a_3 a_5 \mu S^*}{N} - \frac{a_5 \rho \mu R^*}{N} - \frac{a_1 \rho \mu R^* I^*}{N^2} - \right. \\ & \left. \frac{a_2 a_3 \mu S^*}{N} - \frac{a_2 \rho \mu R^*}{N} \right) \lambda + \frac{a_1 a_4 \rho \mu I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_4 a_5 \mu I^*}{N} + \frac{a_2 a_4 \rho \mu I^*}{N} + a_2 a_4 a_5 \mu - \frac{a_1 \rho^2 \mu R^* I^{*2}}{N^3} - \frac{a_1 a_5 \rho \mu R^* I^*}{N^2} - \\ & \frac{a_2 a_3 \rho \mu S^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 \rho^2 \mu R^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 a_3 a_5 \mu S^*}{N} - \frac{a_2 a_5 \rho \mu R^*}{N} \end{aligned}$$

Persamaan ini dapat ditulis dalam suatu persamaan karakteristik yang berbentuk λ :

$$b_0 \lambda^4 + b_1 \lambda^3 + b_2 \lambda^2 + b_3 \lambda + b_4 = 0$$

Dimana:

$$b_0 = 1$$

$$b_1 = \frac{\rho I^*}{N} + \frac{a_1 I^*}{N} + a_5 + a_2 + \mu - \frac{a_3 S^*}{N} - \frac{\rho R^*}{N}$$

$$b_2 = \frac{a_4 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 a_4 I^*}{N} + \frac{a_1 \rho I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 \rho I^*}{N} + \frac{\rho \mu I^*}{N} + \frac{a_1 \mu I^*}{N} + a_2 a_5 + a_4 a_5 + a_2 a_4 + a_4 \mu + a_5 \mu$$

$$+ a_2 \mu - \frac{a_3 \rho S^* I^*}{N^2} - \frac{\rho^2 R^* I^*}{N^2} - \frac{a_3 a_5 S^*}{N} - \frac{a_5 \rho R^*}{N} - \frac{a_2 a_3 S^*}{N} - \frac{a_2 \rho R^*}{N} - \frac{a_3 \mu S^*}{N} - \frac{\rho \mu R^*}{N}$$

$$b_3 = \frac{a_1 a_4 \rho I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_4 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 a_4 \rho I^*}{N} + \frac{a_4 \rho \mu I^*}{N} + \frac{a_1 a_4 \mu I^*}{N} + \frac{a_1 \rho \mu I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_5 \mu I^*}{N} + \frac{a_2 \rho \mu I^*}{N} + a_2 a_4 a_5 + a_4$$

$$a_5 \mu + a_2 a_4 \mu + a_2 a_5 \mu + a_4 - \frac{a_1 \rho R^* I^*}{N^2} - \frac{a_1 \rho^2 R^* I^{*2}}{N^3} - \frac{a_1 a_5 \rho R^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 a_3 \rho S^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 \rho^2 R^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 a_3 a_5 S^*}{N} -$$

$$\frac{a_2 a_5 \rho R^*}{N} - \frac{a_3 \rho \mu S^* I^*}{N^2} - \frac{\rho^2 \mu R^* I^*}{N^2} - \frac{a_3 a_5 \mu S^*}{N} - \frac{a_5 \rho \mu R^*}{N} - \frac{a_1 \rho \mu R^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 a_3 \mu S^*}{N} - \frac{a_2 \rho \mu R^*}{N}$$

$$b_4 = \frac{a_1 a_4 \rho \mu I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_4 a_5 \mu I^*}{N} + \frac{a_2 a_4 \rho \mu I^*}{N} + a_2 a_4 a_5 \mu - \frac{a_1 \rho^2 \mu R^* I^{*2}}{N^3} - \frac{a_1 a_5 \rho \mu R^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 a_3 \rho \mu S^* I^*}{N^2} -$$

$$\frac{a_2 \rho^2 \mu R^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 a_3 a_5 \mu S^*}{N} - \frac{a_2 a_5 \rho \mu R^*}{N}$$

Berdasarkan kriteria *Routh-Hurwitz* dapat dirangkum titik tetap endemik jika memenuhi syarat sebagai berikut:

- i. $\frac{\rho I^*}{N} + \frac{a_1 I^*}{N} + a_5 + a_2 + \mu > \frac{a_3 S^*}{N} + \frac{\rho R^*}{N}$
- ii. $\frac{a_4 \rho I^*}{N} + \frac{a_1 a_4 I^*}{N} + \frac{a_1 \rho I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 \rho I^*}{N} + \frac{\rho \mu I^*}{N} + \frac{a_1 \mu I^*}{N} + a_2 a_5 + a_4 a_5 + a_2 a_4 + a_4 \mu +$
 $a_5 \mu + a_2 \mu > \frac{a_3 \rho S^* I^*}{N^2} + \frac{\rho^2 R^* I^*}{N^2} + \frac{a_3 a_5 S^*}{N} + \frac{a_5 \rho R^*}{N} + \frac{a_2 a_3 S^*}{N} + \frac{a_2 \rho R^*}{N} + \frac{a_3 \mu S^*}{N} + \frac{\rho \mu R^*}{N}$
- iii. $\frac{a_1 a_4 \rho I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_4 a_5 I^*}{N} + \frac{a_2 a_4 \rho I^*}{N} + \frac{a_4 \rho \mu I^*}{N} + \frac{a_1 a_4 \mu I^*}{N} + \frac{a_1 \rho \mu I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_5 \mu I^*}{N} + \frac{a_2 \rho \mu I^*}{N} + a_2 a_4 a_5 +$
 $a_4 a_5 \mu + a_2 a_4 \mu + a_2 a_5 \mu + a_4 > \frac{a_1 \rho R^* I^*}{N^2} + \frac{a_1 \rho^2 R^* I^{*2}}{N^3} + \frac{a_1 a_5 \rho R^* I^*}{N^2} + \frac{a_2 a_3 \rho S^* I^*}{N^2} + \frac{a_2 \rho^2 R^* I^*}{N^2} +$
 $\frac{a_2 a_3 a_5 S^*}{N} + \frac{a_2 a_5 \rho R^*}{N} + \frac{a_3 \rho \mu S^* I^*}{N^2} + \frac{\rho^2 \mu R^* I^*}{N^2} + \frac{a_3 a_5 \mu S^*}{N} + \frac{a_5 \rho \mu R^*}{N} + \frac{a_1 \rho \mu R^* I^*}{N^2} + \frac{a_2 a_3 \mu S^*}{N} + \frac{a_2 \rho \mu R^*}{N}$
- iv. $\frac{a_1 a_4 \rho \mu I^{*2}}{N^2} + \frac{a_1 a_4 a_5 \mu I^*}{N} + \frac{a_2 a_4 \rho \mu I^*}{N} + a_2 a_4 a_5 \mu > \frac{a_1 \rho^2 \mu R^* I^{*2}}{N^3} + \frac{a_1 a_5 \rho \mu R^* I^*}{N^2} + \frac{a_2 a_3 \rho \mu S^* I^*}{N^2} +$
 $\frac{a_2 \rho^2 \mu R^* I^*}{N^2} - \frac{a_2 a_3 a_5 \mu S^*}{N} - \frac{a_2 a_5 \rho \mu R^*}{N}$
- v. $b_1 b_2 > b_0 b_3$ dan $b_1 > 0$
- vi. $x_1 b_3 > b_1 x_2$ dan $x_1 > 0$
- vii. $z_1 > 0$

3.2.4 Simulasi Model

Simulasi dilakukan dengan menggunakan software Maple 18 dengan memberikan nilai pada setiap parameter.

3.2.4.1 Simulasi Titik Tetap Bebas Penyakit (e_0)

Parameter yang akan digunakan sebagai berikut:

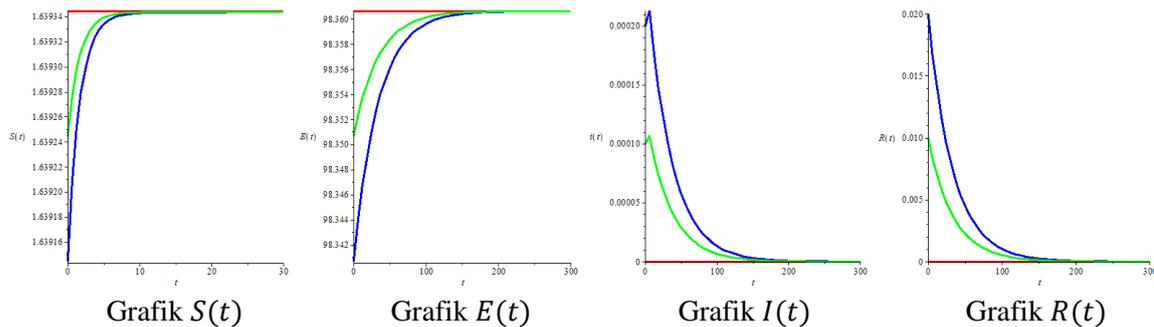
Tabel 3. Nilai Parameter Titik Tetap Bebas Penyakit (e_0)

Parameter	Nilai
N	100
b	0.01
α	0.60
β	0.46
δ	0.80
ρ	0.34
σ	0.01
γ	0.02
μ	0.01

Dari nilai parameter diatas subsitusikan pada titik tetap bebas penyakit dan bilangan reproduksi dasar sebagai berikut:

$$e_0 = (1.639344262; 98.360065574; 0; 0) \text{ dan } R_0 = 0.416595831$$

Didapatkan $R_0 < 1$ yang artinya penyakit tidak mewabah. Dari nilai parameter pada Tabel 3 diperoleh grafik yaitu:



Gambar 1. Trayektori di Sekitar e_0

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui trayektori (kurva biru dan hijau) bergerak mendekati titik tetap bebas penyakit (kurva merah). Dapat diketahui bahwa e_0 stabil asimtotik dimana diperkuat dengan nilai $R_0 < 1$, yang berarti dalam waktu tertentu penyebaran kecanduan lem aibon akan menghilang dalam populasi.

3.2.4.2 Simulasi Titik Tetap Endemik (e_1)

Akan disimulasikan untuk keadaan terdapat individu yang terpengaruh lem aibon dengan parameter yang digunakan sebagai berikut:



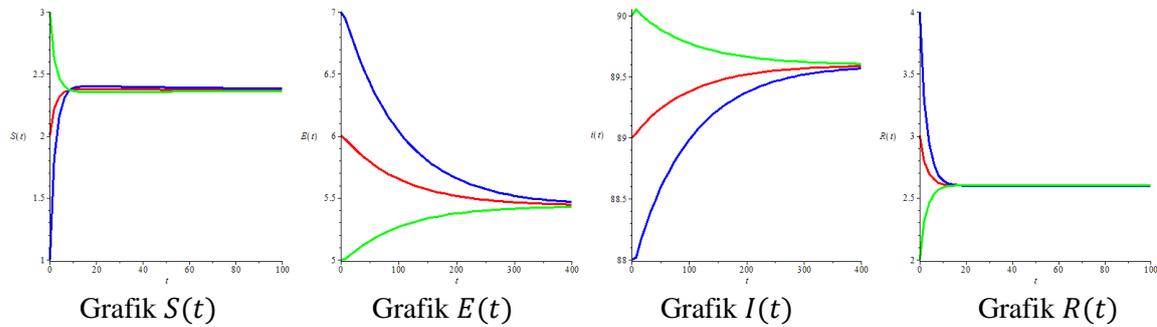
Tabel 4. Nilai Parameter Titik Tetap Endemik (e_1)

Parameter	Nilai
N	100
b	0.01
α	0.001
β	0.46
δ	0.01
ρ	0.34
σ	0.01
γ	0.02
μ	0.01

Titik yang diperoleh jika nilai parameter dari Tabel 4 disubsitusikan pada titik tetap endemik dan bilangan reproduksi dasar adalah:

$$e_1 = (2; 6; 89; 3) \text{ dan } R_0 = 22.43363636$$

Didapatkan $R_0 > 1$ yang artinya penyakit mewabah. Dari parameter pada Tabel 4 diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 2. Trayektori di Sekitar e_1

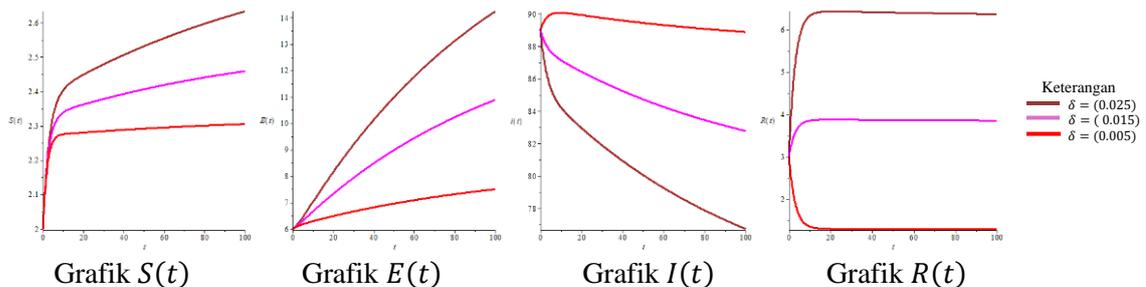
Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa trayektori (kurva biru dan hijau) bergerak mendekati titik tetap endemik (kurva merah). Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa e_1 bersifat stabil asimtotik dimana diperkuat dengan nilai $R_0 > 1$, yang berarti akan terjadi penyebaran kecanduan lem aibon dalam waktu yang lama.

3.2.4.3 Simulasi Titik Tetap Endemik (e_1) dengan Nilai α dan δ berbeda

Parameter yang akan digunakan dalam simulasi sama dengan Tabel 4.

- a. $\alpha = 0.025$ dan $\delta = (0.025; 0.015; 0.005)$

Dari parameter yang digunakan diperoleh grafik sebagai berikut:

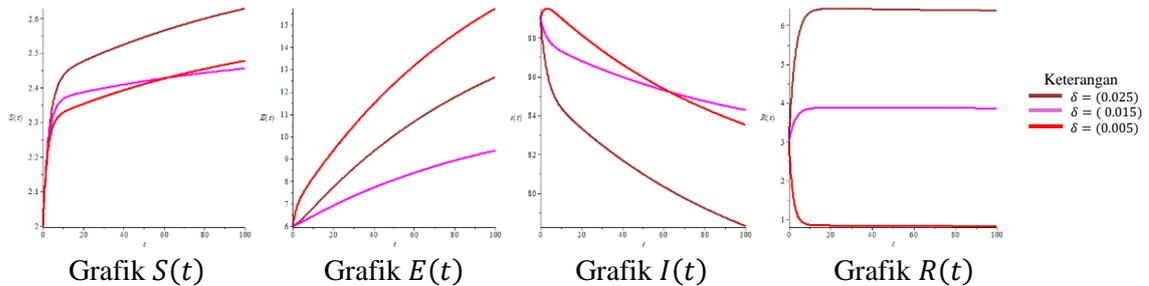


Gambar 3. Trayektori di Sekitar e_1 dengan $\alpha = 0.025$ dan δ Berbeda

Dari Gambar 3 diketahui bahwa semakin besar nilai δ maka populasi rentan, populasi edukasi dan populasi sembuh semakin meningkat, sedangkan populasi terinfeksi semakin menurun karena δ diberikan kepada populasi terinfeksi.

b. $\alpha = 0.015$ dan $\delta = (0.025; 0.015; 0.005)$

Dari parameter yang digunakan diperoleh grafik sebagai berikut:

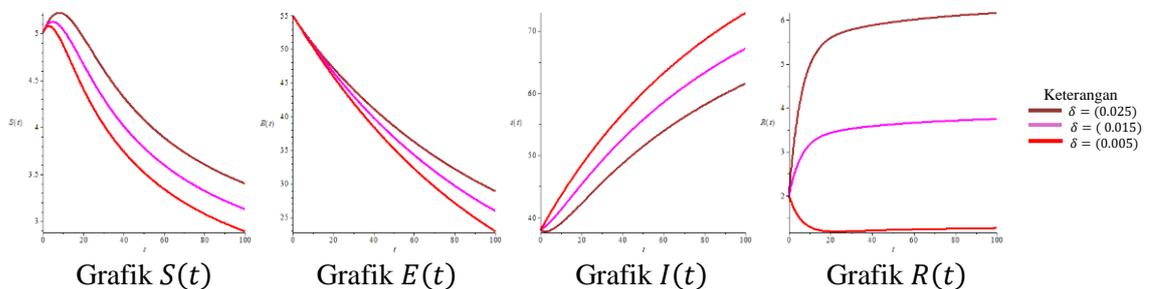


Gambar 4. Trayektori di Sekitar e_1 dengan $\alpha = 0.015$ dan δ Berbeda

Dari Gambar 4 diketahui bahwa semakin besar nilai δ maka populasi rentan, populasi edukasi dan populasi sembuh semakin meningkat, sedangkan populasi terinfeksi semakin menurun karena δ diberikan kepada populasi terinfeksi.

c. $\alpha = 0.005$ dan $\delta = (0.025; 0.015; 0.005)$

Dari parameter yang digunakan diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Trayektori di Sekitar e_1 dengan $\alpha = 0.005$ dan δ Berbeda

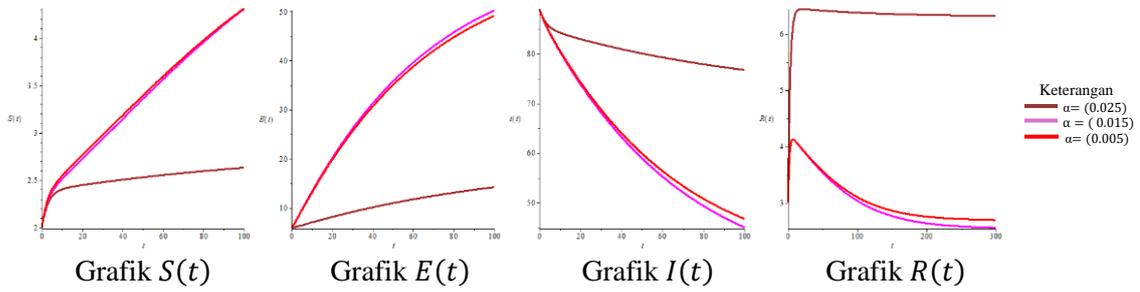
Dari Gambar 5 diketahui bahwa semakin besar nilai δ maka populasi rentan, populasi edukasi dan populasi sembuh semakin meningkat, sedangkan populasi terinfeksi semakin menurun karena δ diberikan kepada populasi terinfeksi.

3.2.4.4 Simulasi Titik Tetap Endemik (e_1) dengan Nilai δ dan α berbeda

Parameter yang akan digunakan dalam simulasi sama dengan Tabel 4.

a. $\delta = 0.025$ dan $\alpha = (0.025; 0.015; 0.005)$

Dari parameter yang digunakan diperoleh grafik sebagai berikut:

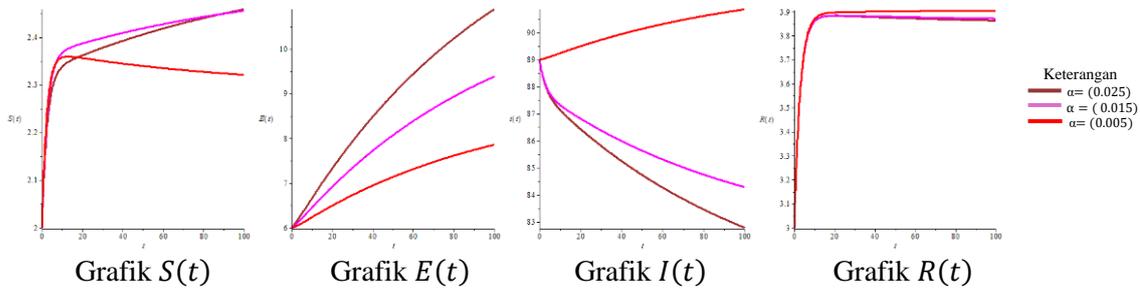


Gambar 6. Trayektori di Sekitar e_1 dengan $\delta = 0.025$ dan α Berbeda

Dari Gambar 6 diketahui bahwa semakin besar nilai α maka populasi rentan semakin menurun dan individu edukasi berbanding lurus dengan individu rentan, yang artinya apabila individu yang rentan sedikit maka individu edukasi juga sedikit. Sedangkan populasi terinfeksi akan semakin meningkat dan individu sembuh juga berbanding lurus dengan individu terinfeksi, yang artinya apabila individu yang terinfeksi banyak maka individu yang sembuh juga banyak.

b. $\delta = 0.015$ dan $\alpha = (0.025; 0.015; 0.005)$

Dari parameter yang digunakan diperoleh grafik sebagai berikut:

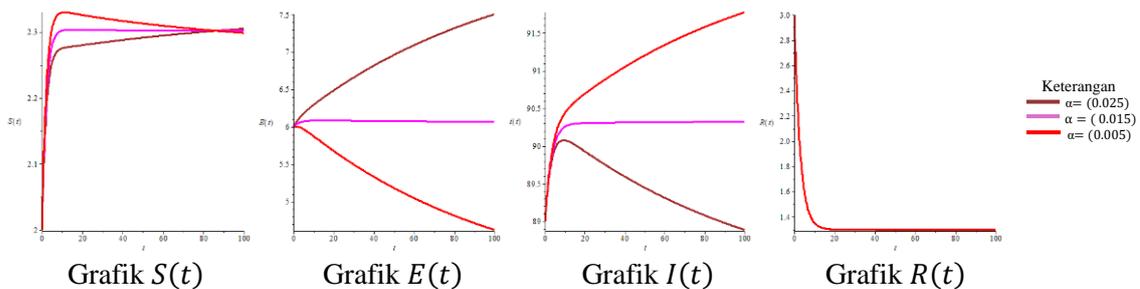


Gambar 7. Trayektori di Sekitar e_1 dengan $\delta = 0.015$ dan α Berbeda

Dari Gambar 7 diketahui bahwa bahwa semakin besar nilai α maka populasi rentan semakin meningkat dan individu edukasi berbanding lurus dengan individu rentan, yang artinya apabila individu yang rentan banyak maka individu edukasi juga banyak. Sedangkan populasi terinfeksi akan semakin menurun dan individu sembuh juga berbanding lurus dengan individu terinfeksi, yang artinya apabila individu yang terinfeksi sedikit maka individu yang sembuh juga sedikit.

c. $\delta = 0.005$ dan $\alpha = (0.025; 0.015; 0.005)$

Dari parameter yang digunakan diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 8. Trayektori di Sekitar e_1 dengan $\delta = 0.005$ dan α Berbeda

Dari Gambar 8 diketahui bahwa semakin besar nilai α maka populasi rentan semakin meningkat dan individu edukasi berbanding lurus dengan individu rentan, yang artinya apabila individu yang rentan banyak maka individu edukasi juga banyak. Sedangkan populasi terinfeksi akan semakin menurun dan untuk populasi sembuh perubahan nilai α tidak terlalu berpengaruh.

3.2.5 Interpretasi Model Matematika Kecanduan Lem Aibon pada Anak Jalanan dengan Faktor Edukasi dan *Treatment*

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh dua titik tetap yaitu titik tetap bebas penyakit bersifat stabil asimtotik yang artinya penyakit tidak mewabah dan titik tetap endemik juga bersifat stabil asimtotik yang berarti penyakit mewabah. Hasil simulasi yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin besar edukasi yang diberikan dari pada *treatment* menyebabkan populasi rentan semakin meningkat dan individu edukasi berbanding lurus dengan individu rentan, yang artinya apabila individu yang rentan banyak maka individu edukasi juga banyak. Namun untuk populasi terinfeksi akan semakin menurun dan individu sembuh juga berbanding lurus dengan individu terinfeksi, yang artinya apabila individu yang terinfeksi sedikit maka individu yang sembuh juga sedikit. Sedangkan ketika *treatment* semakin besar maka populasi rentan, populasi edukasi dan populasi sembuh semakin meningkat, sedangkan populasi terinfeksi semakin menurun karena *treatment* diberikan kepada populasi terinfeksi.

4. KESIMPULAN

Model matematika kecanduan lem aibon pada anak jalanan dengan faktor edukasi dan *treatment* berbentuk sistem persamaan diferensial. Model matematika yang terbentuk adalah model SEIR. Dari hasil analisis model diperoleh titik tetap bebas penyakit bersifat stabil asimtotik jika $\frac{a_1 b}{a_2} < a_4$ serta titik tetap endemik akan bersifat stabil asimtotik jika memenuhi beberapa syarat yang didapatkan dari kriteria *Routh-Hurwitz*. Semakin besar edukasi yang diberikan menyebabkan populasi terinfeksi dan populasi sembuh semakin menurun. Sedangkan ketika *treatment* semakin besar maka populasi terinfeksi semakin menurun.

REFERENSI

- [1] Rosha, Media. 2013. *Pemodelan Matematika*. Padang: UNP.
- [2] Devras, E., Kriswanto, J. S., & Hermansyah, H. (2013). *Tingkat Self Esteem pada Anak Jalanan Di Jakarta*. Aspirasi: Jurnal Masalah-masalah Sosial, 4(1), 75-82.
- [3] Prasetya, F. (2014). *Penyalahgunaan Inhalen Jenis Lem Aibon dan Dampaknya Terhadap Status Gizi di Kota Kendari*. Jurnal Gizi Ilmiah, 1(1), 1-14.
- [4] Unicef, (2001). *A Study On Streat Children In Zimbabwe*. Evaluation Report. (805), 89-104. Retrieved from https://www.unicef.org/evaldatabase/index_14411.html.
- [5] Pratama, R. A., Ruslau, M. F., & Suryani, D. R. (2020). *Model Matematika Kecanduan Terhadap Aibon*. Jurnal Axiomath: Jurnal Matematika Dan Aplikasinya, 2(1), 10-15.
- [6] Lestari, I. R., dan Meidiyustiani, R. (2022). *Edukasi Peningkatan Kreativitas Anak Jalanan Masa Pandemi Covid-19 melalui Media Online*. Jurnal Pengabdian Masyarakat TEKNO, 3(1), 51-57.
- [7] Buanasari, A., dan Bidjuni, H. J. (2021). *Pengalaman Adiksi Menghirup Lem Pada Remaja di Kota Manado: Studi Kualitatif*. Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes, 12, 1270129.
- [8] Tajuddin, M. A. (2018). *Perilaku Ngelem Aibon Pada Anak Jalanan Di Kota Merauke Dari Perspektif Kriminologi*. Law Review, 17(3), 297-316.
- [9] Asmaningrum, H. P., dan Nurvitasari, E. (2017). *Peran Penyuluhan Penyalahgunaan Lem Aibon Menggunakan Media Audio Visual Terhadap Pengetahuan Remaja SMA Negeri 2 Merauke*. Societas: Jurnal Ilmu Administrasi dan Sosial, 6(2), 89-97.
- [10] Yunus, M. (2018). *Dampak Patologis Menghirup Lem pada Remaja*. JIGC (Journal of Islamic and Counseling), 2(2), 229-240.
- [11] Kementerian Sosial Republik Indonesia. 2015. *Modul Penyuluhan Sosial Tentang Pencegahan Penyalahgunaan Narkotika, Psikotropika dan Zat Adiktif (NAPZA)*. Jakarta: Mentri Sosial Republik Indonesia.
- [12] Rosalina, F., Cahyani, V. P. N., dan Putri, V. R. (2019). *Penyalahgunaan Lem Aibon Bagi Anak-Anak Di Kota Sorong Papua Barat*. Abdimas: Papua Journal of Community Service, 1(1), 4-11.
- [13] Ulfa, M., & Sugiyanto, S. (2013). *Model Matematika Untuk Kontrol Campak Menggunakan Vaksinasi*. Jurnal Fourier, 2(2), 81-89.



-
- [14] Side, S., Sanusi, W., & Rustan, N. K. (2020). *Model Matematika SIR Sebagai Solusi Kecanduan Penggunaan Media Sosial*. JMathCos (Journal of Mathematics, Computations, and Statistics), 3(2), 126-138.
- [15] Mulkiyan, M., & Farid, A. (2017). *Terapi Holistik terhadap Pecandu Narkoba*. *Konseling Religi*, 8, 269-92.