

Model Matematika Jumlah Pemakai Narkoba dengan Program Rehabilitasi

Eli Yuliza^{#1}, Media Rosha^{#2}, Riry Sriningsih^{#3}

[#]Mathematics Department State University of Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, 25131, Telp. (0751) 444648, Indonesia

¹yuliza_eli@yahoo.co.id
²mediarosha@gmail.com
³srirysriningsih@yahoo.com

Abstract—In the number of drug users in Indonesia each year has increased very significantly, so this problem should be addressed immediately. Currently, the government has organized rehabilitation program that is expected to reduce the number of drug users in the future. To predict the number of drug users, can be done by creating a mathematical model of the number of drug users. Mathematical model number of drug users in rehabilitation programs dividing the population into four groups of individuals: the group of susceptible individuals for drug use, drug user groups of individuals, groups of individuals are rehabilitated, and a group of individuals who have stopped using drugs. Mathematical model that formed were analyzed by looking at the stability, the analysis of mathematical models obtained two types of fixed points. In the number of drug users is affected by four parameters: the level of interaction between individuals prone to drug use by individual drug users, the level of individual drug users to be individuals who stop using drugs, and individual level drug offenders to be rehabilitated individuals.

Keywords—Drugs, mathematical model, fixed point.

Abstrak – Pertambahan jumlah pemakai narkoba di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan yang sangat signifikan, sehingga masalah ini harus segera diatasi. Saat ini pemerintah telah menyelenggarakan program rehabilitasi yang diharapkan dapat mengurangi jumlah pemakai narkoba di masa mendatang. Untuk memprediksi jumlah pemakai narkoba, dapat dilakukan dengan membuat model matematika jumlah pemakai narkoba tersebut. Model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi membagi populasi atas empat kelompok individu yaitu kelompok individu rentan untuk memakai narkoba, kelompok individu pemakai narkoba, kelompok individu yang direhabilitasi, dan kelompok individu yang telah berhenti memakai narkoba. Model matematika yang terbentuk dianalisis dengan melihat kestabilannya, hasil analisis model matematika diperoleh dua jenis titik tetap. Pertambahan jumlah pemakai narkoba dipengaruhi oleh empat parameter yaitu tingkat terjadinya interaksi antara individu rentan untuk memakai narkoba dengan individu pemakai narkoba, tingkat individu pemakai narkoba hingga menjadi individu yang berhenti memakai narkoba, dan tingkat individu pemakai narkoba menjadi individu yang direhabilitasi.

Kata kunci – Narkoba, model matematika, titik tetap.

PENDAHULUAN

Narkoba bukan sesuatu yang asing lagi di Indonesia. Pemberitaan tentang penyalahgunaan narkoba sering muncul di media elektronik maupun media cetak. Di Indonesia, peredaran narkoba sudah menjadi salah satu permasalahan utama yang harus segera diatasi, karena penyalahgunaan narkoba dapat merusak generasi penerus bangsa selanjutnya.

Narkoba merupakan singkatan dari narkotika, psikotropika dan bahan adiktif lainnya [4]. Narkotika adalah zat atau obat yang berasal dari tanaman atau bukan

tanaman yang dapat menyebabkan penurunan atau perubahan kesadaran, hilangnya rasa nyeri dan dapat menimbulkan ketergantungan. Psikotropika adalah zat atau obat bukan narkotika, yang memiliki khasiat psikoaktif melalui pengaruh selektif pada susunan saraf pusat yang menyebabkan perubahan pada aktivitas mental dan perilaku pemakainya. Bahan adiktif adalah zat-zat selain narkotika dan psikotropika yang dapat menimbulkan ketergantungan, contohnya: rokok, kelompok alkohol, thinner, lem kayu, dan cat.

Penyebaran pemakaian narkoba di Indonesia terutama di kalangan generasi muda disebabkan oleh

beberapa faktor, sebagaimana pada [6] diantaranya: faktor ingin tahu, ikut-ikutan, solidaritas kelompok, dan ingin terlihat gaya. Dimana pergaulan merupakan sistem dan cara penyebaran narkoba yang paling efektif.

Pertambahan jumlah kasus penyalahgunaan narkoba berdampak pada jumlah pemakai narkoba di Indonesia yang setiap tahun mengalami peningkatan. Dimana ibukota negara RI Jakarta, menjadi daerah paling rawan kejahatan narkoba. Data BNN menunjukkan, pada tahun 2011 jumlah penyalahgunaan narkoba berjumlah 1,99% dari penduduk Indonesia atau sekitar 3,6 juta orang. Pada tahun 2012 meningkat menjadi 2,21% atau sekitar 4,02 juta orang. Diprediksi pada tahun 2015 nanti, jumlah pemakai narkoba akan bertambah lagi 2,8% atau sekitar 5,1 juta orang [3].

Data terbaru BNN menyebutkan bahwa Indonesia telah menjadi pasar utama dalam hal pemakaian dan perdagangan narkoba. Disisi lain jumlah korban meninggal dunia akibat penyalahgunaan narkoba dalam 2 tahun terakhir mencapai 15000 orang atau sekitar 41 jiwa melayang perharinya [3].

Pertambahan jumlah pemakai narkoba yang sangat signifikan setiap tahunnya serta dampak negatif dari penyalahgunaan narkoba tersebut jika tidak diatasi secara serius, dikhawatirkan bangsa Indonesia akan kehilangan generasi penerusnya. Oleh karena itu dituntut adanya peran serta dari berbagai pihak untuk dapat memerangi narkoba dan mengatasi pertambahan jumlah pemakai narkoba selanjutnya.

Pada saat sekarang ini pemerintah telah menyelenggarakan suatu program untuk mencegah pertambahan jumlah pemakai narkoba yaitu program rehabilitasi. Program rehabilitasi adalah suatu proses pengobatan untuk membebaskan pecandu dari ketergantungan dan masa menjalani rehabilitasi diperhitungkan sebagai masa menjalani hukuman [6]. Salah satu contoh program rehabilitasi yaitu rehabilitasi medis, dimana para pecandu diberikan obat sesuai dengan jenis narkoba yang dipakai dan gejala yang disebabkan oleh pemakaian narkoba tersebut.

Untuk melihat dinamika pertambahan jumlah pemakai narkoba dapat dilakukan dengan memodelkan jumlah pemakai narkoba kedalam bentuk model matematika. Model matematika merupakan representasi dari sistem-sistem fisik atau problem dunia nyata dalam pernyataan matematika [8]. Dengan memodelkan masalah tersebut diharapkan dapat memberikan solusi bagi langkah-langkah yang dapat ditempuh dengan memanfaatkan suatu persamaan matematika atau suatu fungsi matematika.

Pada dasarnya model matematika jumlah pemakai narkoba karakteristiknya mirip dengan model epidemi SIRS. Model epidemi SIRS berbentuk sistem persamaan diferensial non linier [8]. Persamaan diferensial adalah suatu persamaan yang memuat turunan dari satu atau lebih variabel tak bebas terhadap satu atau lebih variabel bebas [5]. Model SIRS digunakan dalam memodelkan jumlah pemakai narkoba karena sesuai dengan yang

diasumsikan yaitu individu yang telah berhenti memakai narkoba berkemungkinan dapat menjadi individu rentan untuk memakai narkoba kembali. Dalam penelitian ini, model yang digunakan untuk mengendalikan jumlah pemakai narkoba adalah pengembangan dari model dasar SIRS dengan mempertimbangkan adanya program rehabilitasi yang diberikan pada populasi. Dengan memodelkan jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi kedalam bentuk model matematika dan merumuskan strategi untuk mengendalikan meningkatnya jumlah pemakai narkoba, diharapkan dapat membantu untuk memprediksi jumlah pemakai narkoba di masa mendatang.

Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) membentuk model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi, 2) menganalisis model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi, dan 3) menginterpretasikan hasil analisis model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian dasar dengan menggunakan teori yang relevan berdasarkan studi kepustakaan. Langkah kerja yang akan dilakukan adalah meninjau masalah yang dihadapi, mengumpulkan dan mengaitkan teori-teori yang diperoleh dengan permasalahan model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi. Adapun metode penelitian dalam penelitian ini yaitu meninjau permasalahan yang dihadapi, mengumpulkan teori pendukung dan mengaitkan teori-teori yang diperoleh dengan permasalahan yang dibahas.

PEMBAHASAN

A. Pembentukan model

Model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi, jumlah populasi dibagi kedalam empat kelompok yaitu: jumlah kelompok individu yang rentan untuk memakai narkoba (X), jumlah kelompok individu pemakai narkoba (Y), jumlah kelompok individu yang direhabilitasi (B), dan jumlah kelompok individu yang telah berhenti memakai narkoba (Z). Dengan demikian jumlah total populasi adalah $N=X+Y+B+Z$.

Asumsi yang digunakan untuk membentuk model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi adalah sebagai berikut:

1. Jumlah populasi adalah konstan, jumlah pertambahan populasi yang menjadi berusia 6 tahun sama dengan jumlah kematian. Anggota populasi adalah individu yang berumur minimal 6 tahun.
2. Setiap individu yang menjadi berusia 6 tahun diasumsikan termasuk ke dalam kelompok individu yang rentan untuk memakai narkoba.
3. Dalam populasi setiap kelompok individu mengalami kematian secara alami dan kematian yang disebabkan karena penyakit yang ditimbulkan oleh narkoba.

4. Individu pemakai narkoba dapat menjadi individu yang berhenti memakai narkoba dengan sendirinya.
5. Adanya individu pemakai narkoba menjadi individu yang direhabilitasi.
6. Individu yang telah menjalani program rehabilitasi dapat menjadi individu yang berhenti memakai narkoba.
7. Individu yang telah berhenti memakai narkoba berkemungkinan untuk menjadi individu yang rentan untuk memakai narkoba kembali karena hukuman atau efek yang dirasakannya tidak begitu berat.
8. Penularan pemakaian narkoba terjadi karena adanya interaksi serta adanya unsur ajakan yang kuat dari kelompok individu pemakai narkoba dengan kelompok individu rentan untuk memakai narkoba dan karena keinginan untuk mencoba dari kelompok individu rentan untuk memakai narkoba.
9. Masa pemakaian narkoba cukup lama.

Parameter yang digunakan dalam pembentukan model adalah:

1. α merupakan tingkat terjadinya interaksi antara individu rentan untuk memakai narkoba dengan individu pemakai narkoba.
2. β merupakan tingkat individu pemakai narkoba hingga menjadi individu yang berhenti memakai narkoba.
3. γ merupakan tingkat individu yang telah berhenti memakai narkoba menjadi individu yang rentan untuk memakai narkoba kembali.
4. δ merupakan tingkat pertambahan usia menjadi 6 tahun.
5. μ merupakan tingkat kematian alami.
6. m merupakan tingkat kematian yang disebabkan karena penyakit yang ditimbulkan oleh narkoba.
7. τ merupakan tingkat individu pemakai narkoba menjadi individu yang direhabilitasi.
8. σ merupakan tingkat individu yang direhabilitasi menjadi individu yang berhenti memakai narkoba.

Berdasarkan gambar 1 dapat diformulasikan model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= -\alpha \frac{X}{N} Y - \mu X + \gamma Z + \delta N \\ \frac{dY}{dt} &= \alpha \frac{X}{N} Y - (\beta + \mu + m + \tau) Y \\ \frac{dB}{dt} &= \tau Y - (\mu + m + \sigma) B \\ \frac{dZ}{dt} &= \beta Y + \sigma B - (\mu + m + \gamma) Z \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

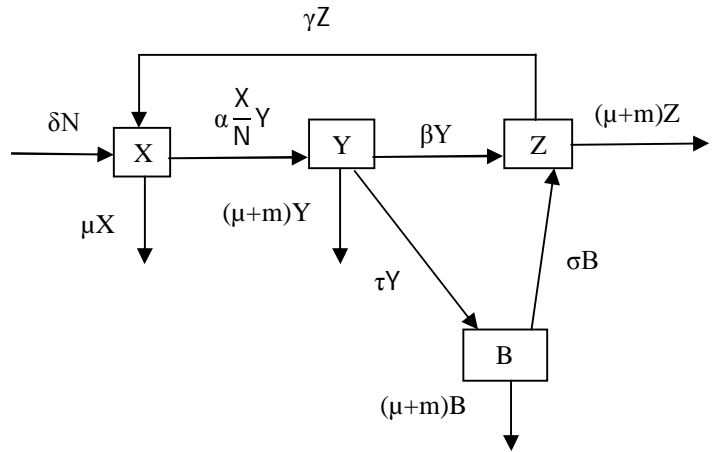
Misalkan:

$$\begin{aligned} D_1 &= \beta + \mu + m + \tau \\ D_2 &= \mu + m + \sigma \\ D_3 &= \mu + m + \gamma \end{aligned}$$

Jadi sistem (1) dapat ditulis menjadi:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= -\alpha \frac{X}{N} Y - \mu X + \gamma Z + \delta N \\ \frac{dY}{dt} &= \alpha \frac{X}{N} Y - D_1 Y \\ \frac{dB}{dt} &= \tau Y - D_2 \\ \frac{dZ}{dt} &= \beta Y + \sigma B - D_3 Z \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Dinamika populasi pemakai narkoba dapat ditunjukkan dalam gambar berikut:



Gambar 1. Model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi

B. Analisis Model

1. Bilangan reproduksi kontrol

Bilangan reproduksi kontrol didefinisikan sebagai ekspektasi dari banyaknya kasus sekunder yang timbul akibat satu orang pemakai narkoba masuk kedalam populasi virgin atau belum ada individu yang memakai narkoba, namun seluruhnya rentan untuk memakai narkoba [1]. Dari sistem (2) komponen yang menyebabkan terjadinya penyebaran pemakai narkoba adalah:

$$\frac{dY}{dt} = \alpha \frac{X}{N} Y - (\beta + \mu + m + \tau) Y$$

Misalkan:

$$\frac{dY}{dt} > 0$$

maka diperoleh:

$$\alpha \frac{X}{N} Y - (\beta + \mu + m + \tau) Y > 0$$

$$\alpha \frac{X}{N} Y > (\beta + \mu + m + \tau) Y$$

$$\alpha \frac{X}{N} > (\beta + \mu + m + \tau)$$

Karena populasi virgin maka dalam populasi hanya terdapat individu yang rentan untuk memakai narkoba (X) maka $N=X$, sehingga diperoleh $\frac{\alpha}{D_1} > 1$.

Misalkan:

$$R_c = \frac{\alpha}{\beta + \mu + m + \tau}$$

Jika $R_c > 1$ (tingkat interaksi antara individu rentan untuk memakai narkoba dengan individu pemakai narkoba lebih besar dari pada tingkat individu pemakai narkoba hingga menjadi individu yang berhenti memakai narkoba, tingkat kematian alami, tingkat kematian yang disebabkan karena penyakit yang ditimbulkan oleh narkoba, dan tingkat individu pemakai narkoba menjadi individu yang direhabilitasi) maka jumlah pemakai narkoba dalam populasi akan semakin meningkat (bertambah) dan begitu juga sebaliknya.

2. Titik tetap model

Dari analisis sistem [9] diperoleh dua titik tetap yaitu:

a. Titik tetap tak endemik pemakai narkoba

$$P_0 = \left(\frac{\delta N}{\mu}, 0, 0, 0 \right)$$

b. Titik tetap endemik pemakai narkoba

$$P_1 = (X_1, Y_1, B_1, Z_1)$$

dimana:

$$X_1 = \frac{ND_1}{\alpha} = \frac{N}{R_c}$$

$$Y_1 = \frac{D_2 D_3 N (\mu - \delta R_c)}{R_c (\beta \gamma D_2 + \sigma \tau \gamma - D_1 D_2 D_3)}$$

$$B_1 = \frac{D_3 \tau N (\mu - \delta R_c)}{R_c (\beta \gamma D_2 + \sigma \tau \gamma - D_1 D_2 D_3)}$$

$$Z_1 = \left[\frac{N (\mu - \delta R_c)}{\gamma R_c} \right] \left[\frac{D_1 D_2 D_3}{(\beta \gamma D_2 + \sigma \tau \gamma - D_1 D_2 D_3)} + 1 \right]$$

3. Analisis kestabilan titik tetap

Model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi merupakan sistem persamaan diferensial non linear. Untuk menganalisis kestabilan titik tetap suatu sistem persamaan diferensial nonlinear, dapat dilakukan dengan melinearkan persamaan diferensialnya [7]. Analisis kestabilan titik tetap dapat ditentukan dengan cara menentukan nilai eigen dari matriks Jacobian sistem. Matriks Jacobian dari sistem (1) adalah:

$$J = \begin{bmatrix} -\alpha \frac{Y}{N} - \mu & -\alpha \frac{X}{N} & 0 & \gamma \\ \alpha \frac{Y}{N} & \alpha \frac{X}{N} - D_1 & 0 & 0 \\ 0 & \tau & -D_2 & 0 \\ 0 & \beta & \sigma & -D_3 \end{bmatrix}$$

$$a_1 = \frac{D_1 D_2 D_3 (\mu - \delta R_c)}{(\beta \gamma D_2 + \sigma \tau \gamma - D_1 D_2 D_3)} + \mu + D_2 + D_3$$

$$a_2 = \left[\frac{D_1 D_2 D_3 (\mu - \delta R_c)}{(\beta \gamma D_2 + \sigma \tau \gamma - D_1 D_2 D_3)} \right] [D_1 + 2D_2 + 2D_3 + \mu(D_2 + D_3)]$$

$$a_3 = \left[\frac{D_1 D_2 D_3 (\mu - \delta R_c)}{\gamma (\beta \gamma D_2 + \sigma \tau \gamma - D_1 D_2 D_3)} \right] [D_1 (D_2 + D_3) + D_2 D_3 - \gamma \beta] + \mu D_2 D_3$$

$$a_4 = -\frac{D_1 D_2 D_3 (\mu - \delta R_c)}{\gamma}$$

Matriks Jacobian di titik tetap tak endemik pemakai narkoba $P_0 = \left(\frac{\delta N}{\mu}, 0, 0, 0 \right)$ adalah:

$$J(P_0) = \begin{bmatrix} -\mu & -\frac{\alpha \delta}{\mu} & 0 & \gamma \\ 0 & \frac{\alpha \delta}{\mu} - D_1 & 0 & 0 \\ 0 & \tau & -D_2 & 0 \\ 0 & \beta & \sigma & -D_3 \end{bmatrix}$$

Titik tetap P_0 dikatakan stabil asimtotik jika semua nilai eigen dari matriks jacobian bernilai negatif. Dari $J(P_0)$ diperoleh nilai eigen sebagai berikut:

$$\lambda_1 = -\mu$$

$$\lambda_2 = \frac{\alpha \delta}{\mu} - D_1$$

$$\lambda_3 = -D_2$$

$$\lambda_4 = -D_3$$

Sebelumnya telah diperoleh $\lambda_1 < 0$, $\lambda_3 < 0$, dan $\lambda_4 < 0$. Agar λ_2 bernilai negatif maka:

$$\frac{\alpha \delta}{\mu} - D_1 < 0$$

$$\frac{\alpha \delta}{\mu} < D_1$$

$$\frac{\alpha \delta}{D_1 \mu} < 1$$

$$R_c \frac{\delta}{\mu} < 1$$

Jadi λ_2 akan bernilai negatif jika $R_c < 1$. Hal ini berarti bahwa titik tetap tak endemik pemakai narkoba stabil. Sebaliknya jika $R_c > 1$ maka λ_2 akan bernilai positif, yang berarti bahwa titik tetap tak endemik pemakai narkoba tidak stabil.

Matriks Jacobian dari sistem (1) di titik tetap endemik pemakai narkoba $P_1 = (X_1, Y_1, B_1, Z_1)$ adalah:

$$J(P_1) = \begin{bmatrix} \frac{D_1 D_2 D_3 (\mu - \delta R_c)}{(\beta \gamma D_2 + \sigma \tau \gamma - D_1 D_2 D_3)} - \mu & -D_1 & 0 & \gamma \\ \frac{D_1 D_2 D_3 (\mu - \delta R_c)}{(\beta \gamma D_2 + \sigma \tau \gamma - D_1 D_2 D_3)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \tau & -D_2 & 0 \\ 0 & \beta & \sigma & -D_3 \end{bmatrix}$$

Untuk memperoleh nilai eigen maka $|J - \lambda I| = 0$. Dengan menggunakan program Maple 13 diperoleh persamaan karakteristik:

$$\lambda^4 + a_1 \lambda^3 + a_2 \lambda^2 + a_3 \lambda + a_4 = 0 \quad (3)$$

dimana:

Untuk mencari akar-akar karakteristik (nilai eigen) dari persamaan (3) digunakan kriteria Routh Hurwitz. Menurut kriteria Routh Hurwitz, titik tetap endemik pemakai narkoba akan stabil jika dan hanya jika semua nilai eigen adalah real negatif [2]. Hal ini terjadi apabila persamaan (3) memenuhi syarat sebagai berikut: $a_1 > 0$, $a_3 > 0$, $a_4 > 0$ dan $a_1 a_2 a_3 > a_3^2 + a_1^2 a_4$.

Perhatikan bahwa $a_1 > 0$, $a_3 > 0$, dan $a_4 > 0$ jika:

$$\begin{aligned} \frac{D_1 D_2 D_3 (\mu - \delta R_c)}{\gamma (\beta \gamma D_2 + \sigma \tau \gamma - D_1 D_2 D_3)} &> 0 \\ D_1 D_2 D_3 (\mu - \delta R_c) &> 0 \\ \mu - \delta R_c &> 0 \\ \delta R_c &< \mu \\ R_c \frac{\delta}{\mu} &< 1 \end{aligned} \quad (4)$$

Dan persamaan (4) dipenuhi apabila $R_c < 1$. Jadi titik tetap endemik pemakai narkoba stabil pada saat $R_c < 1$.

Untuk melihat pengaruh diterapkannya program rehabilitasi, dapat dilihat dari perhitungan bilangan reproduksi dasar sebagai berikut:

a. Sebelum diterapkannya program rehabilitasi, dalam perhitungan R_0 adalah sebagai berikut:

$$R_0 = \frac{\alpha}{\beta + \mu}$$

b. Setelah diterapkannya program rehabilitasi, dalam perhitungan R_c adalah sebagai berikut:

$$R_c = \frac{\alpha}{\beta + \mu + m + \tau}$$

Berdasarkan perhitungan *Basic Reproduction Ratio* (R_0) dan *Control Reproduction Number* (R_c) terlihat bahwa, setelah diterapkannya program rehabilitasi dapat menurunkan jumlah perkiraan pemakai narkoba berikutnya.

4. Interpretasi Model

Berdasarkan pembahasan diatas, faktor-faktor yang mempengaruhi bertambahnya jumlah pemakai narkoba dalam suatu populasi dapat dilihat dari perhitungan R_c , yaitu tingkat terjadinya interaksi antara individu rentan untuk memakai narkoba dengan individu pemakai narkoba (α), tingkat individu pemakai narkoba hingga menjadi individu yang berhenti memakai narkoba (β), tingkat kematian alami (μ), tingkat kematian karena penyakit yang ditimbulkan oleh narkoba (m), dan tingkat individu pemakai narkoba menjadi individu yang direhabilitasi (τ). Hal ini berarti dengan mengontrol nilai R_c dapat memperkecil terjadinya pertambahan jumlah pemakai narkoba.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengontrol nilai α agar tidak semakin meningkat yaitu dengan memberikan penyuluhan tentang narkoba kepada individu yang rentan untuk memakai narkoba misalnya penyuluhan tentang narkoba di lingkungan sekolah, sehingga individu tersebut memiliki tingkat kewaspadaan yang tinggi terhadap lingkungannya dan tidak mudah

terpengaruh untuk memakai narkoba. Mengontrol nilai β dengan cara memberikan pengobatan sedini mungkin terhadap pemakai narkoba agar tidak semakin ketergantungan, bagi keluarga individu pemakai narkoba diharapkan dapat memberikan perhatian lebih sehingga tidak ada lagi keinginannya untuk memakai narkoba. Mengontrol nilai τ dengan cara menerapkan program rehabilitasi kepada individu pemakai narkoba, dengan adanya program rehabilitasi diharapkan keinginan seseorang yang telah memakai narkoba untuk memakai narkoba kembali dapat hilang dan tidak akan memakai narkoba lagi.

SIMPULAN

Model matematika jumlah pemakai narkoba dengan program rehabilitasi berbentuk persamaan diferensial non linear yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= -\alpha \frac{X}{N} Y - \mu X + \gamma Z + \delta N \\ \frac{dY}{dt} &= \alpha \frac{X}{N} Y - (\beta + \mu + m + \tau) Y \\ \frac{dB}{dt} &= \tau Y - (\mu + m + \sigma) B \\ \frac{dZ}{dt} &= \beta Y + \sigma B - (\mu + m + \gamma) Z \end{aligned}$$

Dari model matematika tersebut diperoleh bilangan reproduksi kontrol R_c yang dipengaruhi oleh tingkat terjadinya interaksi antara individu rentan untuk memakai narkoba dengan individu pemakai narkoba, tingkat individu pemakai narkoba hingga menjadi individu yang berhenti memakai narkoba, tingkat kematian alami, tingkat kematian karena penyakit yang ditimbulkan oleh narkoba, dan tingkat individu pemakai narkoba menjadi individu yang direhabilitasi.

Hasil analisis model matematika diperoleh dua titik tetap yaitu titik tetap tak endemik pemakai narkoba $P_0 = \left(\frac{\delta N}{\mu}, 0, 0, 0\right)$ dan titik tetap endemik pemakai narkoba $P_1 = (X_1, Y_1, B_1, Z_1)$ yang stabil pada saat $R_c < 1$ artinya tingkat interaksi antara individu rentan untuk memakai narkoba lebih kecil dari pada jumlah tingkat individu pemakai narkoba hingga menjadi individu yang berhenti memakai narkoba, tingkat kematian alami, tingkat kematian karena penyakit yang ditimbulkan oleh narkoba, dan tingkat individu pemakai narkoba menjadi individu yang direhabilitasi. Supaya tidak terjadi pertambahan jumlah pemakai narkoba dapat dilakukan dengan mengurangi interaksi antara individu pemakai narkoba dengan individu rentan untuk memakai narkoba yaitunya dengan memperkecil tingkat berhasilnya interaksi serta meningkatkan tingkat keinsyafan seseorang dari penyalahgunaan narkoba dengan memberikan penyuluhan tentang dampak narkoba bagi kesehatan.

REFERENSI

- [1] Brauer, Fred. Dkk. 2008. *Mhatematical Epidemiology, Mhatematical Biosciences Subseries*. Springer.
- [2] Edelstein, Leah. Keshet. 1988. *Mathematical Model In Biologi*. Siam
- [3] Hariyanto. 2012. *Dampak Penyalahgunaan Narkoba*. <http://www.terapinarkoba.com> (diakses pada tanggal 20 Maret 2013)
- [4] Partodiharjo, Subagyo. 2006. *Kenali Narkoba dan Musuhi Penyalahgunaannya*. Jakarta: Esensi.
- [5] Ross, Shepley L. 1989. *Introduction to ordinary Differential Equations Fourth Edition*. New York : Jhon Wiley & sons.
- [6] Simanungkalit, Parasian. 2011. *Globalisasi Peredaran Narkoba dan Penanggulangannya Di Indonesia*. Surakarta: Yayasan Ilmu.
- [7] Verhulst, Ferdinand. 1990. *Nonlinear Differential Equations and Dynamical System*. Spieger. Verlag, Heidelberg.
- [8] Widowati dan Sukimin. 2007. *Buku Ajar Pemodelan Matematika*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [9] Yuliza, Eli. 2013. *Tugas Akhir Model Matematika Jumlah Pemakai Narkoba dengan Program Rehabilitasi*. Padang.UNP