

# Pengaruh Hukuman Mati terhadap Dinamika Jumlah Pengguna Narkoba di Indonesia

Riry Sriningsih

*Jurusan Matematika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia*

*Email: srirysriningsih@yahoo.com*

**Abstrak.** Tulisan ini membahas model matematika dinamika jumlah pengguna narkoba dengan memperhatikan hukuman mati yang sudah diberlakukan pemerintah Indonesia. Tujuannya untuk melihat seberapa besar dampak hukuman mati tersebut terhadap dinamika jumlah pengguna narkoba di Indonesia. Model matematika dari permasalahan ini dinyatakan dalam bentuk sistem persamaan diferensial nonlinier berdasarkan asumsi-asumsi yang digunakan. Selanjutnya model yang sudah dibentuk, dianalisis dan hasilnya diinterpretasikan kembali ke masalah nyata.

**Kata Kunci:** model matematika, narkoba, sistem persamaan diferensial nonlinier

## A. PENDAHULUAN

Istilah Narkoba bukanlah suatu hal yang asing lagi bagi kita masyarakat Indonesia, karena banyak pemberitaan di media masa tentang kasus narkoba ini. Narkoba merupakan singkatan dari Narkotika, Psikotropika dan Bahan Adiktif berbahaya lainnya. Narkoba adalah bahan/zat yang jika dimasukan dalam tubuh manusia, baik secara oral/diminum, dihirup, maupun disuntikan, dapat mengubah pikiran, suasana hati atau perasaan, dan perilaku seseorang. Narkoba dapat menimbulkan ketergantungan (adiksi) fisik dan psikologis dan apabila dikonsumsi terus menerus atau melebihi batas tertentu dapat menyebabkan kematian (overdosis).

Selain narkoba, istilah lain yang diperkenalkan khususnya oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia adalah Napza yang merupakan singkatan dari Narkotika, Psikotropika dan Zat Adiktif. Narkoba dibagi dalam beberapa jenis yaitu opiate (opium), morfin, heroin atau putaw, ganja atau kanabis, LSD atau lysergic acid atau acid, trips, tabs, kokain, amfetamin, sedatif-hipnotik (Benzodiazepin/BDZ), alkohol, dan inhalansia atau solven.

Di Indonesia, penyalahgunaan narkoba (pengguna narkoba) mengalami peningkatan dari waktu kewaktu. Menurut data penelitian Badan Narkotika Nasional (BNN) memperkirakan jumlah pengguna narkoba di Indonesia akan terus meningkat. Tahun 2015, diprediksi angka prevalensi pengguna narkoba mencapai 5,1 juta orang. Menurut Deputi Pencegahan BNN Yapi Manate, jumlah angka kematian akibat penyalahgunaan narkoba cukup mengkawatirkan. Diperkirakan angka kematian tersebut mencapai 104.000 orang yang berumur 15 tahun dan 263.000 orang yang berumur 64 tahun. Mereka meninggal akibat mengalami overdosis. BNN

juga menyebutkan bahwa sebanyak 53% penduduk Indonesia yang berusia 30 tahun, terjerat kasus narkoba.

Hal ini telah menjadi keresahan masyarakat dan pemerintah Indonesia.Untuk itu, Indonesia menyatakan perang terhadap narkoba. Hal ini dibuktikan dengan tindakan yang dilakukan pemerintah yang sudah mengeksekusi mati beberapa gembong narkoba. Bahkan dalam waktu dekat pemerintah akan mengeksekusi dua orang warga negara Australia yang terbukti bersalah menyalahgunaan narkotik. Ini merupakan upaya baru pemerintah dalam mengatasi pertambahan jumlah pengguna narkoba.

Untuk mempelajari pengaruh hukuman mati terhadap dinamika jumlah pemakai narkoba, maka permasalahan ini akan di bentuk ke dalam model matematika. Tujuannya adalah untuk mendapatkan gambaran apakah hukuman mati yang diberlakukan pemerintah benar-benar dapat mengurangi jumlah pengguna dan pengedar narkoba.

## **B. METODE PENELITIAN**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian dasar, dengan menganalisis teori-teori yang relevan terhadap permasalahan yang dibahas berdasarkan literatur. Dalam meninjau permasalahan yang dihadapi, langkahkerja yang dilakukan adalah mengumpulkan, mempelajari dan memahami berbagai referensi yang berkaitan dengan permasalahan.

## **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Pembentukan Model**

Model dinamika jumlah pengguna narkoba merupakan modifikasi dari model epidemik. Pada model matematika epidemik, penularan penyakit yang terjadi disebabkan karena adanya kontak langsung antara individu terinfeksi dengan individu rentan, sedangkan pada model ini, penularan kebiasaan menggunakan narkoba disebabkan karena adanya interaksi negatif antara individu pengguna narkoba dengan individu rentan menggunakan narkoba. Interaksi negatif berupa salah pergaulan yang didukung oleh lingkungan sekitar yang tidak baik (kurang perhatian dari keluarga, broken home, dll) dan keinginan individu rentan untuk mencoba.Pada tulisan ini, model matematika yang didapatkan adalah model matematika dinamika jumlah pengguna narkoba dengan memperhatikan dampak yang ditimbulkan dari hukuman mati yang sudah diberlakukan pemerintah. Selanjutnya proses pembentukan model dijelaskan sebagai berikut.

Populasi dibagi menjadi 3 kelompok yaitu S menyatakan kelompok individu rentan menggunakan narkoba, I menyatakan kelompok individu yang menggunakan narkoba atau

---

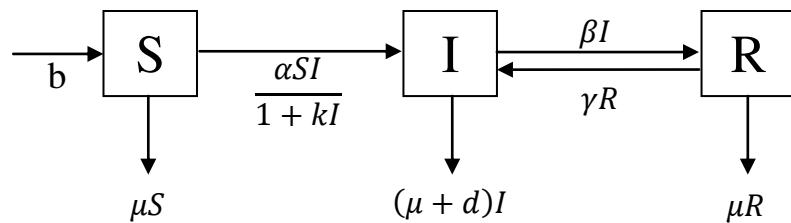
menggunakan sekaligus mengedarkan narkoba, R menyatakan kelompok individu yang berhenti menggunakan narkoba namun dapat menjadi pengguna narkoba lagi karena beberapa faktor.

Adapun asumsi-asumsi dan parameter yang digunakan dalam membentuk model dinamika jumlah pengguna narkoba dengan mempertimbangkan efek hukuman mati yang sudah diberlakukan pemerintah adalah sebagai berikut:

1. Usia terendah anggota populasi adalah 6 tahun
2. Adanya kematian yang tidak disebabkan oleh penyalahgunaan narkoba (kematian alami)
3. Adanya kematian yang disebabkan oleh penyalahgunaan narkoba (overdosis)
4. Setiap individu yang berusia menjadi 6 tahun diasumsikan rentan menggunakan narkoba
5. Individu yang berhenti menggunakan narkoba dimungkinkan untuk dapat kembali lagi menjadi individu yang menggunakan narkoba
6. Penularan kebiasaan menyalahgunakan narkoba terjadi karena adanya interaksi negatif (salah pergaulan yang didukung dengan lingkungan sekitar yang tidak baik dan keinginan individu rentan untuk mencoba) antara kelompok individu pengguna narkoba dengan kelompok individu rentan
7. Adanya hukuman mati yang sudah diberlakukan pemerintah

Berikutnya, parameter yang digunakan adalah  $b$  menyatakan tingkat pertambahan usia individu menjadi 6 tahun,  $\mu$  menyatakan tingkat kematian individu yang tidak disebabkan oleh penyalahgunaan narkoba (kematian alami),  $d$  menyatakan tingkat kematian individu yang disebabkan karena penyalahgunaan narkoba seperti overdosis,  $\alpha$  menyatakan tingkat penularan kebiasaan menyalahgunakan narkoba terjadi karena adanya interaksi negatif (salah pergaulan yang didukung dengan lingkungan sekitar yang tidak baik dan keinginan individu rentan untuk mencoba) antara kelompok individu pengguna narkoba dengan kelompok individu rentan,  $k$  menyatakan efek/dampak hukuman mati yang sudah diberlakukan pemerintah,  $\beta$  menyatakan tingkat kesembuhan (individu yang berhenti menggunakan narkoba) dan  $\gamma$  menyatakan tingkat individu yang sudah berhenti menggunakan narkoba menjadi individu pengguna narkoba kembali.

Berdasarkan keterangan di atas, model matematika dari pengaruh hukuman mati terhadap dinamika jumlah pengguna narkoba di Indonesia berturut-turut digambarkan dan diformulasikan sebagai berikut:



Gambar 1. Pengaruh Hukuman Mati terhadap Dinamika Jumlah Pengguna Narkoba di Indonesia

Model matematika pengaruh hukuman mati terhadap dinamika jumlah pengguna narkoba di Indonesia:

$$\frac{dS}{dt} = b - \mu S - \frac{\alpha SI}{1 + kI} \quad \dots(1)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha SI}{1 + kI} - (\mu + d)I - \beta I + \gamma R$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta I - (\mu + \gamma)R$$

Dengan daerah definisi

$$\left\{ (S, I, R) : S + I + R \leq \frac{b}{\mu}; S > 0; I, R \geq 0; \alpha > 0; b, \mu, d, k, \beta, \gamma \geq 0 \right\}$$

### B. Bilangan Reproduksi Dasar (Basic Reproduction Number)

Bilangan reproduksi dasar adalah angka harapan banyaknya infeksi kedua pada populasi rentan atau dengan kata lain jumlah perkiraan penghasil infeksi yang akan menularkan penyakit sebelum adanya tindakan untuk mengontrol endemik. Bilangan reproduksi dasar ini disimbolkan dengan  $R_0$ . Pada penelitian ini diperoleh

$$R_0 = \frac{\alpha b}{\mu(\mu + d + \beta)}$$

### C. Titik Ekuilibrium Model

Sistem (1) mempunyai 2 jenis titik ekuilibrium. Selanjutnya, titik ekuilibrium Sistem (1) dijelaskan oleh teorema berikut.

#### Teorema 1:

1. Sistem (1) mempunyai titik ekuilibrium tak endemic (bebas dari individu pengguna narkoba),  $E_0 = \left(\frac{b}{\mu}, 0, 0\right)$
2. Sistem (1) mempunyai titik ekuilibrium endemic (terdapat individu pengguna narkoba),  $E_1 = (S, I, R)$  dengan

$$S = (1 + kI) \left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right)$$

$$I = \frac{b - \mu \left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right)}{\left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right) (\mu k + \alpha)}, \quad R = \frac{\beta}{\mu + \gamma} I$$

## Bukti:

Titik  $x \in \mathbb{R}^3$  disebut titik ekuilibrium Sistem (1) jika  $f(x) = 0$ . Selanjutnya dari Sistem (1) diperoleh:

$$b - \mu S - \frac{\alpha S I}{1+kI} = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$\frac{\alpha SI}{1+kl} - (\mu + d)I - \beta I + \gamma R = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

1. Jika  $I = 0$  (bebas dari individu pengguna narkoba) maka  $R = 0$ , sehingga dari Persamaan (2)-(4) diperoleh titik ekuilibrium tak endemic  $E_0 = (S, I, R) = \left(\frac{b}{\mu}, 0, 0\right)$
  2. Jika  $I > 0$  (terdapat individu pengguna narkoba) maka  $R \geq 0$ .

Dari Persamaan (4) diperoleh  $R = \frac{\beta}{\mu+\gamma} I$  ..... (5)

Substitusikan (5) ke (3) diperoleh

$$\frac{\alpha SI}{1+kI} - (\mu + d + \beta)I + \gamma \frac{\beta}{\mu + \gamma} I = 0 \text{ ekiv}$$

$$\frac{\alpha SI}{1+kI} = (\mu + d + \beta)I - \frac{\beta\gamma}{\mu + \gamma}I \text{ ekiv}$$

Substitusikan (5) dan (6) ke (2) diperoleh

$$b - \mu(1 + kI) \left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right) - \frac{\alpha I(1 + kI) \left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right)}{1 + kI}$$

Ekiv

$$I = \frac{b - \mu \left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right)}{\left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right)(\mu k + \alpha)}. \quad (7)$$

#### D. Kestabilan Titik Ekuilibrium Model

Titik ekuilibrium yang diperoleh, kemudian diselidiki kestabilannya di sekitar titik tersebut. Tujuannya untuk mempelajari dinamika sistem. Untuk memudahkan perhitungan secara analitik, selanjutnya Sistem (1) dilinearisasi dengan menggunakan matriks Jacobian. Matriks Jacobian fungsi  $f$  dari Sistem (1) di titik  $x = (S, I, R)$  yaitu

$$J(f(x)) = \begin{bmatrix} -\mu - \frac{\alpha I}{1 + kI} & -\frac{\alpha S}{(1 + kI)^2} & 0 \\ \frac{\alpha I}{1 + kI} & \frac{\alpha S}{(1 + kI)^2} - (\mu + d + \beta) & \gamma \\ 0 & \beta & -(\mu + \gamma) \end{bmatrix}$$

Adapun kestabilan titik ekuilibrium model disajikan berikut ini.

## Kestabilan Titik Ekuilibrium Tak Endemik( $E_0$ )

Kestabilan titik ini dilihat dari nilai-nilai eigen yang diperoleh dari matriks Jacobian disekitar titik  $E_0$ , yaitu sebagai berikut:

$$\begin{vmatrix} J(f(E_0)) - \lambda I & 0 \\ -\mu - \lambda & -\frac{\alpha b}{\mu} \\ 0 & \left(\frac{\alpha b}{\mu} - (\mu + d + \beta)\right) - \lambda \\ 0 & \beta & -(\mu + \gamma) - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$a_1 = \gamma + 2\mu - \frac{\alpha b}{\mu} + (\mu + d + \beta)$$

$$a_2 = \mu(\mu + \gamma) - (\gamma + 2\mu) \left( \frac{\alpha b}{\mu} - (\mu + d + \beta) \right) - \beta \gamma$$

$$a_3 = - \left( \mu(\mu + \gamma) \left( \frac{ab}{\mu} - (\mu + d + \beta) \right) + \beta \gamma \mu \right)$$

Berdasarkan criteria Routh-Hurwitz, titik ekuilibrium  $E_0$  stabil jika dan hanya jika semua determinan matriks Hurwitz positif atau  $a_1 > 0, a_3 > 0, a_1 a_2 > a_3$ . Hal ini dapat dipenuhi jika dan hanya jika  $R_0 < 1$ .

### Kestabilan Titik Ekuilibrium Endemik( $E_1$ )

Kestabilan titik ini juga dapat dilihat dari nilai-nilai eigen yang diperoleh pada matriks Jacobian disekitar titik  $E_1$ , yaitu sebagai berikut:

$$\begin{vmatrix} |\lambda I - J(f(E_1))| = 0 \\ \begin{vmatrix} \lambda + \mu + \frac{\alpha I}{1 + kI} & \frac{\alpha}{1 + kI} \left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right) & 0 \\ -\frac{\alpha I}{1 + kI} & \lambda - \left( \frac{\alpha}{1 + kI} \left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right) - (\mu + d + \beta) \right) & -\gamma \\ 0 & -\beta & \lambda + (\mu + \gamma) \end{vmatrix} \\ = 0 \end{vmatrix}$$

$\lambda^3 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda + a_3 = 0$  dengan

$$\begin{aligned} a_1 &= (\mu + \gamma) - \frac{\alpha}{1 + kI} \left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right) + (\mu + d + \beta) + \mu + \frac{\alpha I}{1 + kI} \\ a_2 &= (\mu + \gamma) \left( (\mu + d + \beta) - \frac{\alpha}{1 + kI} \left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right) \right) \\ &\quad + \left( \mu + \frac{\alpha I}{1 + kI} \right) ((\mu + \gamma) - (\mu + d + \beta)) - \beta\gamma \\ a_3 &= -\mu(\mu + \gamma) \left( \frac{\alpha}{1 + kI} \left( \frac{(\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma}{\alpha(\mu + \gamma)} \right) - (\mu + d + \beta) \right) \\ &\quad + \left( \frac{\alpha I}{1 + kI} \right) (\mu + d + \beta)(\mu + \gamma) - \beta\gamma \left( \mu + \frac{\alpha I}{1 + kI} \right) \end{aligned}$$

Berdasarkan kriteria Routh-Hurwitz, titik ekuilibrium  $E_1$  stabil jika dan hanya jika semua determinan matriks Hurwitz positif atau  $a_1 > 0, a_3 > 0, a_1 a_2 > a_3$ . Hal ini dapat dipenuhi jika dan hanya jika  $I > 0$ .  $I > 0$  dipenuhi apabila  $R_0 > 1$ .

## D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Model pengaruh hukuman mati terhadap dinamika jumlah pengguna narkoba di Indonesia adalah:

$$\frac{dS}{dt} = b - \mu S - \frac{\alpha SI}{1 + kI}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha SI}{1 + kI} - (\mu + d)I - \beta I + \gamma R$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta I - (\mu + \gamma)R$$

dengan daerah definisi

$$\left\{ (S, I, R) : S + I + R \leq \frac{b}{\mu}; S > 0; I, R \geq 0; \alpha > 0; b, \mu, d, k, \beta, \gamma \geq 0 \right\}$$

2. Terdapat 2 jenis titik ekuilibrium model, yaitu titik ekuilibrium tak endemik  $E_0$  (tidak ada individu yang menggunakan narkoba) dan titik ekuilibrium  $E_1$  dengan  $R_0 = \frac{\alpha b}{\mu(\mu+d+\beta)}$ .
3. Untuk mengurangi jumlah individu yang menyalahgunakan narkoba, maka parameter yang harus dikontrol adalah meminimalkan  $\alpha$  (penularan kebiasaan menyalahgunakan narkoba) dengan seminar-seminar kepada masyarakat tentang bahaya narkoba, perhatian orang tua terhadap pergaulan anak-anaknya, dll; memperbesar  $\beta$  (individu yang berhenti menggunakan narkoba) dengan cara berobat untuk menghilangkan kecanduan narkoba dan  $k$  (efek/dampak hukuman mati yang sudah diberlakukan pemerintah) dengan cara lebih meningkatkan penerapan hukuman mati kepada pengedar narkoba.

## DAFTAR PUSTAKA

1. A. Lahrouz, L. Omari, D. Kionach. 2011. *Global Analysis of Deterministic and Stochastic Nonlinear SIRS Epidemic Model*. *J.Math.Biol* 16 (1): 59-76.
2. Brauer, Fred. Dkk. 2008. *Mathematical Epidemiology*. *Math Biosci*, Springer
3. Edelstein, Leah. Keshet. 1988. *Mathematical Model in Biology*. SIAM.
4. Haryanto. 2010. *Pengertian Narkoba*. *Jurnal Psikologi*.
5. Perko, Lawrence. 1996. *Differential Equation and Dynamical System*. Springer
6. Sriningsih, Riry. 2014. *Pengaruh Program Rehabilitasi terhadap Dinamika Jumlah Pemakai Narkoba dengan Laju Transmisi Nonlinier*. SEMIRATA Bidang MIPA BKS-PTN-B di IPB
7. Verhulst, Ferdinand. 1990. *Nonlinear Differential Equation and Dynamical System*. Heldorf: Springer-Verlag.
8. <http://www.portalindonesianews.com/posts/...#sthash.99F3HJKa.dpu>