Jurnal Matematika UNAND
Vol. **VII** No. **3** Hal. 21 – 26
ISSN : 2303–291X
©Jurusan Matematika FMIPA UNAND

PEMODELAN PENYEBARAN PENGGUNA NARKOBA

DEBBY EVRYA ARIESY
Program Studi S1 Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia,
email : debbyevryaariesy11@gmail.com

Abstrak. Dalam penelitian ini dibahas kembali penurunan model penyebaran pengguna narkoba yang diformulasi oleh White dan Comiskey pada tahun 2007 dengan rata-rata pengguna berusia antara 15 sampai 64 tahun. Model ini dikembangkan berdasarkan model SIRS karena ketergantungan narkoba dapat dianggap sebagai sebuah penyakit yang dapat menular ke individu lain. Dalam model White dan Comiskey tersebut, populasi individu dibagi menjadi tiga kelas yakni individu yang rentan menjadi pengguna narkoba (S), individu pengguna narkoba tidak dalam masa pengobatan (U_1), dan individu pengguna narkoba dalam masa pengobatan (U_2).

Kata Kunci: Model penyebaran pengguna narkoba, sistem persamaan diferensial

Diterima	:	*26 Juli 2018*
Direvisi	:	*17 September 2018*
Dipublikasikan	:	*21 Desember 2018*

1. Pendahuluan

Pemodelan matematika merupakan salah satu tahap pemecahan masalah, yakni berupa penyederhanaan dalam bentuk abstrak suatu fenomena nyata ke dalam bentuk matematika. Salah satu masalah dalam kehidupan nyata adalah penyalahgunaan narkotika, psikotropika, dan bahan berbahaya lainnya (narkoba) dan penyebarannya yang terus meningkat.

Penyalahgunaan narkoba berdampak negatif terhadap kesehatan, ekonomi dan sosial, bahkan menimbulkan kriminalitas. Bukan hanya berakibat kepada penggunanya saja, namun keluarga juga turut menjadi korban dan penyalahgunaan narkoba dalam skala besar dapat merugikan masyarakat, bangsa dan negara. Pemerintah telah melakukan berbagai upaya melalui kebijakan penanggulangan narkoba, termasuk diantaranya penindakan peredaran gelap narkoba serta pencegahan penyalahgunaan narkoba di masyarakat. Oleh karena itu dituntut adanya peran serta dari berbagai pihak untuk dapat memerangi narkoba dan mengatasi pertambahan jumlah pemakai narkoba selanjutnya demi masa depan bangsa Indonesia bebas narkoba.

Seperti penyakit kronis lainnya, kecanduan narkoba dapat diobati. Pengobatan bagi pengguna narkoba memerlukan sebuah program rehabilitasi yang membutuhkan biaya yang sangat besar dan merupakan beban yang berat dalam sistem kesehatan di banyak negara. Kepala Urusan Rumah Tangga Balai Rehabilitasi Penyalahgunaan Narkoba, Lembaga Rehabilitasi Pencegahan Penyalahgunaan

Narkotika (LRPPN) mengatakan bahwa setidaknya biaya rehabilitasi bagi pecandu narkoba membutuhkan dana sekitar Rp 20-an juta per satu orang untuk rehabilitasi standar [2].

Pemodelan matematika perlu dibuat untuk menggambarkan penyebaran pengguna narkoba. Dalam model White dan Comiskey, populasi individu dibagi menjadi tiga kelas, yakni individu yang rentan menjadi pengguna narkoba, individu pengguna narkoba tidak dalam masa pengobatan, dan individu pengguna narkoba dalam masa pengobatan. Model ini menggunakan pendekatan model epidemik SIRS ($Susceptible - Infected - Removed - Susceptible$), dimana individu yang telah berhenti memakai narkoba berkemungkinan dapat menjadi individu rentan untuk memakai narkoba kembali [3].

2. Model Epidemik SIRS

Suatu model yang mempelajari keterkaitan sejumlah individu dalam kejadian epidemik disebut model epidemik, seperti terjangkitnya wabah penyakit dalam suatu populasi tertentu. Model epidemik yang paling populer adalah model SIRS ($Susceptible - Infected - Removered - Susceptible$). Model ini pertama kali dikemukakan oleh Kermac dan McKendric pada tahun 1927 sebagai model dasar dari pengembangan pemodelan epidemiologi [4]. Model ini terbagi menjadi tiga kelompok populasi yang dapat menggambarkan bagaimana proses penyebaran penyakit pada suatu populasi.

Berikut ini merupakan pembagian kelompok populasi pada model SIRS :

(1) *Susceptible*, yaitu kelompok individu yang masih sehat namun rentan terinfeksi penyakit.
(2) *Infected*, yaitu kelompok individu yang sudah terinfeksi dan dapat menularkan penyakit ke *susceptible* jika melakukan kontak dengannya, namun individu ini masih dapat sembuh dari penyakit.
(3) *Removed*, yaitu kelompok individu yang telah sembuh dari penyakit sehingga dapat menjadi *susceptible* kembali.

Beberapa definisi parameter yang digunakan pada model SIRS adalah sebagai berikut [3]:

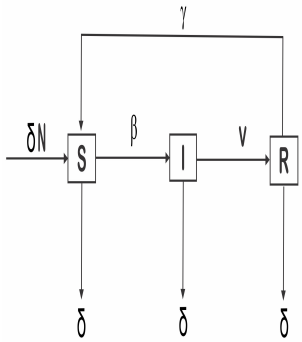
β menyatakan rata-rata penyebaran virus,
v menyatakan rata-rata populasi yang sembuh,
δ menyatakan rata-rata kelahiran atau kematian populasi,
γ menyatakan rata-rata populasi yang rentan kembali terkena penyakit.

Diagram model SIRS diperlihatkan dalam Gambar 1.

3. Formulasi Model

Dalam model ini, populasi dibagi menjadi tiga kelompok subpopulasi:

1. Kelompok yang sehat namun rentan (*susceptible*) menjadi pengguna narkoba. Banyaknya individu dalam kelompok ini pada waktu t dinotasikan dengan $S(t)$.



Gambar 1. Diagram Model SIRS.

2. Kelompok pengguna narkoba yang tidak dalam masa pengobatan dan dapat menginfeksi (menjadi pengguna narkoba) ke individu lain ketika berinteraksi. Banyaknya individu dalam kelompok ini pada waktu t dinotasikan dengan U_1(t).
3. Kelompok pengguna narkoba dalam masa pengobatan dan memiliki potensi menjadi pengguna narkoba yang tidak dalam masa pengobatan. Banyaknya individu dalam kelompok ini pada waktu t dinotasikan dengan U_2(t).

Di sini total populasi seluruhnya dianggap konstan, dinotasikan dengan N, sehingga berlaku

$$N = S(t) + U_1(t) + U_2(t). \tag{3.1}$$

Parameter-parameter yang digunakan dalam pembentukan model pengguna narkoba sebagai berikut.

Λ : jumlah individu dalam populasi yang memasuki populasi rentan, yaitu semua individu berusia 15-64 tahun (orang)

μ : laju kematian alami dari populasi (per satuan waktu)

δ_1 : tambahan laju kematian pengguna narkoba yang tidak dalam masa pengobatan (per satuan waktu)

δ_2 : tambahan laju kematian pengguna narkoba dalam masa pengobatan (per satuan waktu)

β_1 : peluang individu menjadi pengguna narkoba

β_3 : peluang pengguna narkoba dalam masa pengobatan yang kambuh menggunakan narkoba dan tidak diobati

ρ : proporsi pengguna narkoba yang masuk pengobatan

Berdasarkan penjelasan di atas, maka semua nilai parameter haruslah bernilai positif.

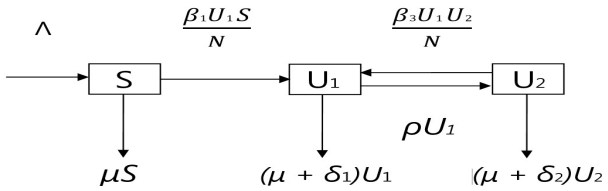
Pada model penyebaran pengguna narkoba terdapat beberapa asumsi yang akan digunakan, yaitu:

(1) Populasi bersifat tertutup (tidak ada proses migrasi).
(2) Total populasi N dianggap konstan dalam periode waktu pemodelan sehingga berlaku:

$$\Lambda = \mu S + (\mu + \delta_1)U_1 + (\mu + \delta_2)U_2, \tag{3.2}$$

artinya banyaknya individu yang memasuki populasi rentan (*susceptible*) sama dengan jumlah individu yang keluar di setiap kelompok, baik karena kematian alami maupun kematian disebabkan penggunaan narkoba.
(3) Ada suatu proporsi pengguna narkoba yang masuk pengobatan di setiap periode waktu pemodelan.
(4) Pengguna narkoba yang tidak dalam masa pengobatan dapat menginfeksi individu yang rentan dan pengguna narkoba yang dalam masa pengobatan.
(5) Pengguna narkoba yang dalam masa pengobatan dapat menjadi kambuh jika mereka melakukan kontak dengan pengguna narkoba yang tidak dalam masa pengobatan.
(6) Pengguna narkoba yang dalam masa pengobatan tidak dapat menginfeksi individu yang rentan.
(7) Seluruh individu dalam populasi diasumsikan sama-sama rentan terhadap kecanduan narkoba.

Diagram model penyebaran pengguna narkoba dapat dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram model penyebaran pengguna narkoba.

Dari Gambar 2 dapat dijelaskan tentang penyebaran pengguna narkoba sebagai berikut.

(1) Laju individu yang rentan menjadi pengguna narkoba adalah jumlah individu dalam populasi yang memasuki populasi rentan dikurangi hasil bagi antara peluang individu menjadi pengguna narkoba dengan total populasi manusia dikurangi dengan laju kematian alami.
(2) Laju individu pengguna narkoba tidak dalam masa pengobatan adalah hasil bagi antara peluang individu menjadi pengguna narkoba dengan total populasi manusia dikurangi dengan proporsi pengguna narkoba yang masuk pengobatan ditambah hasil bagi antara peluang pengguna narkoba dalam masa pengobatan

yang kambuh menggunakan narkoba dan tidak diobati dengan total populasi manusia dikurangi laju kematian pengguna narkoba tidak dalam masa pengobatan.

(3) Laju individu pengguna narkoba dalam masa pengobatan adalah proporsi pengguna narkoba yang masuk pengobatan dikurangi hasil bagi antara peluang pengguna narkoba dalam masa pengoabatan yang kambuh menggunakan narkoba dan tidak diobati dengan total populasi manusia dikurangi laju kematian pengguna narkoba dalam masa pengobatan.

Berdasarkan penjelasan dari penyebaran pengguna narkoba di atas maka dapat dimodelkan oleh sistem persamaan diferensial biasa orde satu nonliner sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{dS}{dt} &= \Lambda - \frac{\beta_1 U_1 S}{N} - \mu S, \\
\frac{dU_1}{dt} &= \frac{\beta_1 U_1 S}{N} - \rho U_1 + \frac{\beta_3 U_1 U_2}{N} - (\mu + \delta_1) U_1, \\
\frac{dU_2}{dt} &= \rho U_1 - \frac{\beta_3 U_1 U_2}{N} - (\mu + \delta_2) U_2.
\end{aligned} \tag{3.3}$$

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini diturunkan kembali model penyebaran pengguna narkoba yang diformulasikan oleh White-Comiskey karena ketergantungan terhadap narkoba bisa dikatakan sebuah penyakit yang dapat menular. Model tersebut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{dS}{dt} &= \Lambda - \frac{\beta_1 U_1 S}{N} - \mu S, \\
\frac{dU_1}{dt} &= \frac{\beta_1 U_1 S}{N} - \rho U_1 + \frac{\beta_3 U_1 U_2}{N} - (\mu + \delta_1) U_1, \\
\frac{dU_2}{dt} &= \rho U_1 - \frac{\beta_3 U_1 U_2}{N} - (\mu + \delta_2) U_2.
\end{aligned}$$

dengan S adalah individu yang rentan menjadi pengguna narkoba , U_1 adalah individu pengguna narkoba tidak dalam masa pengobatan, dan U_2 adalah dan individu pengguna narkoba dalam masa pengobatan.

5. Ucapan Terima kasih

Terima kasih kepada bapak Dr. Mahdhivan Syafwan dan ibu Riri Lestari, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu, motivasi, dan nasehat dalam menyelesaikan jurnal ini. Terima kasih juga kepada bapak Dr. Admi Nazra, ibu Dr. Ferra Yanuar dan bapak Dr. Ahmad Iqbal Baqi selaku dosen penguji.

Daftar Pustaka

[1] White E, Comiskey C. Heroin Epidemics, Treatment dan ODE Modelling. Matematical Biosciences 208 : 312-324.

[2] http://www.medanbisnisdaily.com/news/read/2018/02/28/338941/biaya-rehabilitasi-narkoba-berkisar-rp-20juta, diakses tanggal 27 Juni 2018 pukul 13.00 WIB.

[3] Lestari, Riri. 2012. "Pengembangan Model Penyebaran Pengguna Narkoba White-Comiskey". Bogor : Tesis Program Studi Matematika Terapan Institut Pertanian Bogor.

[4] Keshet, L. 1988. *Matematical Models in Biology.* New York: Random House.