

Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

Isra Miati¹, Muhammad Subhan²

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

Article Info

Article history:

Received August 08, 2022
Revised November 24, 2022
Accepted March 20, 2023

Keywords:

Mathematical Model
Poverty
Alcohol Consumption

Kata Kunci:

Model Matematika
Kemiskinan
Pengaruh Konsumsi Alkohol

ABSTRACT

The problem of poverty is a major development challenge at the global level. Many strategies are implemented to overcome this problem of poverty. However, in overcoming this problem a common problem emerged among poor families, namely related to alcohol consumption. As a result of consuming excessive alcohol will make individuals become alcohol dependent and alcoholics. The aim of this research is to be able to see a mathematical model and the analysis obtained. The method used in this research is descriptive method. Based on the analysis that has been done, one free fixed point is obtained. Next, the stability of the fixed point will be determined, which shows that the free fixed point is stable if $\gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu > \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu$. The simulation results for the free fixed point show that at a certain time the problem will disappear if the rate of individuals from the poor group who are not addicted to alcohol to poor alcohol addicts (β) is reduced and the rate of individuals in the poor group addicted to alcohol in rehabilitation (γ) is increased.

ABSTRAK

Masalah kemiskinan merupakan tantangan utama pembangunan di tingkat global. Banyak strategi yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan kemiskinan ini. Namun, dalam mengatasi permasalahan ini muncul suatu persoalan yang umum di kalangan keluarga miskin yaitu terkait dengan pengonsumsi alkohol. Akibat dari mengonsumsi alkohol secara berlebihan akan membuat individu menjadi ketergantungan alkohol dan pecandu alkohol. Tujuan dalam penelitian adalah untuk dapat melihat suatu model matematika dan analisis yang diperoleh. Untuk metode yang dilakukan di dalam penelitian adalah dengan menggunakan metode deskriptif. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh satu titik tetap bebas. Selanjutnya akan ditentukan kestabilan dari titik tetap, yang mana menunjukkan bahwa titik tetap bebasnya bersifat stabil jika $\gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu > \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu$. Hasil simulasi untuk titik tetap bebas menunjukkan bahwa pada waktu tertentu masalah akan menghilang jika laju individu dari kelompok miskin yang tidak kecanduan alkohol menjadi miskin kecanduan alkohol (β) diperkecil dan laju individu kelompok miskin kecanduan alkohol yang di rehabilitasi (γ) diperbesar.

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



Penulis pertama

(Isra Miati)

Prodi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar barat, Padang Utara, Padang, 25171 Padang, Sumatera Barat
Email: isramiati167@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Masalah kemiskinan merupakan tantangan utama pembangunan di tingkat global. Kemiskinan ini dapat di lihat dalam segi permasalahan yang multidimensi di karenakan akan berkaitan dengan ketidakmampuan untuk mengakses secara politih, ekonomi, sosial, budaya, dan juga partisipasi untuk masyarakat. Di dalam pengertian kemiskinan memiliki ruang yang lebih luas dilihat dari segi tingkat rendahnya pendapatan seseorang dalam kesejahteraan yang terukur seperti kebutuhan kalori minimum atau garis kemiskinan, namun di lihat arti yang dalam kemiskinan memiliki keterkaitan dengan ketidakmampuan dalam mencapai aspek di luar pendapatan (*non-income factors*).

Bank Dunia memperkirakan bahwa sekitar 20 persen populasi dunia hidup dengan satu dolar sehari bahkan kurang dari itu. Banyak strategi yang dapat di lakukan untuk mengatasi permasalahan kemiskinan ini. Anehnya dalam beberapa strategi tersebut muncul suatu persoalan yang umum di dalam lingkungan keluarga miskin yaitu masalah yang terkait dalam pengonsumsi alkohol dan obat-obatan yang berbahaya. Alkohol merupakan fenomena sosial yang dapat mempengaruhi kehidupan sosial seseorang dengan tingkat pendidikan dan kelompok usia yang berbeda dan berdampak pada banyak aspek di dalam kehidupan terkhususnya di ruang lingkup orang miskin [5].

Konsumsi alkohol merupakan kegiatan yang dapat menguras keuangan bagi orang miskin. Pasalnya mereka di laporkan menghabiskan hasil pendapatan untuk membeli alkohol, tembakau, dan hiburan lainnya, di mulai dari Indonesia hingga Nikaragua [1]. Orang miskin di India menghabiskan sekitar 3% dari pendapatan mereka untuk membeli alkohol dan tembakau [4]. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), di tahun 2021, Indonesia tercatat 0,36 liter dalam mengonsumsi alkohol di usia ≥ 15 tahun. Namun Indonesia memiliki tingkat yang rendah dalam penyalahgunaan alkohol untuk data BPS kalau dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang tercatat 0,39 liter per orang/kapita. Situasi ini harus di waspadai dikarenakan Indonesia memiliki permasalahan yang begitu rumit di dalam mengonsumsi alkohol.

Fakta dari mengonsumsi alkohol ini disebabkan oleh keinginan dari diri sendiri, yaitu ingin mencoba hal-hal baru juga dipengaruhi oleh lingkungan, karena manusia dan lingkungan saling berinteraksi dan saling mempengaruhi, perilaku manusia bisa mengubah lingkungan sebaliknya lingkungan sangat berpengaruh terhadap bagaimana manusia berperilaku tentang faktor lingkungan yang mempengaruhi seseorang untuk mengonsumsi alkohol adalah lingkungan sosial, yaitu: keluarga yang kurang harmonis, lingkungan pergaulan, kurangnya pengawasan orang tua, orang tua yang bercerai atau menikah lagi, orang tua yang acuh tak acuh atau orang tua yang otoriter dan kurangnya individu yang menjadi teladan dalam hidupnya [2].

Kecanduan alkohol akan berhubungan langsung dengan status hidup buruk pada semua domain yakni fisik, psikologis, lingkungan, sosial. Kecanduan alkohol dapat menghalangi seluruh bagian dari kehidupan seseorang, secara langsung maupun secara tidak langsung. Penurunan pada tingkat kualitas hidup tidak akan berhubungan langsung dengan derajat keparahan dalam penggunaan alkohol, namun berhubungan dengan tingkat konsekuensi yang diakibatkan oleh mengonsumsi alkohol secara berlebihan. Tingkat konsekuensi alkohol dilihat dari segi fisik, psikologis, sosial, maupun lingkungan akan mengakibatkan terjadinya penurunan tingkat kualitas hidup seseorang. Karena semakin besar kecanduan alkohol yang dialami seseorang, semakin banyak pula dampak yang diperoleh dari alkohol terhadap dirinya. Semakin besar dampak dari alkohol, semakin buruk kualitas hidup seseorang akan terjadi [3].

Dengan demikian hubungan antara alkohol dan kemiskinan memiliki pengaruh yang beragam. Dampak dalam mengonsumsi alkohol terhadap kemiskinan lebih dari sekedar uang yang dihabiskan untuk membeli minuman tersebut, namun dampak antara kemiskinan terhadap alkohol memiliki jauh lebih banyak dikarenakan seseorang yang sudah dikatakan mengonsumsi berat merupakan hasil kerasnya kehidupan sehingga dia akan masuk ke dalam keluarga yang miskin. Beberapa faktor umum yang berdampak pada penggunaan alkohol dan kemiskinan (misalnya, filosofi politik yang berlaku) dan hal-hal yang secara sinergis dipengaruhi oleh alkohol dan kemiskinan (seperti, masalah kesehatan).

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dasar (teoritis). Untuk metode yang di gunakan metode deskriptif yakni mengidentifikasi masalah dari kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol, mengumpulkan teori-teori yang relevan dengan masalah tersebut, selanjutnya adalah menentukan metode yang sesuai dengan permasalahan tersebut.

Langkah-langkah yang digunakan untuk penelitian ini sebagai berikut :

- a. Menentukan asumsi, variabel, dan parameter dari model matematika dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol.
- b. Membentuk model matematika dalam dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol.
- c. Menganalisis bentuk model matematika dalam dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol.
- d. Membuat interpretasi dari hasil analisis model matematika dalam dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol.
- e. Melakukan simulasi model matematika dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol
- f. Membuat kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

Berdasarkan langkah-langkah yang digunakan untuk membentuk suatu model matematika yaitu langkah pertama mengidentifikasi suatu permasalahan yang diperoleh dari pertanyaan yang berkaitan dengan masalah tersebut.

Variabel yang digunakan untuk membentuk model matematika dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol sebagai berikut:

- a. P : kelompok individu miskin yang tidak kecanduan alkohol
- b. A : kelompok individu miskin kecanduan alkohol
- c. R : kelompok individu yang di rehabilitasi
- d. H : kelompok individu yang sembuh dari kecanduan alkohol

Asumsi yang digunakan untuk membangun model matematika dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol sebagai berikut:

- a. Populasi ini bersifat tertutup, artinya tidak ada individu mengalami sistem perpindahan baik secara masuk maupun secara keluar dari populasi tersebut.
- b. Diasumsikan setiap populasi mempunyai kematian alami.
- c. Diasumsikan Populasi A memiliki kematian akibat alkohol.
- d. Diasumsikan penularan pengonsumsi alkohol terjadi akibat faktor internal.
- e. Diasumsika laju individu miskin kecanduan alkohol untuk penyembuhannya melalui tahap rehabilitasi.
- f. Setiap individu kelompok yang melakukan rehabilitasi mengalami pemulihan.
- g. Diasumsikan laju individu yang di rehabilitasi mempunyai laju individu ke dalam kelompok miskin kecanduan alkohol.

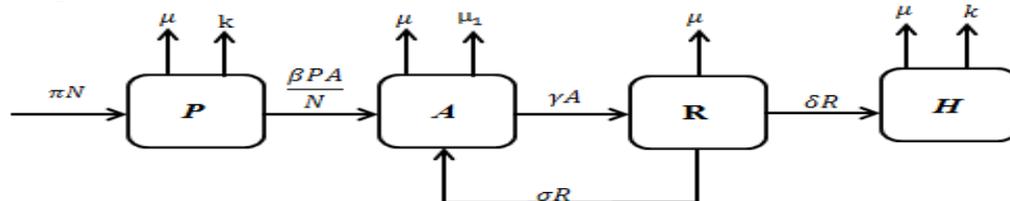
Parameter yang digunakan:

- a. N : total populasi
- b. μ : laju individu akibat kematian
- c. k : laju individu yang menjadi kelompok kaya
- d. β : laju individu dari kelompok miskin tidak kecanduan alkohol menjadi kelompok miskin kecanduan alkohol



- e. γ : laju individu dari kelompok miskin kecanduan alkohol menjadi kelompok rehabilitasi
- f. δ : laju individu dari kelompok rehabilitasi menjadi kelompok yang sembuh
- g. σ : laju individu dari kelompok rehabilitasi menjadi kelompok miskin kecanduan alkohol
- h. μ_1 : laju individu kematian yang disebabkan oleh alkohol

Berdasarkan asumsi-asumsi yang diperoleh, maka Gambar 1. dapat dibentuk model diagram alir, sebagai berikut:



Gamabr 1. Diagram Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

Dari gambar 1 didapatkan bentuk persamaan dari model matematika dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= \mu P + kP + \mu A + \mu_1 A + \mu R + \mu H + kH - \frac{\beta PA}{N} - \mu P - kP \\ &= \mu A + \mu_1 A + \mu R + \mu H + kH - \frac{\beta PA}{N} \\ &= (\mu + \mu_1)A + \mu R + (\mu + k)H - \frac{\beta PA}{N} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{dA}{dt} &= \frac{\beta PA}{N} + \sigma R - \gamma A - \mu A - \mu_1 A \\ &= \frac{\beta PA}{N} + \sigma R - (\gamma + \mu + \mu_1)A \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{dR}{dt} &= \gamma A - \sigma R - \delta R - \mu R \\ &= \gamma A - (\sigma + \delta + \mu)R \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{dH}{dt} &= \delta R - \mu H - kH \\ &= \delta R - (\mu + k)H \end{aligned} \quad (4)$$

Dimana :

$$\pi N = (\mu + k)P + (\mu + \mu_1)A + \mu R + (\mu + k)H$$

$$N = P + A + R + H$$

$$B_1 = \mu + k \quad (5)$$

$$B_2 = \mu + \mu_1 \quad (6)$$

3.2 Analisis Model Matematika Dinamika Kemisminn Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

Dalam analisis model matematika dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol akan dicari titik tetap bebas, analisis kestabilan dari titik tetap, dan proses simulasi dari analisis model matematika yang diperoleh.

3.2.1 Titik Keseimbangan Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

Titik tetap atau titik keseimbangan dari suatu sistem persamaan diperoleh pada saat $\frac{dP}{dt} = 0$, $\frac{dA}{dt} = 0$, $\frac{dR}{dt} = 0$, dan $\frac{dH}{dt} = 0$. Sehingga persamaan (1), (2), (3), dan (4) menjadi sebagai berikut:

$$\left(B_2 - \frac{\beta P}{N}\right)A + \mu R + (B_1)H = 0 \quad (7)$$

$$\left(\frac{\beta P}{N} - \gamma - (B_2)\right)A + \sigma R = 0 \quad (8)$$

$$\gamma A - (\delta + \sigma + \mu)R = 0 \quad (9)$$

$$\delta R - (\mu + k)H = 0 \quad (10)$$

Berdasarkan persamaan di atas maka akan diperoleh titik tetap model matematika dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol.

Dari persamaan (9), diperoleh:

$$\gamma A - (\delta + \sigma + \mu)R = 0$$

$$(\delta + \sigma + \mu)R = \gamma A$$

$$R = \frac{\gamma}{(\delta + \sigma + \mu)}A \quad (11)$$

Substitusikan (11) ke persamaan (10)

$$\delta R - (\mu + k)H = 0$$

$$\delta \frac{\gamma}{(\delta + \sigma + \mu)}A - (\mu + k)H = 0$$

$$\frac{\delta \gamma A - (\mu + k)(\delta + \sigma + \mu)H}{(\delta + \sigma + \mu)} = 0$$

$$\delta \gamma A - (\mu + k)(\delta + \sigma + \mu)H = 0$$

$$(\mu + k)(\delta + \sigma + \mu)H = \delta \gamma A$$

$$H = \frac{\delta \gamma}{(\mu + k)(\delta + \sigma + \mu)}A \quad (12)$$

Substitusikan (11) ke persamaan (8)

$$\left(\frac{\beta P}{N} - \gamma - (B_2)\right)A + \sigma R = 0$$

$$\left(\frac{\beta P}{N} - \gamma - (B_2)\right)A + \sigma \left(\frac{\gamma}{(\delta + \sigma + \mu)}A\right) = 0$$

$$\left(\frac{\beta P}{N} - \gamma - (B_2)\right)A + \left(\frac{\gamma \sigma}{(\delta + \sigma + \mu)}A\right) = 0$$

$$\left(\frac{\beta P}{N} - \gamma - B_2 + \frac{\gamma \sigma}{(\delta + \sigma + \mu)}\right)A = 0$$

$$A = 0 \quad (13)$$

Atau

$$\frac{\beta P}{N} - \gamma - B_2 + \frac{\gamma \sigma}{(\delta + \sigma + \mu)} = 0$$

$$\frac{\beta P(\delta + \sigma + \mu) - \gamma N(\delta + \sigma + \mu) - NB_2(\delta + \sigma + \mu) + N\gamma \sigma}{N(\delta + \sigma + \mu)} = 0$$

$$\beta P(\delta + \sigma + \mu) - \gamma N(\delta + \sigma + \mu) - NB_2(\delta + \sigma + \mu) + N\gamma \sigma = 0$$

$$\beta P(\delta + \sigma + \mu) = \gamma N(\delta + \sigma + \mu) + NB_2(\delta + \sigma + \mu) - N\gamma \sigma$$

$$P = \frac{\gamma N(\delta + \sigma + \mu) + NB_2(\delta + \sigma + \mu) - N\gamma \sigma}{\beta(\delta + \sigma + \mu)} \quad (14)$$

Kasus I

Dimana nilai $A = 0$

Substitusikan (13) ke persamaan (11)

$$R = \frac{\gamma}{(\delta + \sigma + \mu)}A$$

$$R = \frac{\gamma}{(\delta + \sigma + \mu)}(0)$$

$$R = 0 \quad (15)$$



Substitusikan persamaan (13) ke persamaan (12)

$$H = \frac{\delta\gamma}{(\mu+k)(\delta+\sigma+\mu)} A$$

$$H = \frac{\delta\gamma}{(\mu+k)(\delta+\sigma+\mu)} (0)$$

$$H = 0 \quad (16)$$

Substitusikan persamaan (13), (15), dan (16) ke persamaan (7)

$$\left(B_2 - \frac{\beta P}{N}\right) A + \mu R + (B_1)H = 0$$

$$B_2 A - \frac{\beta P}{N} A + \mu R + B_1 H = 0$$

$$B_2(0) - \frac{\beta P}{N}(0) + \mu(0) + B_1(0) = 0 \quad (17)$$

Substitusikan didapatkan nilai $A = 0, R = 0, H = 0$ ke persamaan berikut, maka akan diperoleh sebagai berikut:

$$N = P + A + R + H$$

$$N = P$$

Setelah dilakukan suatu analisis, maka **kasus I** di dapatkan titik tetap sebagai berikut:

$$E_0 = (N, 0, 0, 0)$$

Kasus II

Dimana $P = \frac{\gamma N(\delta+\sigma+\mu) + NB_2(\delta+\sigma+\mu) - N\gamma\sigma}{\beta(\delta+\sigma+\mu)}$, $R = \frac{\gamma}{(\delta+\sigma+\mu)} A$, $H = \frac{\delta\gamma}{(\mu+k)(\delta+\sigma+\mu)} A$ masukkan ke persamaan (7), maka diperoleh sebagai berikut:

$$\left(B_2 - \frac{\beta P}{N}\right) A + \mu R + (B_1)H = 0$$

$$B_2 A - \frac{\beta P}{N} A + \mu R + (B_1)H = 0$$

$$B_2 A - \frac{\beta \left(\frac{\gamma N(\delta+\sigma+\mu) + NB_2(\delta+\sigma+\mu) - N\gamma\sigma}{\beta(\delta+\sigma+\mu)} \right)}{N} A + \mu \left(\frac{\gamma}{(\delta+\sigma+\mu)} \right) A + (B_1) \left(\frac{\delta\gamma}{(\mu+k)(\delta+\sigma+\mu)} \right) A = 0$$

$$\frac{NB_2 A - \beta \left(\frac{\gamma N(\delta+\sigma+\mu) + NB_2(\delta+\sigma+\mu) - N\gamma\sigma}{\beta(\delta+\sigma+\mu)} \right) A + N\mu \frac{\gamma}{(\delta+\sigma+\mu)} A + NB_1 \frac{\delta\gamma}{(\mu+k)(\delta+\sigma+\mu)} A}{N} = 0$$

$$NB_2 A - \beta \left(\frac{\gamma N(\delta+\sigma+\mu) + NB_2(\delta+\sigma+\mu) - N\gamma\sigma}{\beta(\delta+\sigma+\mu)} \right) A + N\mu \frac{\gamma}{(\delta+\sigma+\mu)} A + NB_1 \frac{\delta\gamma}{(\mu+k)(\delta+\sigma+\mu)} A = 0$$

$$\left(NB_2 - N\beta \left(\frac{\gamma N(\delta+\sigma+\mu) + NB_2(\delta+\sigma+\mu) - N\gamma\sigma}{\beta(\delta+\sigma+\mu)} \right) + N\mu \frac{\gamma}{(\delta+\sigma+\mu)} + NB_1 \frac{\delta\gamma}{(\mu+k)(\delta+\sigma+\mu)} \right) A = 0$$

$$A = 0 \quad (18)$$

Setelah dilakukan suatu analisis di atas, ternyata diperoleh nilai $A = 0$. Sedangkan di **kasus II** nilai $A \neq 0$. Maka dapat disimpulkan bahwa **kasus II tidak memiliki titik tetap**.

3.2.2 Kestabilan Model Matematika Dinamika Kemiskinan dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

Untuk menganalisis kestabilan titik tetap yang ditentukan di dalam menentukan suatu nilai eigen dari matriks *Jacobian* pada persamaan:

$$\frac{dP}{dt} = \mu A + \mu_1 A + \mu R + \mu H + kH - \frac{\beta PA}{N}$$

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\beta PA}{N} + \sigma R - \gamma A - \mu A - \mu_1 A$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma A - \sigma R - \delta R - \mu R$$

$$\frac{dH}{dt} = \delta R - \mu H - kH$$

Maka diperoleh matriks *Jacobian* sebagai berikut:

$$J = \begin{bmatrix} -\frac{\beta A}{N} & -\frac{\beta P}{N} + \mu + \mu_1 & \mu & \mu + k \\ \frac{\beta A}{N} & \frac{\beta P}{N} - \gamma - \mu - \mu_1 & \sigma & 0 \\ 0 & \gamma & -(\sigma + \delta + \mu) & 0 \\ 0 & 0 & \delta & -(\mu + k) \end{bmatrix}$$

Matriks *Jacobian* dari titik bebas $e_0 = (N, 0, 0, 0)$ adalah sebagai berikut:

$$J = \begin{bmatrix} 0 & -\beta + \mu + \mu_1 & \mu & \mu + k \\ 0 & \beta - \gamma - \mu - \mu_1 & \sigma & 0 \\ 0 & \gamma & -(\sigma + \delta + \mu) & 0 \\ 0 & 0 & \delta & -(\mu + k) \end{bmatrix}$$

Dapat dimisalkan λ merupakan nilai eigen dari matriks J , maka akan berlaku:

$$\det(\lambda I - J) = 0 \text{ atau } |\lambda I - J| = 0$$

$$\text{lihat } |\lambda I - J| = 0$$

$$|\lambda I - J| = \begin{vmatrix} \lambda & -\beta + \mu + \mu_1 & \mu & \mu + k \\ 0 & \lambda - \beta + \gamma + \mu + \mu_1 & \sigma & 0 \\ 0 & \gamma & \lambda + \sigma + \delta + \mu & 0 \\ 0 & 0 & \delta & \lambda + \mu + k \end{vmatrix} = 0$$

$$(\lambda) \begin{vmatrix} \lambda - \beta + \gamma + \mu + \mu_1 & \sigma & 0 \\ \gamma & \lambda + \sigma + \delta + \mu & 0 \\ 0 & \delta & \lambda + \mu + k \end{vmatrix} = 0$$

$$(\lambda) \left((\lambda - \beta + \gamma + \mu + \mu_1) \begin{vmatrix} \lambda + \sigma + \delta + \mu & 0 \\ \delta & \lambda + \mu + k \end{vmatrix} - \gamma \begin{vmatrix} \sigma & 0 \\ \delta & \lambda + \mu + k \end{vmatrix} + 0 \right) = 0$$

$$(\lambda) ((\lambda - \beta + \gamma + \mu + \mu_1)(\lambda + \sigma + \delta + \mu)(\lambda + \mu + k) - (\gamma\sigma)(\lambda + \mu + k)) = 0$$

$$(\lambda)(\lambda + \mu + k)((\lambda - \beta + \gamma + \mu + \mu_1)(\lambda + \sigma + \delta + \mu) - (\gamma\sigma)) = 0$$

Untuk syarat kestabilan titik tetap stabil apabila $\lambda_1 = 0$ dan $\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ bernilai negatif.

Maka berdasarkan persamaan di atas diperoleh nilai eigen sebagai berikut:

$$\lambda_1 = 0$$

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

$$(\lambda - \beta + \gamma + \mu + \mu_1)(\lambda + \sigma + \delta + \mu) - (\gamma\sigma) = 0$$

$$\lambda^2 + \sigma\lambda + \delta\lambda + \mu\lambda - \beta\lambda - \beta\sigma - \beta\delta - \beta\mu + \gamma\lambda + \gamma\sigma + \gamma\delta + \gamma\mu + \mu\lambda + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\lambda + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu - \gamma\sigma = 0$$

$$\lambda^2 + (\sigma + \delta + \mu - \beta + \gamma + \mu + \mu_1) + \gamma\delta + \gamma\mu - \beta\sigma - \beta\delta - \beta\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu = 0$$

$$\lambda_{3,4} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{-(\sigma + \delta + \mu - \beta + \gamma + \mu + \mu_1) \pm \sqrt{(\sigma + \delta + \mu - \beta + \gamma + \mu + \mu_1)^2 - 4(1)(\gamma\delta + \gamma\mu - \beta\sigma - \beta\delta - \beta\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu)}}{2}$$

Titik tetap $e_0 = (N, 0, 0, 0)$ akan stabil jika masing-masing nilai eigennya bernilai negatif. Maka pada persamaan (19), λ_3 dan λ_4 akan bernilai negatif jika:



$$\begin{aligned} & \sqrt{(\sigma + \delta + \mu - \beta + \gamma + \mu + \mu_1)^2 - 4(1)(\gamma\delta + \gamma\mu - \beta\sigma - \beta\delta - \beta\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu)} \\ & < (\sigma + \delta + \mu - \beta + \gamma + \mu + \mu_1) \\ & \quad (\sigma + \delta + \mu - \beta + \gamma + \mu + \mu_1)^2 \\ & \quad \quad - 4(1)(\gamma\delta + \gamma\mu - \beta\sigma - \beta\delta - \beta\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu) \\ & < (\sigma + \delta + \mu - \beta + \gamma + \mu + \mu_1)^2 \\ & -4(1)(\gamma\delta + \gamma\mu - \beta\sigma - \beta\delta - \beta\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu) < 0 \\ & \gamma\delta + \gamma\mu - \beta\sigma - \beta\delta - \beta\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu > 0 \\ & \gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu > \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu \end{aligned}$$

Jadi, λ_3 bernilai negatif dan λ_4 akan bernilai negatif jika $\gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu > \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu$. Hal ini menunjukkan bahwa titik tetap bebas dari kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol bersifat stabil. Sebaliknya, λ_4 akan bernilai positif jika $\gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu < \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu$. Hal ini menunjukkan bahwa titik tetap bebas dari kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol bersifat tidak stabil.

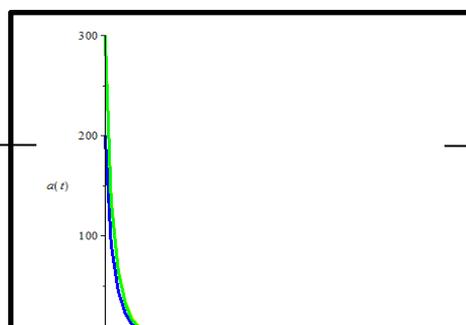
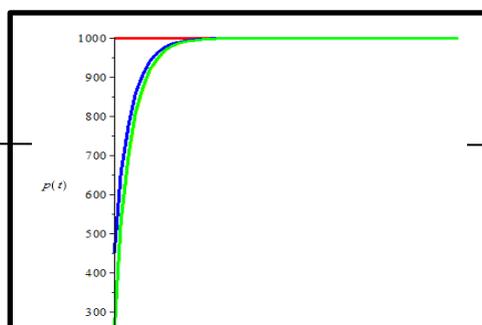
3.2.3 Simulasi Numerik dari Model Matematika Dinamika Kemiskinan dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

- a. Simulasi pertama model matematika dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol keadaan stabil

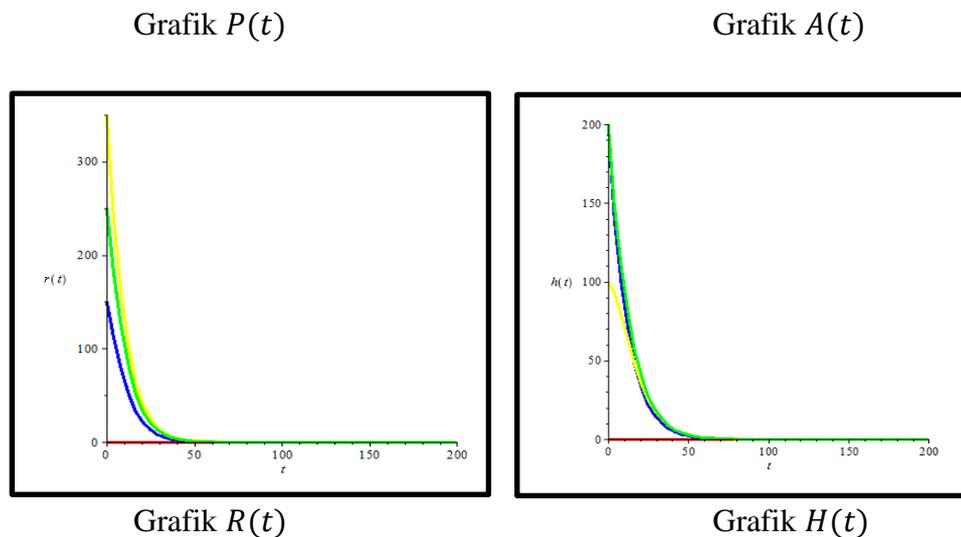
Tabel 1. Nilai Parameter Pertama untuk Titik Tetap Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

Parameter	Nilai
N	1000
μ	0.09
μ_1	0.07
k	0.02
β	0.04
γ	0.06
δ	0.03
σ	0.01

Dari nilai parameter pada Tabel 1 substitusikan ke persamaan $\gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu > \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu = 0.0280 > 0.0052$ dan titik tetap $E_0 = (N, 0, 0, 0)$ sehingga diperoleh nilai $(P, A, R, H) = (1000, 0, 0, 0)$. Sehingga akan didapatkan grafik dari masing-masing kelas terhadap waktu t sebagai berikut:



(Isra Miati)



Gambar 1. Trayektori di Sekitara Titik Tetap Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

Keterangan:

Kurva Merah adalah kurva titik tetap Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol.

$$P(0) = 1000; A(0) = 0; R(0) = 0; H(0) = 0$$

Kurva Biru adalah kurva dengan titik awal sebagai berikut:

$$P(0) = 450; A(0) = 200; R(0) = 150; H(0) = 200$$

Kurva Kuning adalah kurva dengan titik awal sebagai berikut:

$$P(0) = 250; A(0) = 300; R(0) = 350; H(0) = 100$$

Kurva Hijau adalah kurva dengan titik awal sebagai berikut:

$$P(0) = 250; A(0) = 300; R(0) = 250; H(0) = 200$$

Jadi, dapat dilihat bahwa grafik kurva mendekati titik $(1000,0,0,0)$

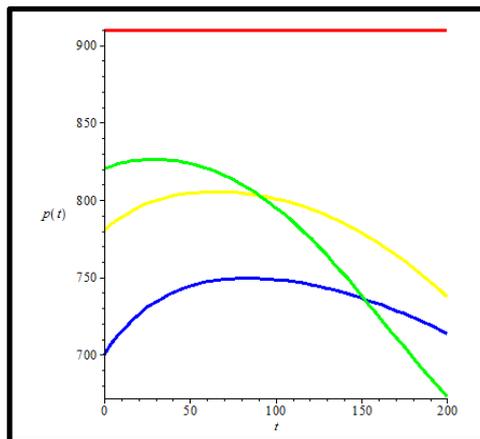
- b. Simulasi kedua model matematika dinamika kemiskinan dengan pengaruh konsumsi alkohol keadaan tidak stabil



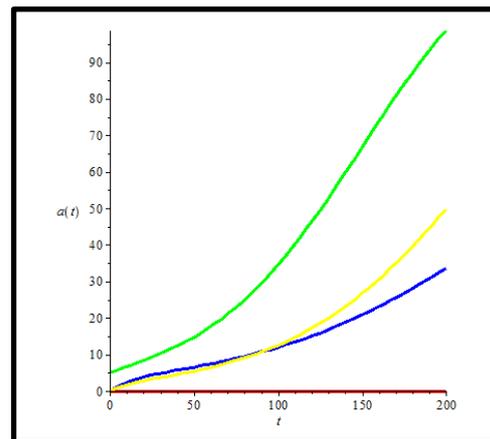
Tabel 2. Nilai Parameter Kedua untuk Titik Tetap Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

Parameter	Nilai
N	1000
μ	0.02
μ_1	0.01
k	0.005
β	0.09
γ	0.03
δ	0.03
σ	0.01

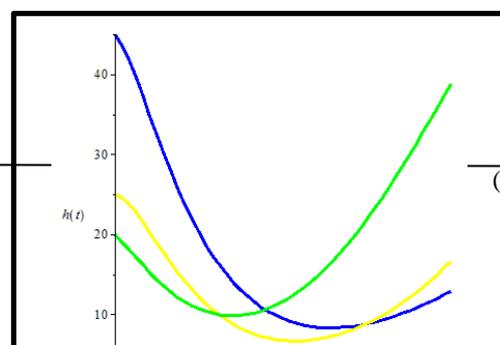
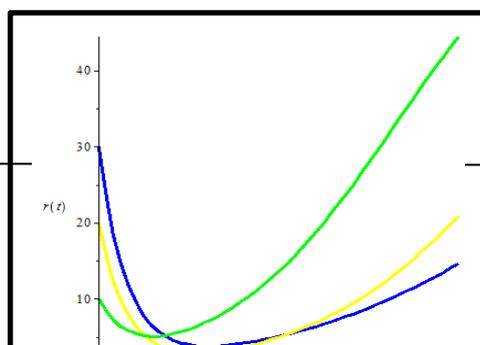
Dari nilai parameter pada Tabel 2 substitusikan $\gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu < \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu = 0.0033 < 0.0054$ dan titik tetap $E_0 = (N, 0, 0, 0)$ sehingga diperoleh nilai $(P, A, R, H) = (1000, 0, 0, 0)$. Sehingga akan didapatkan grafik dari masing-masing kelas terhadap waktu t sebagai berikut:



Grafik $P(t)$



Grafik $A(t)$



Grafik $R(t)$ Grafik $H(t)$

Gambar 2. Trayektori di Sekitara Titik Tetap Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol

Keterangan:

Kurva Merah adalah kurva titik tetap Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Pengaruh Konsumsi Alkohol.

$$P(0) = 910; A(0) = 0; R(0) = 0; H(0) = 0$$

Kurva Biru adalah kurva dengan titik awal sebagai berikut:

$$P(0) = 700; A(0) = 0; R(0) = 30; H(0) = 45$$

Kurva Kuning adalah kurva dengan titik awal sebagai berikut:

$$P(0) = 780; A(0) = 0; R(0) = 20; H(0) = 25$$

Kurva Hijau adalah kurva dengan titik awal sebagai berikut:

$$P(0) = 820; A(0) = 5; R(0) = 10; H(0) = 20$$

Jadi, dapat dilihat bahwa grafik kurva menjauhi titik $(1000,0,0,0)$

3.3 Interpretasi Model Matematika Dinamika Kemiskinan Dengan Penaruh Konsumsi Alkohol

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka diperoleh satu titik tetap yaitu $(N, 0,0,0)$. Untuk titik bebas akan bersifat stabil apabila terdapat nilai eigen yang didapatkan bernilai negatif. Ini menunjukkan bahwa permasalahan di dalam suatu kelompok akan bisa hilang kapan saja. Sedangkan untuk titik bebas yang tidak stabil, akan bersifat stabil jika titik bebasnya memenuhi persamaan $\gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu > \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu$, dimana menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi adalah laju individu dari kelompok miskin yang tidak kecanduan alkohol menjadi kelompok miskin kecanduan alkohol (β) dan laju individu dari kelompok miskin kecanduan alkohol menjadi kelompok yang mengalami rehabilitasi (γ).

Supaya laju individu kelompok miskin kecanduan alkohol terus berkurang maka titik bebas bernilai $\gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu > \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu$. Sehingga laju individu dari kelompok miskin yang tidak kecanduan alkohol menjadi kelompok miskin kecanduan alkohol (β) harus diperkecil dan laju individu dari kelompok miskin kecanduan alkohol menjadi kelompok yang mengalami rehabilitasi (γ) harus diperbesar.

3.4 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka diperoleh satu titik tetap yaitu $(N, 0,0,0)$. Untuk titik bebas akan bersifat stabil jika titik bebasnya memenuhi persamaan $\gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 +$



$\mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu > \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu$, dimana menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi adalah laju individu dari kelompok miskin yang tidak kecanduan alkohol menjadi kelompok miskin kecanduan alkohol (β) dan laju individu dari kelompok miskin kecanduan alkohol menjadi kelompok yang mengalami rehabilitasi (γ). Supaya laju individu kelompok miskin kecanduan alkohol terus berkurang maka titik bebas bernilai $\gamma\delta + \gamma\mu + \mu\sigma + \mu\delta + \mu^2 + \mu_1\sigma + \mu_1\delta + \mu_1\mu > \beta\sigma + \beta\delta + \beta\mu$. Sehingga laju individu dari kelompok miskin yang tidak kecanduan alkohol menjadi kelompok miskin kecanduan alkohol (β) harus diperkecil dan laju individu dari kelompok miskin kecanduan alkohol menjadi kelompok yang mengalami rehabilitasi (γ) harus diperbesar.

REFERENSI

- [1] Banerjee, A. and Duflo, E. (2006) *The economic lives of the poor*. Journal of Economic Perspectives 21(1): 141–167.
- [2] Carole, Wade and Carol, Tavis. 2002. *Psychology*. Jakarta: Erlangga.
- [3] Fonda, G., Agus, D. Dan Juliaati, D. J. 2019. Kecanduan Alkohol Meningkatkan Risiko Pemburuan Kualitas Hidup, Studi Pada: Pengunjung Kafe-kafe di Jakarta Selatan pada Tahun 2018. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, doi: 10.21776/ub.jkb.2019.003.04.16.
- [4] Gangopadhyay, S, Wadha W. 2004. *Changing Pattern of Household Consumption Expenditure*. Society for Economic Research and Financial Analysis, New Delhi, The Planning Commission, Government of India.
- [5] Khajji, B., Labzai, A., Balatif, O., dan Rachik, M. 2020. *Mathe Modeling ang Analysis of an Alcohol Drinking Model with the Influence of Alcohol Treatment Centers*. *Hindawi*. doi: 10.1155/2020/4903168.