Volume 2, No. 1, Maret 2020

ISSN 2623-1638

JURNAL AXIOMATH

JURNAL MATEMATIKA DAN APLIKASINYA

Penerbit:
Jurusan Matematika FMIPA
Universitas Muslim Maros
email: axiomath@umma.ac.id

MODEL MATEMATIKA KECANDUAN TERHADAP AIBON

Pratama, R. A[1)], Ruslau, M. F. V[2)], Suryani, D. R[3)]

[1)2)3)] *Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Musamus*
Jln. Kamizaun Mopah Lama, Merauke

[1)]pratama@unmus.ac.id
[2)]maria_fkip@unmus.ac.id
[3)]suryani_fkip@unmus.ac.id

Abstract— **penelitian ini membahas model matematika kecanduan terhadap konsumsi aibon. Dalam skema asumsi kasus kecanduan aibon mendekati kondisi riil. Kecanduan akibat senyawa Lysergic Acid Diethyilamide (LSD) memperlihatkan prilaku dalam system endemik. Oleh karenanya, untuk pemodelan matematika dapat di peroleh. Model disusun dalam pembagian klaster populasi tertutup. Populasi potensial, populasi pecandu aktif dan populasi pecandu yang berhenti. Pada sistem model titik equilibrium yang memungkinkan muncul ada tiga, yaitu E_0, E_1 dan E_2. Sementara dari ketiga equilibrium tersebut yang asimtotik stabil adalah E_1. Diperoleh juga nilai *Reproduction number* (R_0) yaitu sebesar $R_0 = 0.01994301994$. Dari nilai R_0 yang diperoleh inilah dapat dinyatakan bahwa untuk populasi pecandu aktif dapat direduksi. Model matematika kecanduan terhadap aibon ini disajikan untuk mengetahui kelakuan solusi model dan laju perubahan pecandu aktif jika diakukan pengontrolan dan jika tidak dilakukan pengontrolan.**

Kata Kunci— **Model matematika, kecanduan, aibon.**

I. PENDAHULUAN

Usia-usia paling menentukan perkembangan manusia adalah pada usia anak-anak. Pada usia inilah proses pembelajaran dan pendidikan harus benar-benar fokus membentuk karakter. Pembentukan karakter bisa melalui bidang pendidikan formal dan keluarga (Labetubun, Ides, & Anggraeni, 2018). Kualitas usia anak-anak juga banyak disebutkan menjadi penentu kualitas usia remaja hingga dewasa. artinya bahwa, jika baik proses pembentukan karakter anak-anak, maka akan baik pula karakter yang terbentuk di usia dewasa (Hidaya & Mardliyah, 2020).

Dewasa ini usia anak-anak menjadi perhatian dunia internasional, hal ini dikarenakan banyaknya usia anak-anak yang tidak mendapatkan perkembangan yang sesuai dengan usianya. Jumlah anak-anak ini dari tahun ke tahun terus meningkat secara signifikan sesuai dengan perkembangan perkembangan kota megapolitan. Fokus penelitian ini akan membahas mengenai suatu prilaku anak-anak yang didefinisikan sebagai anak-anak jalanan (Hamdan, 2015). Fenomena anak-anak jalanan ini semakin hari semakin memprihatinkan. Anak jalanan adalah anak yang banyak menghabiskan waktu dijalanan.

Sebab munculnya anak jalanan banyak di jelaskan dalam jurnal-jurnal sosial. Akan tetapi banyak peneliti bersepakat mendefinisikan faktor utama yang mengakibatkan anak berada dan hidup dijalanan adalah problem psikososial dan problem sosial ekonomi. Problem psikososial merujuk pada keharmonisan hubungan sosial (Maududi, 2017). Hubungan sosial yang terbentuk pada keluarga dan lingkungan. Ketidakharmonisan atau kurangnya perhatian keluarga bisa menjadi anak-anak mencari tempat pelarian dijalanan. Sementara untuk problem sosial ekonomi lebih merujuk pada kemiskinan dan kesejahteraan keluarga atau masyarakat. Tidak terpenuhinya kebutuhan dasar menjadi masalah paling klasik, sehingga anak-anak terpaksa mencari tambahan dan kelayakan dijalanan.

United Nations (UN) menyampaikan perkiraannya bahwa, terdapat sekitar 150 juta anak jalanan secara global. Jumlah ini terus diperkirakan akan semakin bertambah setiap tahunnya (UNICEF, 2001). Sementara dari jumlah global, di Asia ada sekitar anak jalanan yang masih belum mendapatkan hak-hak mereka (Abid & Aslam, 2011). Sebagian anak jalanan adalah anak-anak yang berusia belasan tahun, tetapi ada juga diantaranya yang berusia di bawah 10 tahun (Suharto, 2007).

Data Kementerian Sosial Republik Indonesia (2013) memperlihatkan jumlah anak jalanan tahun 2013 mencapai kurang lebih 33.400 jiwa. (Kemensos, 2013). Anak jalanan sangat berisiko mengalami banyak permasalahan di kehidupan jalanan. Masalah fisik dan mental menghantui kehidupan sehari-hari. Sementara disisi sosial

masyarakat anak jalanan selalu diidentikkan dengan kebebasan, keliaran, berperilaku negatif, berkelahi, pengguna narkoba, seks bebas dan nge-aibon.

Fokus penelitian ini adalah memperlihatkan model matematika terhadap anak-anak jalanan yang menggunakan aibon. Aibon merupakan nama produk tekstil yang banyak dikenal dimasyarakat. Aibon adalah produk bahan tekstil yang digunakan untuk lem atau perekat. Penyalahgunaan lem aibon yang seharusnya digunakan untuk merekatkan atau digunakan untuk lem, akan tetapi disalahgunakan untuk dikonsumsi dengan dihirup. Penyalahgunaan ini mengakibatkan perubahan prilaku anak jalanan atau sering disebut dengan istilah kecanduan. Kecanduan merupakan suatu prilaku yang sering terjadi atau dilakukan secara berulang-ulang pada alam bawah sadar (Wjayanti, Nteseo, Aini, & Taha, 2020). Perilaku kecanduan ini sering sekali di konotasikan pada sifat yang negatif atau prilaku yang tidak bagus untuk manusia. Beberapa bentuk kecanduan yang sering kita dengar adalah kecanduan narkoba atau kecanduan rokok. Bahkan dalam konteks sosial dan agama kata kecanduan menjadi terminologi yang buruk di sosial masyarakat.

Kandungan aibon yang mengakibatkan perilaku kecanduan adalah Lysergic Acid Diethyilamide (LSD). Kandungan zat aditif berbahaya tersebutlah yang mengakibatkan kecanduan atau ketagihan. Selain rasa candu yang muncul akibat mengkonsumsi aibon, muncul juga dampak kerusakan sel-sel tubuh, membuat tidak stabil dan sakit bahkan dapat menyebabkan meninggal. Kebanyakan yang mengkonsumsi aibon berada pada rentang usia yang relatif masih belia atau anak-anak. Usia yang seharusnya mendapatkan naungan pendidikan karakter yang layak seperti anak-anak lainya.

Tujuan dari artikel ini adalah menyajikan model matematika untuk mempelajari atau mengambarkan sistem prilaku kecanduan terhadap konsumsi aibon oleh anak-anak jalanan. Tentu tidak semua usia anak-anak terpengaruh oleh prilaku konsumsi aibon. Oleh sebab itu definisi anak-anak jalanan menjadi sangat penting dalam penelitian ini. Artikel ini disusun sebagai berikut: pada bagian 1, melakukan asumsi perilaku yang sangat mendekati dengan kejadian sebenarnya. Pada bagian ini variabel-variabel model matematika di asumsikan. Pada bagian 2, mencari kesetimbangan dan kestabilan dari model yang telah disusun. Pada bagain ini akan dicari nilai eigen yang memperlihatkan model matematika kecanduan aibon menuju stabil. Pada bagian 3, rumusan R_0 akan diperlihatkan dari model yang telah stabil (Nurhayati, Pratama, & Ruslau, 2019). Pada bagian 4, diberikan simulasi numerik dari variabel dalam model tersebut. Pengambilan parameter dilakukan berdasarkan referensi dan asumsi matematis. Simulasi numerik juga dilakukan untuk mengkonfirmasi hasil yang diperoleh secara analitis pada bagian 3.

II. METODEPENELITIAN

A. Tahap Studi Literatur

Tahap studi literatur ini dilakukan untuk menentukan identifikasi awal permasalahan. Permasalahan yang dimaksud adalah dinamika kecanduan aibon yang di alami oleh populasi anak-anak ajalanan di kota merauke secara khusus. Setelah melakukan identifikasi pada konteks sistem nyata di lingkungan, selanjutnya mencari sumber referensi yang menunjang untuk peyelesaian permsalahan penelitian. Sumber referensi ini dikembangkan dari sistem endemik secara keseluruhan dalam dinamika populasi.

B. Tahap Rancangan Penelitian

Tahap rancangan awal penelitian adalah menentukan sistem model endemik yang dipilih. Menyertakan asumsi yang digunakan dalam model populasi tersebut. Asumsi yang dibuat selalu didekatkan pada kondisi riil yang sebenarnya. Pada tahap ini asumsi model endemik menjadi sangat penting untuk keberlanjutan perhitungan hasil pada penelitian.

C. Tahap Kesimpulan

Tahap akhir dari penelitian ini adalah kesimpulan yang diambil dari proses pebentukan model dan simulasi numerik. Kesimpulan akan mempertegas hasil yang dicapai dalam penelitian.

III. HASILDANPEMBAHASAN

A. Model Matematika

Banyak literatur yang mengkaji teori matematika pada konsep pemodelan penyakit dan epidemi. Asumsi utama yang mendasari bentuk model ini adalah bahwa anak sehat melakukan interaksi dengan anak yang terinfeksi dan menjadi infektif. Dinamika model kecanduan aibon sangat mirip dengan merokok dan epidemi (Kasbawati, 2017). Di sini juga diasumsikan anak yang bukan pengonsumsi aibon bertemu dengan pengonsumsi aibon aktif dan mulai mengkonsumsi aibon karena pengaruh teman sebayanya (Pratama, Ruslau, Nurhayati, & Laban, 2019). Berdasarkan model epidemi, diusulkan suatu bentuk model matematika untuk mengambarkan kecanduan terhadap prilaku konsumsi aibon oleh anak-anak jalanan.

Pertimbangan untuk populasi yang ada pada suatu wilayah dengan total populasi T setiap saat t (Ruslau, Pratama, Nurhayati, & Asmal, 2019). Seluruh populasi dibagi menjadi anak yang tidak mengkonsumsi aibon, non-aibon (N), anak yang merupakan pengonsumsi aibon (H) dan anak yang sudah berhenti mengkonsumsi aibon (P). Untuk asumsi angka kematian seimbang dengan angka kematian, sehingga total populasi konstan

(Pratama, Toaha, & Kasbawati, 2019). Perilaku non-aibon mulai mengkonsumsi aibon karena pengaruh teman sebaya dan bergabung dengan kelompok anak konsumsi aibon dengan kecepatan $(\beta NH/T)$.

Perilaku kecanduan yang telah menjadi kebiasaan anak-anak jalanan sangat sulit dihilangkan secara psikologi. Anak yang sudah kecanduan LSD akan memiliki hasrat yang kuat, sehingga sulit untuk langsung berhenti mengkonsumsi aibon. Selain itu, pengaruh interaksi teman sebaya juga menggoda kembali anak-anak aibon dengan tekat yang lemah untuk kembali kepada kelompok pengkonsumsi aibon. Penelitian ini juga dipertimbangkan perilaku kambuh yang linier yaitu σP dan perilaku kambuh yang non-linier $\rho PH/T$, keduanya menjadi bahan pertimbangan dalam proses pemodelan dalam penelitian ini (Pratama, Palobo, & Ruslau, 2019). Pada asumsi yang dijelaskan di atas, model matematika untuk kecanduan aibon diberikan oleh sistem nonlinier berikut persamaan diferensial biasa:

$$\begin{aligned}\frac{dN}{dt} &= \varphi T - \beta\frac{NH}{T} - \varphi N,\\ \frac{dH}{dt} &= \beta\frac{NH}{T} - \gamma H + \rho\frac{PH}{T} + \sigma P - \varphi H,\\ \frac{dP}{dt} &= \gamma H - \rho\frac{PH}{T} - \sigma P - \varphi P,\end{aligned} \qquad (1)$$

dimana, $N(0) = N_0 > 0, H(0) = H_0 > 0,$ dan $P(0) = P_0 \geq 0.$

Dari model diatas, φ menunjukkan tingkat usia pertumbuhan anak pengonsumsi aibon dan angka kematian, yang diasumsikan identik. Konstanta β adalah laju tingkat interaksi efektif, yang merupakan gabungan dari jumlah rata-rata interkasi yang berpengaruh untuk bukan pecandu aibon dalam satuan waktu t dan kemungkinan menjadi pecandu aibon setelah berinteraksi dengan pecandu aibon. Konstanta γ merupakan laju perubahan anak pecandu aibon yang telah berhenti, akan tetapi tidak dapat dimasukan kedalam kelompok potensial karena kebiasaan atau candu bisa kambuh kembali walaupun tanpa berinteraksi dengan anak pecandu aktif. Konstanta σ dan ρ merupakan laju tingkat kambuh karena dorongan LSD dan pengaruh teman sebaya.

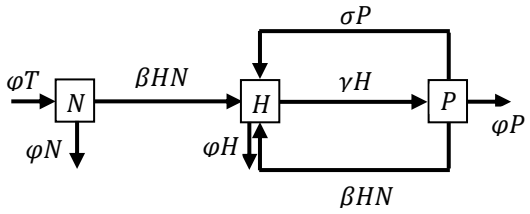
B. Equilibrium dan Analisis Kestabilan.

1. Equilibrium

Pada bagian ini akan diperoleh beberapa nilai equilibrium yang digunakan untuk memperoleh kestabilan model (1). Sebagai total populasi maka untuk $N + H + P = T$ bernilai konstan untuk setiap waktu t. Disini juga dipertimbangkan untuk $N/T = n$, $H/T = h$ dan $P/T = p$ dimana $n + h + p = 1$, sehingga model baru yang terbentuk adalah

$$\begin{aligned}\frac{dn}{dt} &= \varphi - \beta an - \varphi n,\\ \frac{dh}{dt} &= \beta hn - \gamma h + \rho hp + \sigma p - \varphi h,\\ \frac{dp}{dt} &= \gamma h - \rho hp - \sigma p - \varphi p,\end{aligned} \qquad (2)$$

Menggunakan $p = 1 - h - n$, pada model (2) dibentuk diagram skematik untuk model (1) dapat diperlihatkan sebagai berikut:



Gambar 1. diagram skematik untuk model (1)

Model (2) dapat dibentuk kedalam model yang lebih sederhana, untuk menyederhanakan perhitungan, yaitu

$$\begin{aligned}\frac{dn}{dt} &= \varphi - \beta hn - \varphi n,\\ \frac{dh}{dt} &= \beta hn - \gamma h + \rho h(1 - h - n)\\ &+ \sigma(1 - h - n) - \varphi h,\end{aligned} \qquad (3)$$

Pada model (3) selalu memiliki nilai equilibrium yang menunjukan bebas kecanduan aibon yaitu $E_0 = (n = 1, h = 0, p = 0)$, dari seluruh populasi bukan pecandu aibon. Model (3) juga menunjukkan nilai equilibrium endemik yaitu $E_1 = (n^*, h^*, p^*)$.

Untuk menyelesaikan persamaan model (3) digunakan $dn/dt = 0$, $dh/dt = 0$, dan $dp/dt = 0$. Sementara untuk setiap nilai equilibrium dapat diperlihatkan dalam bentuk $x = h^*$, sebagai berikut:

$$h^* = \frac{\varphi}{(\beta x + \varphi)} \qquad (4)$$

dengan melakukan subsitusi pada persamaan model untuk nilai $n^* = n$, pada persamaan

$$\beta n - \gamma + \rho(1 - h - n) + \frac{\sigma}{h}(1 - h - n) - \varphi = 0$$

Maka akan diperoleh persamaan kuadrat dalam x yaitu,

$$ax^2 + bx + c = 0 \qquad (5)$$

dimana

$a = \rho\beta,$

$b = (\gamma + \sigma + \varphi - \rho)\beta + \rho\varphi,$

$c = (\gamma + \sigma + \varphi - \beta)\varphi + \sigma\beta.$

dari bentuk diatas terlihat jelas bahwa untuk nilai $m > 0$ untuk semua nilai parameter yang digunakan. Sementara untuk nilai pada parameter b dan c dapat bervariasi sesuai dengan parameter yang berbeda. Untuk varibael penganti $x_{\pm}$, menunjukan akar dari persamaan (5) yaitu:

$$x_{\pm} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4ac}}{2a}$$

Dari bentuk $x_{\pm}$ diperlihatkan dua bentuk akar persamaan yang dapat mempengaruhi nilai equilibrium positif dan negatif. Oleh karena itu pemilihan nilai dari $x_{\pm}$ akan di ambil nilai yang mengakibatkan equilibrium bernilai positif pada persamaan (4).

2. *Reproduction number* (R_0)

Pada persoalan prilaku kecanduan atau kebiasaan mengkonsumsi aibon, R_0 dapat dinyatakan sebagai jumlah rata-rata kasus infeksi sekunder yang dihasilkan oleh seorang pecandu aktif selama seluruh periode interaksi dalam populasi yang sepenuhnya potensial. Nilai R_0 pada sistem model kecanduan diperoleh dari syarat kestabilan nilai yang tak endemik atau nilai endemik, karena stabil atau tidaknya ditentukan melalui besar dan kecilnya nilai R_0. Nilai R_0 dianalisis untuk dapat menjelaskan representasi bentuk kestabilan equilibrium, dengan syarat tetap yaitu

$$R_0 = \frac{\gamma\,\sigma}{(\varphi+\gamma)(\varphi+\sigma)}$$

Dari bentuk komposisi R_0 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata kasus infeksi sekunder yang dihasilkan sangat tergantung pada bentuk $\frac{\gamma}{(\varphi+\gamma)}$ dan $\frac{\sigma}{(\varphi+\sigma)}$. Bentuk $\frac{\gamma}{(\varphi+\gamma)}$ merupakan besar laju perubahan kasus yang berhenti mengkonsumsi aibon dalam setiap laju pertumbuhan populasi.

Sementara untuk $\frac{\sigma}{(\varphi+\sigma)}$ merupakan laju pertumbuhan pecandu yang mengkonsumsi aibon kembali dalam setiap laju pertumbuhan populasi. Secara umum, R_0 komposisi sangat bergantung pada tiga variabel yaitu γ, σ dan φ. Besar dan kecilnya nilai dari R_0 sangat tergantung pada parameter γ, σ dan φ. Sementara, jika bentuk $R_0 = 1$ maka yang merupakan titik bifurkasi sistem (*turning point*), maka diperoleh persamaan $\gamma\sigma = (\varphi+\gamma)(\varphi+\sigma)$.

3. Analisis kestabilan

Bagian ini pembahasanya akan di fokuskan pada nilai equilibrium yang muncul dari sistem model (2). Sementara untuk bentuk analisisnya akan difokuskan pada populasi anak-anak pengonsumsi aibon yang mengakibatkan muncul pecandu baru yang aktif. Nilai equilibrium yang muncul pada model (2) ada sebanyak 3 buah titik equilibrium. Masing-masing titik equilibrium adalah E_0, E_1 dan E_2.

Untuk $E_0 = (n_0^*, h_0^*, p_0^*) = (n_0^*, 0,0)$ memperlihatkan bahwa titik endemik tersebut merupakan salah satu solusi equilibrium model (2) yang memberikan makna bahwa untuk suatu jangka waktu yang lama kumpulan anak-anak jalanan tertentu akan bebas dari pecandu yang aktif. Titik equilibrium ini dapat ditentukan dengan menganalisis kestabilan linier pada model (2).

Sementara untuk titik equilibrium kedua yaitu $E_1 = (n_1^*, h_1^*, p_1^*)$ memperlihatkan bahwa untuk jangka waktu yang lama dalam kumpulan anak-anak jalanan tersebut pecandu akan selalu ada dan berpeluang untuk menyebabkan mempengaruhi atau menimbulkan pecandu aibon baru yang aktif. Untuk titik equilibrium yang ketiga yaitu $E_2 = (-n_2^*, -h_2^*, p_2^*)$ jelas bawah terdapat nilai yang negatif sehingga tidak menjadi nilai yang diperhitungkan. Titik equilibrium kedua ini ditentukan dengan menganalisis kestabilan linier pada model (2) sama dengan nol. Adapun titik equilibrium yang kedua berbentuk
$E_1 = (n_1^*, h_1^*, p_1^*)$ masing-masing diperlihatkan

$$n_1^* = -\frac{2a}{b-2a+\sqrt{b^2+4ac}}$$

$$h_1^* = \frac{-b+\sqrt{b^2+4ac}}{2a}$$

$$p_1^* = \frac{b^2+2ac+b\sqrt{b^2+4ac}}{\left(b-2a+\sqrt{b^2+4ac}\right)a}$$

Dari penjelasan diatas terlihatlah bahwa nilai titik equilibrium yaitu E_0 dan E_1 menjadi fokus penelitian untuk model kecanduan aibon. Matrik Jacobian akan diperlihatkan untuk melihat kesetabilan titik equilibrium yang tersedia.
Untuk matriks Jacobian (J_{E_0}) diperlihatkan

$$J = \begin{bmatrix} -\beta h-\varphi & -\beta n & 0 \\ \beta h & \beta n+\rho p-\varphi-\gamma & \rho h+\sigma \\ 0 & -\rho p+\gamma & -\rho h-\varphi-\sigma \end{bmatrix}$$

dengan memilih nilai equilibrium $E_0 = (n_0^*, h_0^*, p_0^*) = (1,0,0)$ maka diperoleh bentuk matriks Jacobian baru dalam E_0 yaitu

$$J_{E_0} = \begin{bmatrix} -\varphi & -\beta & 0 \\ 0 & \beta-\varphi-\gamma & \sigma \\ 0 & \gamma & -\varphi-\sigma \end{bmatrix}$$

dari bentuk matriks (J_{E_0}) maka diperoleh persamaan karakteristik model kecanduan aibon, sebagai berikut

$$\lambda^3 + A_1\,\lambda^2 + A_2\,\lambda + A_3,$$

dimana
$A_1 = (-\beta + 3\varphi + \sigma + \gamma)$,
$A_2 = (-2\,\beta\varphi - \beta\sigma + 3\varphi^2 + 2\varphi\sigma + 2\varphi\gamma)$,
$A_3 = (-\beta\varphi^2 - \beta\varphi\sigma + \varphi^3 + \sigma\varphi^2 + \gamma\varphi^2)$.
Untuk menjamin kestabilannya maka kreteria Routh-Hurwitz digunakan sebagai syaratnya, yakni $A_1 > 0, A_2 > 0, A_3 > 0$, dan $A_1A_2 > A_3$. Jadi, titik kesetimbangan E_0 stabil asimtotik jika memenuhi kondisi:
$-(J_{11}+J_{22}+J_{33}) > 0$, $J_{11}J_{22}+J_{11}J_{33}+J_{22}J_{33} > J_{12}J_{21}+J_{23}J_{32}$, $J_{11}J_{23}J_{32} > J_{11}J_{22}J_{33}+J_{13}J_{32}J_{21}$,
$-(J_{11}+J_{22}+J_{33})(J_{11}J_{22}+J_{11}J_{33}+J_{22}J_{33}-J_{23}J_{32}) > J_{11}J_{23}J_{32}-J_{11}J_{22}J_{33}-J_{13}J_{32}J_{21}$.

Dalam deskripsi yang lebih detail akan diperlihatkan bentuk $A_1A_2 - A_3$ yang bernilai positif menentukan suatu kreterinya dapat terpenuhi. Dengan demikian pada equilibrium E_0

terdapat nilai eigen yang bernilai positif dan negatif sekaligus.

Sementara untuk matriks Jacobian (J_{E_1}) diperlihatkan

$$J = \begin{bmatrix} -\beta h - \varphi & -\beta n & 0 \\ \beta h & \beta n + \rho p - \varphi - \gamma & \rho h + \sigma \\ 0 & -\rho p + \gamma & -\rho h - \varphi - \sigma \end{bmatrix}$$

dengan memilih nilai equilibrium $E_1 = (n_1^*, h_1^*, p_1^*)$ maka diperoleh bentuk matriks Jacobian baru dalam E_1 yaitu

$$J_{E_1} = \begin{bmatrix} -\beta h_1^* - \varphi & -\beta n_1^* & 0 \\ \beta h_1^* & \beta n_1^* + \rho p_1^* - \varphi - \gamma & \rho h_1^* + \sigma \\ 0 & -\rho p_1^* + \gamma & -\rho h_1^* - \varphi - \sigma \end{bmatrix}$$

dari bentuk matriks (J_{E_1}) maka diperoleh persamaan karakteristik model kecanduan aibon, sebagai berikut

$$\lambda^3 + A_1\,\lambda^2 + A_2\,\lambda + A_3,$$

dimana

$A_1 = (-\beta + 3\varphi + \sigma + \gamma)$,

$A_2 = (-2\,\beta\varphi - \beta\sigma + 3\varphi^2 + 2\varphi\sigma + 2\varphi\gamma)$,

$A_3 = (-\beta\varphi^2 - \beta\varphi\sigma + \varphi^3 + \sigma\varphi^2 + \gamma\varphi^2)$.

Untuk menjamin kestabilannya maka kreteria Routh-Hurwitz digunakan sebagai syaratnya, yakni $A_1 > 0, A_2 > 0, A_3 > 0$, dan $A_1A_2 > A_3$. Jadi, titik kesetimbangan E_1 stabil asimtotik jika memenuhi kondisi:

$-(J_{11} + J_{22} + J_{33}) > 0$, $J_{11}J_{22} + J_{11}J_{33} + J_{22}J_{33} > J_{12}J_{21} + J_{23}J_{32}$, $J_{11}J_{23}J_{32} > J_{11}J_{22}J_{33} + J_{13}J_{32}J_{21}$, $-(J_{11} + J_{22} + J_{33})(J_{11}J_{22} + J_{11}J_{33} + J_{22}J_{33} - J_{23}J_{32}) > J_{11}J_{23}J_{32} - J_{11}J_{22}J_{33} - J_{13}J_{32}J_{21}$. Dalam deskripsi yang lebih detail akan diperlihatkan bentuk $A_1A_2 - A_3$ yang bernilai positif menentukan suatu kreterinya dapat terpenuhi. Dengan demikian pada equilibrium E_1 terdapat nilai eigen yang semua bernilai positif. Hal ini memperlihatkan bahwa titik equilibrium memperlihatkan kestabilan asimtotiknya.

C. Simulasi Numerik.

Pada bagian ini akan dilakukan simulasi dengan parameter yang telah dipilih dari beberapa literatur dan asumsi (Sharma & Misra, 2015). Adapun beberapa parameter yang digunakan adalah,$\varphi = 0.12$, $\beta = 0.46$, $\gamma = 0.042$, $\rho = 0.34$ dan $\sigma = 0.01$. Untuk nilai equilibrium yang diperoleh dari simulasi tersebut masing-masing adalah

$E_0 = (1,0,0)$,

$E_1 = (0.29268825, 0.63041855, 0.0768931919)$

dan

$E_1 = (-1.9139239, -0.39717046, 3.3110944)$.

Dengan parameter yang telah dipilih tersebut diperoleh $R_0 = 0.01994301994$. Nilai R_0 menunjukan bahwa titik tetap tak endemik akan stabil asimtotik secara lokal. Jadi untuk waktu yang stasioner jumlah anak-anak pecandu aibon aktif akan hilang sama sekali dari populasi sehingga endemik tidak akan terjadi.

Persamaan karakteristik yang muncul dari model (2) oleh parameter tersebut adalah $\lambda^3 + 0.7555545573\,\lambda^2 + 0.1775842156\,\lambda + 0.01215812025 = 0$, nilai eigen dari persamaan karakteristik tersebut adalah $\lambda_1 = -0.12$, $\lambda_2 = -0.3178 + 0.0183i$ dan $\lambda_3 = -0.3178 - 0.0183i$. Diperlihatkan bahwa terdapat satu nilai eigen yang negatif dan dua nilai eigen yang memiliki bagian real negatif. Memperlihatkan bahwa untuk titik equilibrium $n - h - p$ menuju kestabilan pada $E_1 = (n_1^*, h_1^*, p_1^*)$.

IV. KESIMPULAN

Hasil analisis di atas telah diperlihatkan bahwa untuk rata-rata interaksi antar populasi pecandu aktif dan populasi potensi dapat di kontrol dalam waktu tertentu. Sementara untuk nilai R_0 yang muncul memperlihatkan untuk populasi pecandu aktif akan mengakibatkan pecandu aktif akan hilang dari keberlangsungan populasi yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa untuk kondisi yang stasioner endemik suatu populasi pensial tidak akan terjadi, yang berarti bahwa populasi pecandu aibon bisa direduksi dari model endemik.

DAFTAR PUSTAKA

Abid, S., & Aslam, N. (2011). *Internalizing and Externalizing Problems in Children : a Comparison of Street and Non-Street*. (1969), 17–29.

Hamdan, S. R. (2015). Pengaruh Peringatan Bahaya Rokok Bergambar Pada Intensi Berhenti Merokok. *MIMBAR, Jurnal Sosial Dan Pembangunan*, *31*(1), 241. https://doi.org/10.29313/mimbar.v31i1.1323

Hidaya, N., & Mardliyah, U. (2020). *Dampak Penggunaan Lem Aibon pada Kalangan Anak dibawah Umur*. 17–30.

Kasbawati. (2017). *Model Matematika Kecanduan Terhadap Rokok*. *14*(1), 28–36.

Kemensos. (2013). *Peraturan Mentri Sosial Republik Indonesia No 01 Tahun 2013* (Vol. 53). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Labetubun, R., Ides, S. A., & Anggraeni, L. D. (2018). Latar Belakang Remaja Menggunakan Lem Aibon. *Faletehan Health Journal*, *5*(1), 1–9. https://doi.org/10.33746/fhj.v5i1.2

Maududi, R. Al. (2017). *Model Matematika Kanker Paru-Paru Akibat Pengaruh Sisa Asap Rokok dan Pencegahanya*. *2*(1), 84–94.

Nurhayati, Pratama, R. A., & Ruslau, M. F. V. (2019). Analysis of a point on line segments in geometry analytical concepts. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, *343*, 8. https://doi.org/Diakses di 10.1088/1755-1315/343/1/012227

Pratama, R. A., Palobo, M., & Ruslau, F. V. M. (2019). ANALISIS KESTABILAN MODEL POPULASI SATU MANGSA-DUA PEMANGSA DENGAN TAHAPAN STRUKTUR DAN PEMANENAN. *MUSTEK ANIM HA*, *8*(3), 148–154.

Pratama, R. A., Ruslau, M. F. V., Nurhayati, & Laban, S. (2019). Analysis stability of predator-prey model with Holling type I predation response function and stage structure for predator Analysis stability of predator - prey model with Holling type I predation response function and stage structure for predator. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, *343*, 8. https://doi.org/10.1088/1755-1315/343/1/012161

Pratama, R. A., Toaha, S., & Kasbawati. (2019). Optimal harvesting and stability of predator prey model with Monod-Haldane predation response function and stage structure for predator. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *279*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/279/1/012015

Ruslau, M. F. V., Pratama, R. A., Nurhayati, & Asmal, S. (2019). *Edge detection in noisy images with different edge types*. *343*, 8. https://doi.org/10.1088/1755-1315/343/1/012198

Sharma, A., & Misra, A. K. (2015). Backward bifurcation in a smoking cessation model with media campaigns. *Applied Mathematical Modelling*, *39*(3–4), 1087–1098. https://doi.org/10.1016/j.apm.2014.07.022

Suharto, E. (2007). MERETAS KEBIJAKAN SOSIAL PRO POOR: Menggagas Pelayanan Sosial yang Berkeadilan. *Development*, (September), 1–19.

UNICEF. (2001). A study on street children in Zimbabwe. *Evaluation Report*, (805), 89–104. Retrieved from https://www.unicef.org/evaldatabase/index_14411.html

Wjayanti, A. D., Nteseo, S., Aini, N., & Taha, D. (2020). Model Matematika Dinamika Populasi Perokok dengan Faktor Edukasi dan Candy Treatment. *ARTIKEL PREPRINT*, 1–8.