

Model Epidemologi SEIEDR Perilaku Kecanduan Drama Korea

Nurul Fadhila

Program Studi Matematika Universitas Sulawesi Barat, dhillyooksungjae@gmail.com

Hikmah

Program Studi Matematika Universitas Sulawesi Barat, hikmah@unsulbar.ac.id

Fardinah

Program Studi Matematika Universitas Sulawesi Barat, fardinah@unsulbar.ac.id

ABSTRAK, *Korean Wave* atau hiburan dan budaya Korea semakin menjamur dari tahun ke tahun hingga ke berbagai negara, salah satunya adalah tayangan drama Korea sehingga banyak terjadi fenomena seseorang memiliki perilaku kecanduan drama Korea. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun model matematika suatu fenomena sosial yaitu menonton drama Korea secara berlebihan yang menimbulkan perilaku kecanduan, dengan menggunakan model epidemologi SEIEDR (*Susceptible – Exposed – Infected – Education – Recovered*), menganalisis model, dan menginterpretasikan simulasi model matematika dengan software maple. Metode yang digunakan untuk menganalisis kestabilan model yaitu berdasarkan karakteristik nilai eigen dengan menggunakan kriteria Routh-Hurwitz. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bilangan reproduksi dasar dan 2 titik kesetimbangan yaitu titik kesetimbangan bebas penyakit dan titik kesetimbangan endemik. Titik kesetimbangan bebas penyakit akan stabil asimtotik lokal apabila dan titik kesetimbangan endemik akan stabil lokal apabila . Simulasi model dilakukan dengan menggunakan program maple yang menunjukkan bahwa tidak akan terjadi endemik dan penyakit akan menghilang seiring berjalannya waktu jika memenuhi hubungan parameter yang disyaratkan.

Kata Kunci: bilangan reproduksi dasar, drama Korea, kriteria Routh-Hurwitz, model epidemologi

1. PENDAHULUAN

Drama Korea atau drakor dan K-Pop kini sudah tersebar di seluruh penjuru dunia, dimulai di bagian timur laut Asia, seperti China atau Jepang kemudian masuk dan menyebar ke negara-negara di benua Amerika, Eropa, dan Amerika Latin. Di Indonesia sendiri demam drama korea muncul ketika tahun 2012. Tidak hanya drama korea, tetapi musik korea, film, maupun aksesoris atau pernak-pernik juga digemari banyak masyarakat khususnya masyarakat Indonesia. Drama korea menjadi salah satu bagian yang sangat disukai masyarakat, baik itu kalangan anak-anak, remaja, bahkan tak dapat dipungkiri kalangan dewasa

maupun orang tua menyukai drama Korea. Peningkatan antusiasme penonton di Indonesia terhadap serial drama Korea dicatat oleh raksasa teknologi asal Amerika Serikat (AS), Google. Berdasarkan data dari ComScore VMX MP, penelusuran untuk 'drama Korea', 'Korea drama', dan 'drakor' misalnya di YouTube, naik 130 persen dalam 12 bulan hingga Juni 2020 dibanding pada periode yang sama tahun lalu [3].

Secara umum, menjamurnya demam drama Korea dikarenakan cerita yang variatif dan menarik untuk ditonton. Serial drama Korea biasanya terdiri dari 12-20 episode dengan durasi yang bervariasi. Ada yang 30 menit, bahkan hampir 90 menit per episodenya. Meski begitu, tidak sedikit masyarakat yang rela maraton drama Korea atau menonton drama Korea dalam banyak episode sekaligus. Terkadang penonton akan merasa penasaran jika belum selesai menonton semua episodenya. Sehingga tidak jarang penggemar drama korea menyelesaikan semua episode dalam semalam atau beberapa hari bila memiliki rasa ingin tahu tinggi hingga kecanduan yang mengakibatkan mereka rela untuk tidur pada dini hari dengan mata sembab dan menahan kantuk bahkan mengabaikan aktivitas penting lainnya [7]. Hal tersebut menyebabkan perilaku kecanduan menonton drama Korea yang semakin lama semakin susah untuk dikontrol.

Kecanduan adalah sesuatu yang menyenangkan dan dilakukan dengan sangat berlebihan sehingga melupakan hal-hal yang lain serta membuat orang tidak dapat mengontrol dirinya sendiri [2]. Kecanduan menonton drama Korea tentunya dapat berdampak negatif bagi penikmatnya, seperti membuang waktu, berkurangnya waktu tidur, lebih emosional, mengganggu kesehatan mata bahkan dalam kasus tertentu dapat mengancam nyawa

seseorang jika terus menerus menonton drama Korea tanpa henti. Berdasarkan fenomena sosial tersebut, penulis tertarik untuk meneliti tentang perilaku kecanduan terhadap drama Korea melalui pemodelan matematika.

Perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang matematika turut memberikan peranan penting dalam menggambarkan fenomena penyebaran suatu penyakit yang biasa dikenal dengan istilah model epidemi. Selain digunakan untuk memodelkan penyebaran penyakit menular di bidang kesehatan, model epidemi ini juga dapat digunakan untuk memodelkan suatu fenomena sosial, salah satunya untuk melihat tingkat penyebaran kecanduan menonton drama Korea. Beberapa model epidemi yang terkenal yaitu model epidemi SIR (*Susceptible – Infected – Recovered*), SIRS (*Susceptible – Infected – Removed – Susceptible*), SEIR (*Susceptible – Exposed – Infected – Recovered*) dan masih banyak model epidemi lainnya.

Penelitian mengenai pemodelan penyebaran perilaku fanatisme ataupun kecanduan sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Salah satunya yaitu skripsi dari Asrul Agus (2020) yang berjudul “Model Epidemi SIR Pengguna/Pemain Mobile Games Pada Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sulawesi Barat” memberikan gambaran tentang dinamika penyebaran kecanduan game dengan menggunakan model epidemi SIR. Penelitian mengenai pemodelan matematika perilaku fanatisme salah satunya terhadap K-pop yaitu berjudul “Model Matematika pada Perilaku Fanatisme Fans Korean Pop” oleh Karmila Palalu (2020), dimana pada penelitiannya menggunakan model epidemi SIR.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu penelitian mengenai perilaku fanatisme dan kecanduan yang masih menggunakan model epidemi SIR, maka penulis tertarik mengembangkan penelitian tersebut dengan kasus yang berbeda yaitu perilaku kecanduan terhadap drama Korea dengan faktor Edukasi yaitu model SEIEDR (*Susceptible – Exposed – Infected – Education – Recovered*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Nilai Eigen dan Vektor Eigen

Jika A adalah matriks $n \times n$ maka sebuah vektor tak nol $\bar{x} \in R^n$ disebut vektor eigen dari A (atau operator matrix T_A) jika $A\bar{x}$ merupakan sebuah kelipatan skalar dari \bar{x} yaitu,

$$A\bar{x} = \lambda\bar{x} \tag{2.1}$$

untuk suatu skalar λ . Skalar λ disebut nilai eigen dari A (atau dari T_A) dan \bar{x} disebut sebagai vektor eigen dari A bersesuaian dengan λ [1]. Untuk memperoleh nilai eigen dari sebuah matriks $A_{n \times n}$, persamaan (2.1) dapat ditulis sebagai $(A - \lambda I)\bar{x} = 0$ dengan I matriks identitas.

Matriks Jacobian

Salah satu teknik pelinearan sistem persamaan diferensial nonlinear yaitu dengan menggunakan matriks Jacobian untuk menganalisis kestabilan dari titik kesetimbangan.

Diberikan fungsi $f = (f_1, f_2, f_3, \dots, f_n)$ pada sistem $x' = f(x)$ dengan $f_i \in C(E)$

$x \in R^n, i = 1, 2, \dots, n$. Matriks transformasi L dinamakan matriks Jacobi dari fungsi f dan ditulis dengan lambang $J(f(\bar{x}))$. Jadi matriks Jacobi dari fungsi f pada titik \bar{x} adalah [5]

$$J(f(\bar{x})) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \frac{\partial f_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{bmatrix} \tag{2.2}$$

Kriteria Routh-Hurwitz

Nilai eigen dari matriks Jacobian dapat diperoleh dengan menentukan akar-akar persamaan karakteristik

$$p(\lambda) = |A - \lambda I| = \lambda^n + p_1\lambda^{n-1} + p_2\lambda^{n-2} + \dots + p_n \tag{2.3}$$

Jika persamaan karakteristik yang diperoleh cukup rumit untuk menentukan akar-akar karakteristiknya, maka diperlukan aturan/kriteria yang menjamin bahwa akar-akar persamaan karakteristik bernilai negatif atau ada persamaan karakteristik yang bernilai positif. Kriteria tersebut dikenal dengan kriteria Routh-Hurwitz. Tanda negatif dan positif dapat

digunakan untuk menentukan sifat kestabilan dari suatu titik kesetimbangan.

Tabel Routh-Hurwitz untuk menentukan nilai eigen seperti pada Tabel 2.1. berikut:

Tabel 2.1. Routh-Hurwitz untuk menentukan nilai eigen

Variabel	Koefisien					
	a_0	a_2	a_4	a_6	\dots	a_{n-1}
s^n	a_1	a_3	a_5	a_7	\dots	a_n
s^{n-1}	b_1	b_2	b_3	b_4	\dots	b_n
s^{n-2}	c_1	c_2	b_3	c_4	\dots	c_n
s^{n-3}	\vdots	\vdots				
s^2	e_1	e_2				
s^1	f_1					
s^0	g_1					

dengan koefisien-koefisien:

$$\begin{aligned}
 b_1 &= \frac{a_1 a_2 - a_0 a_3}{a_1} & c_1 &= \frac{b_1 a_3 - a_1 b_2}{a_1} \\
 b_2 &= \frac{a_1 a_4 - a_0 a_5}{a_1} & c_2 &= \frac{b_1 a_5 - a_1 b_3}{a_1} \\
 b_3 &= \frac{a_1 a_6 - a_0 a_7}{a_1} & c_3 &= \frac{b_1 a_7 - a_1 b_4}{a_1} \\
 &\vdots & &\vdots \\
 b_n &= \frac{a_1 a_{2n} - a_0 a_{2n+1}}{a_1} & c_n &= \frac{b_1 a_{2n+1} - a_1 b_{n+1}}{a_1}
 \end{aligned}$$

Syarat perlu untuk stabil adalah semua suku pada kolom pertama tabel Routh-Hurwitz untuk menentukan nilai eigen bertanda positif [4].

Analisis Kestabilan Titik Kesetimbangan

Misalkan suatu sistem persamaan diferensial dinyatakan $x' = f(x)$. Titik $\bar{x} \in R^n$ disebut titik kesetimbangan (*equilibrium point*) dari $x' = f(x)$ jika memenuhi $f(\bar{x}) = 0$ [7].

Diberikan sistem persamaan diferensial $x' = Ax$ dengan A suatu matriks $n \times n$ yang mempunyai k nilai eigen berbeda $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ dengan $k \leq n$

- (1) Titik kesetimbangan $\bar{x} = 0$ dikatakan stabil asimtotik jika dan hanya jika $R_e(\lambda_i) < 0$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, k$.
- (2) Titik kesetimbangan $\bar{x} = 0$ dikatakan stabil jika dan hanya jika $R_e(\lambda_i) \leq 0$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, k$ dan jika setiap nilai eigen λ_i

imajiner dengan dengan $R_e(\lambda_i) = 0$, maka multiplisitas aljabar dan geometri untuk nilai eigen harus sama.

- (3) Titik kesetimbangan $\bar{x} = 0$ dikatakan tidak stabil jika dan hanya jika $R_e(\lambda_i) > 0$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, k$ [9].

Bilangan Reproduksi Dasar

Bilangan reproduksi dasar merupakan bilangan yang menunjukkan jumlah individu yang dapat terinfeksi penyakit dari penularan individu yang terinfeksi. Bilangan tersebut diperlukan sebagai parameter untuk mengetahui tingkat penyebaran suatu penyakit. Bilangan reproduksi dasar disimbolkan R_0 . Beberapa kondisi yang akan muncul antara lain [13]:

- 1. Jika $R_0 < 1$, maka penyakit tidak akan menyerang populasi atau akan menghilang.
- 2. Jika $R_0 = 1$, maka penyakit akan menetap.
- 3. Jika $R_0 > 1$, maka kemungkinan penyakit menyebar sangat besar atau penyakit akan menjadi wabah.

3. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan, dimana penelitian ini bertujuan untuk memecahkan masalah dan memberikan solusi secara praktis. Pada penelitian ini, penulis akan membangun model matematika dari topik yang diangkat berdasarkan asumsi-asumsi yang telah ditentukan sehingga diperoleh suatu solusi matematis kemudian diinterpretasikan ke dunia nyata.

Prosedur penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini untuk mencapai tujuan penelitian, adalah sebagai berikut.

- 1. Menentukan asumsi dan mendefinisikan parameter yang akan digunakan dalam membangun model SEIEdR untuk perilaku kecanduan drama Korea.
- 2. Membangun model SEIEdR untuk perilaku kecanduan drama Korea berdasarkan asumsi variabel dan parameter yang diperoleh dalam bentuk sistem persamaan diferensial.
- 3. Menentukan titik kesetimbangan model SEIEdR perilaku kecanduan drama Korea.
- 4. Menentukan bilangan reproduksi dasar (R_0) untuk mengetahui terjadinya endemik.

5. Menganalisis kestabilan titik keseimbangan model SEIEDr perilaku kecanduan terhadap drama Korea berdasarkan nilai eigen.
6. Melakukan simulasi model menggunakan *software Maple*
7. Menarik kesimpulan dan menginterpretasikan solusi matematis yang diperoleh ke solusi dunia nyata.

4. PEMBAHASAN

Model Epidemi SEIEDr Perilaku Kecanduan Drama Korea

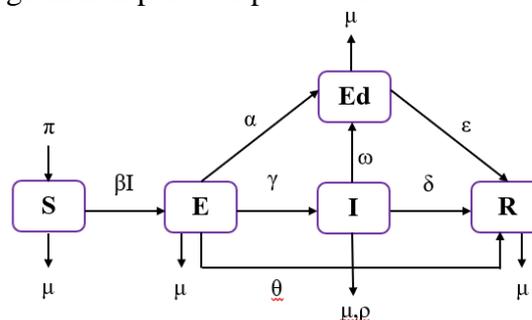
Model yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah model epidemi tipe SEIEDr yang terdiri dari 5 kompartemen atau subpopulasi yaitu *Suspectibel* (S), *Exposed* (E), *Infected* (I), *Education* (Ed), dan *Recovered* (R).

Asumsi asumsi yang digunakan dalam pada penelitian ini yaitu :

1. Populasi bersifat tertutup, yang berarti tidak ada perpindahan baik masuk maupun keluar dari populasi tersebut.
2. Adanya pertumbuhan pada subpopulasi rentan untuk menonton drama Korea dengan laju rekrutmen π . Individu usia > 12 tahun masuk ke kelompok rentan dengan laju rekrutmen sebesar π .
3. Kematian alami dapat terjadi pada semua subpopulasi dengan laju kematian μ .
4. Individu dalam subpopulasi penonton aktif (*Infected*) dapat meninggal dengan laju kematian ρ .
5. Individu rentan (*Suspectibel*) yang tertular akibat berinteraksi dengan penonton aktif (*Infected*) akan masuk dalam subpopulasi penonton pemula (*Exposed*) dengan laju infeksi.
6. Terjadi perpindahan individu dari subpopulasi penonton pemula (*Exposed*) ke subpopulasi penonton aktif (*Infected*).
7. *Treatment* dengan pemberian edukasi dapat diterapkan pada individu penonton pemula (*Exposed*) dan penonton aktif (*Infected*) membentuk subpopulasi Ed (*Education*).
8. Individu dalam subpopulasi penonton pemula (*Exposed*) dan penonton aktif (*Infected*) dapat sembuh dengan pemberian edukasi dengan laju kesembuhan ϵ .

9. Individu dalam subpopulasi penonton pemula (*Exposed*) dan penonton aktif (*Infected*) dapat sembuh atau berhenti menonton drama Korea secara alami dengan laju kesembuhan masing-masing yaitu θ dan δ .
10. Individu dalam subpopulasi penonton pemula (*Exposed*) dan penonton aktif (*Infected*) yang telah berhenti menonton drama Korea (*Recovered*) tidak akan menonton kembali (memiliki kekebalan permanen).

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas maka didapatkan skema model tipe SEIEDr pada populasi penonton drama Korea dalam bentuk diagram kompartemen pada Gambar 4.1



Gambar 4.1. Diagram transfer model epidemi SEIEDr perilaku fanatisme terhadap drama Korea

Berdasarkan skema model tipe SEIEDr di atas maka penyebaran perilaku fanatisme terhadap drama Korea dapat dimodelkan dalam bentuk sistem persamaan diferensial sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \frac{dS}{dt} &= \pi - (\mu + \beta I)S \\
 \frac{dE}{dt} &= \beta IS - (\mu + \alpha + \gamma + \theta)E \\
 \frac{dI}{dt} &= \gamma E - (\mu + \rho + \omega + \delta)I \\
 \frac{dEd}{dt} &= \alpha E + \omega I - (\mu + \epsilon)Ed \\
 \frac{dR}{dt} &= \delta I + \theta E + \epsilon Ed - \mu R
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

Pada penelitian ini digunakan beberapa variabel dan parameter yang disajikan pada Tabel 4.1. dan Tabel 4.2

Tabel 4.1. Daftar variabel model epidemi SEIEDr perilaku kecanduan drama Korea

Notasi	Keterangan
S	Populasi yang rentan atau tidak menonton drama Korea.

- E Populasi mulai menonton drama Korea namun jumlah episode yang ditonton masih sedikit.
- I Populasi yang aktif menonton drama Korea.
- Ed Populasi penonton drama Korea yang diberikan *treatment* berupa edukasi.
- R Populasi yang telah berhenti menonton drama Korea.

Tabel 4.2. Daftar parameter model epidemi SEIEdR perilaku kecanduan drama Korea

Notasi	Keterangan
π	Laju rekrutmen individu usia > 12 tahun dalam populasi
μ	Laju kematian alami setiap satuan waktu.
γ	Laju perubahan populasi penonton pemula menjadi penonton aktif.
α	Jumlah penonton pemula menjadi individu penonton yang diberikan edukasi (laju individu aktif menjalani <i>treatment</i> pemberian edukasi).
ω	Jumlah penonton aktif menjadi individu penonton yang diberikan edukasi. (laju individu aktif menjalani <i>treatment</i> pemberian edukasi).
β	Laju perubahan populasi yang tidak menonton drama Korea berinteraksi dengan penonton aktif menjadi individu penonton pemula.
ε	Laju kesembuhan penonton drama Korea dengan adanya pemberian edukasi.
θ	Laju kesembuhan penonton pemula berhenti menonton drama Korea secara alami.
δ	Laju kesembuhan penonton aktif berhenti menonton drama Korea secara alami.
ρ	Laju kematian akibat menonton drama Korea secara berlebihan

Penentuan Titik Kesetimbangan

Titik kesetimbangan dari sistem persamaan dapat diperoleh dengan mengambil turunan pertama yang sama dengan nol yaitu $\frac{dS}{dt} = 0, \frac{dE}{dt} = 0, \frac{dI}{dt} = 0, \frac{dEd}{dt} = 0, \frac{dR}{dt} = 0$.

Dari sistem (4.1) dimisalkan:

$$\begin{aligned} x &= \mu + \alpha + \gamma + \theta \\ y &= \mu + \rho + \omega + \delta \\ z &= \mu + \varepsilon \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh sistem sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= \pi - \mu S - \beta IS \\ \frac{dE}{dt} &= \beta IS - xE \\ \frac{dI}{dt} &= \gamma E - yI \\ \frac{dEd}{dt} &= \alpha E + \omega I - zEd \\ \frac{dR}{dt} &= \delta I + \theta E + \varepsilon Ed - \mu R \end{aligned} \tag{4.2}$$

Dari sistem (4.2) diperoleh titik kesetimbangan bebas penyakit $E_0 = (S, E, I, Ed, R) = \left(\frac{\pi}{\mu}, 0, 0, 0, 0 \right)$

dan titik kesetimbangan endemik

$$E_1 = (S, E, I, Ed, R) = \left(\frac{xy}{\beta\gamma}, \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta\gamma x}, \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta xy}, \frac{(\alpha y + \omega\gamma)(\pi\beta\gamma - \mu xy)}{\beta\gamma xyz}, \frac{((\delta\gamma z + \theta yz) + (\alpha y\varepsilon + \omega\gamma\varepsilon))(\pi\beta\gamma - \mu xy)}{\beta\mu\gamma xyz} \right)$$

Penentuan Bilangan Reproduksi Dasar (R_0)

Bilangan reproduksi dasar (R_0) dapat dicari dengan menggunakan *next generation matrix*, yang diperoleh dari kelas E dan I pada sistem. Berdasarkan persamaan (2) dan (3) dari sistem (4.1), kelas E dan I dapat dituliskan sebagai

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dt} &= \beta IS - (\mu + \alpha + \gamma + \theta)E \\ \frac{dI}{dt} &= \gamma E - (\mu + \rho + \omega + \delta)I \\ \begin{pmatrix} \frac{dE}{dt} \\ \frac{dI}{dt} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \beta SI \\ 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} (\mu + \alpha + \gamma + \theta)E \\ -\gamma E + (\mu + \rho + \omega + \delta)I \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Misalkan

$$\begin{aligned} F &= \begin{pmatrix} \beta SI \\ 0 \end{pmatrix} \\ V &= \begin{pmatrix} (\mu + \alpha + \gamma + \theta)E \\ -\gamma E + (\mu + \rho + \omega + \delta)I \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Kemudian dibentuk NGM yaitu $H = F'V^{-1}$

$$H = F' \frac{1}{\det V'} \text{adj} V' = \begin{bmatrix} \frac{\gamma\beta S}{xy} & \frac{\beta S}{y} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

sehingga nilai eigen dari H diperoleh

$$\det \left(\begin{bmatrix} \frac{\gamma\beta S}{xy} & \frac{\beta S}{y} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{bmatrix} \right) = 0$$

$$\lambda = 0 \vee \lambda = \frac{\pi\gamma\beta}{\mu xy}$$

Dengan demikian diperoleh

$$R_0 = \frac{\pi\gamma\beta}{\mu xy} = \frac{\pi\gamma\beta}{\mu(\mu + \alpha + \gamma + \theta)(\mu + \rho + \omega + \delta)}$$

Analisis Kestabilan Titik Kesetimbangan

Analisis kestabilan diperoleh berdasarkan nilai eigen dari matriks jacobian melalui metode linearisasi. Berdasarkan sistem 4.1 diperoleh matriks jacobian sebagai berikut.

$$J(f(\bar{x})) = \begin{bmatrix} -(\mu + \beta I) & 0 & -\beta S & 0 & 0 \\ \beta I & -x & \beta S & 0 & 0 \\ 0 & \gamma & -y & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & \omega & -z & 0 \\ 0 & \theta & \delta & \varepsilon & -\mu \end{bmatrix}$$

Nilai eigen matriks jacobian $J(E_0)$ yaitu

$$\left| (\lambda I - J(E_0)) \right| = 0$$

$$\lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -\mu & 0 & \frac{-\beta\pi}{\mu} & 0 & 0 \\ 0 & -x & \frac{\beta\pi}{\mu} & 0 & 0 \\ 0 & \gamma & -y & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & \omega & -z & 0 \\ 0 & \theta & \delta & \varepsilon & -\mu \end{bmatrix} = 0$$

$$(\lambda + \mu)(\lambda + z)(\lambda + \mu) \left((\lambda^2 + \lambda(x + y) + xy) - \frac{\beta\pi}{\mu} \right) = 0$$

Sehingga diperoleh

$$\lambda + \mu = 0 \rightarrow \lambda = -\mu$$

$$\lambda + z = 0 \rightarrow \lambda = -z$$

$$\lambda + \mu = 0 \rightarrow \lambda = -\mu$$

$$\left((\lambda^2 + \lambda(x + y) + xy) - \frac{\gamma\beta\pi}{\mu} \right) = 0$$

Berdasarkan kriteria Routh-Hurwitz diperoleh bagian real semua nilai eigen $J(E_0)$ bernilai negatif sehingga titik kesetimbangan

$$E_0 = (S, E, I, Ed, R) = \left(\frac{\pi}{\mu}, 0, 0, 0, 0 \right) \text{ stabil asimtotik}$$

lokal.

Matriks jacobian untuk titik kesetimbangan endemik $E_1 = (S, E, I, Ed, R)$ yaitu

$$J(E_1) = \begin{bmatrix} -\mu - \beta N & 0 & -\beta M & 0 & 0 \\ \beta N & -x & \beta M & 0 & 0 \\ 0 & \gamma & -y & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & \omega & -z & 0 \\ 0 & \theta & \delta & \varepsilon & -\mu \end{bmatrix}$$

dengan $M = \frac{xy}{\beta\gamma}; N = \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta xy}$

Nilai eigen matriks jacobian yaitu

$$\left| (\lambda I - J(E_1)) \right| = 0$$

$$\lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -\mu - \beta N & 0 & -\beta M & 0 & 0 \\ \beta N & -x & \beta M & 0 & 0 \\ 0 & \gamma & -y & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & \omega & -z & 0 \\ 0 & \theta & \delta & \varepsilon & -\mu \end{bmatrix} = 0$$

$$(\lambda + \mu + \beta N)(\lambda + z)(\lambda + \mu) \left((\lambda^2 + \lambda(x + y) + xy) - \gamma\beta M \right) = 0$$

diperoleh

$$\lambda = -(\mu + \mu(R_0 - 1))$$

$$\lambda = -\mu \vee \lambda = -z$$

$$\lambda = -(x + y) \vee \lambda = 0$$

Dengan demikian bagian real semua nilai eigen $J(E_1)$ bernilai negatif sehingga titik kesetimbangan E_1 stabil lokal apabila $R_0 > 1$

dengan $R_0 = \frac{\pi\gamma\beta}{\mu xy}$.

Simulasi dan Interpretasi Model

Selanjutnya dilakukan interpretasi model dalam bentuk simulasi dengan bantuan *software maple*. Pada bagian simulasi ini, diamati dinamika populasi dalam dua kondisi, yaitu $R_0 < 1$ dan $R_0 > 1$.

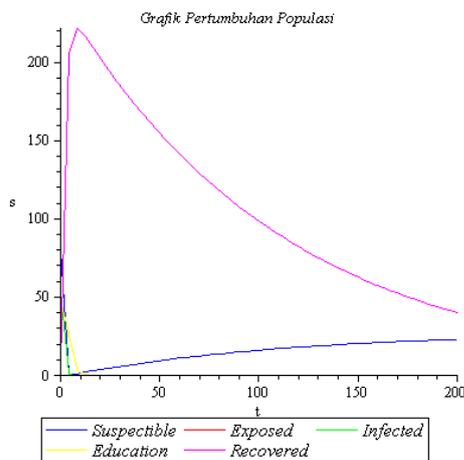
Untuk penelitian dengan kondisi $R_0 < 1$ akan dianalisis dengan nilai variabel dan parameter disajikan pada Tabel 4.3 dan 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.3. Nilai variabel-variabel model epidemi SEIEdR perilaku kecanduan drama Korea

.Notasi	Nilai	Keterangan
<i>S</i>	80 individu	Hasil Kuesioner
<i>E</i>	54 individu	Hasil Kuesioner
<i>I</i>	60 individu	Hasil Kuesioner
<i>Ed</i>	48 individu	Asumsi
<i>R</i>	17 individu	Hasil Kuesioner

Tabel 4.4. Nilai parameter-parameter model epidemi SEIEdR perilaku kecanduan drama Korea untuk kondisi $R_0 < 1$

Notasi	Nilai	Keterangan
π	0.25	Asumsi
μ	0.009	Asumsi
γ	0.17	Asumsi
α	0.4	Asumsi
ω	0.65	Asumsi
β	0.29	Asumsi
ε	0.5	Asumsi
θ	0.7	Asumsi
δ	0.3	Asumsi
ρ	0.1	Asumsi



Gambar 4.2 Proporsi subpopulasi S, E, I, Ed , dan R untuk $R_0 < 1$

Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa subpopulasi rentan menonton drama Korea (*Susceptible*) mengalami penurunan drastis pada kondisi awal, hal ini disebabkan oleh sebagian subpopulasi menjadi individu penonton pemula (*Exposed*) akibat adanya interaksi dengan individu penonton aktif (*Infected*) serta sebagian individu rentan mengalami kematian alami. Namun pada waktu t tertentu terjadi kenaikan subpopulasi rentan, hal ini disebabkan oleh penambahan individu dengan adanya laju rekrutmen. Setelah mengalami kenaikan, subpopulasi rentan tidak mengalami perubahan dan konstan pada titik 27.77, Sedangkan untuk subpopulasi *Exposed*, *Infected*, dan *Education* mengalami penurunan karena telah sembuh hingga konstan di titik 0 pada t tertentu. Untuk subpopulasi individu yang telah berhenti menonton drama Korea (*Recovered*),

terlihat bahwa terjadi kenaikan drastis pada kondisi awal, hal ini disebabkan oleh penambahan sebagian individu yang sembuh dengan adanya faktor edukasi dan sebagian individu penonton pemula maupun penonton aktif sembuh secara alami. Kemudian mengalami penurunan pada t tertentu, hal ini disebabkan oleh individu yang sembuh meninggal secara alami hingga konstan di titik 0 pada t tertentu. Hal ini sesuai dengan hasil analisis kestabilan yg telah diperoleh bahwa titik kesetimbangan bebas penyakit akan stabil asimtotik pada titik $\left(\frac{\pi}{\mu}, 0, 0, 0, 0\right)$ yaitu titik (27.77,0,0,0,0) dengan $R_0 = 0.965 > 1$. Oleh karena itu, berdasarkan gambar 4.2 perilaku kecanduan drama Korea tidak akan bersifat endemik dan akan berkurang seiring berjalannya waktu.

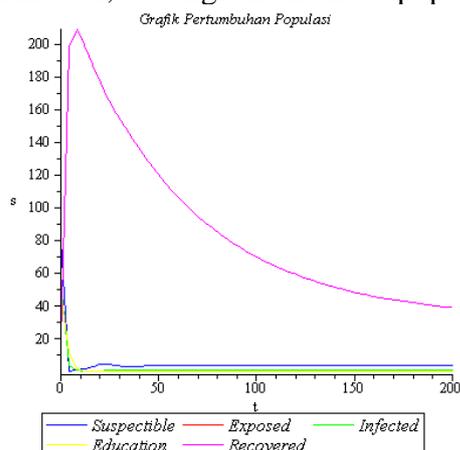
Untuk penelitian dengan kondisi $R_0 > 1$ akan dianalisis dengan nilai variabel dan parameter disajikan pada Tabel 4.3 dan 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5. Nilai parameter-parameter model epidemi SEIEdR perilaku kecanduan drama Korea untuk kondisi $R_0 > 1$

Notasi	Nilai	Keterangan
π	0.65	Asumsi
μ	0.0167	Asumsi
γ	0.39	Asumsi
α	0.1	Asumsi
ω	0.1	Asumsi
β	0.42	Asumsi
ε	0.6	Asumsi
θ	0.4	Asumsi
δ	0.4	Asumsi
ρ	0.1	Asumsi

Pada Gambar 4.3 terlihat bahwa subpopulasi rentan menonton drama Korea (*Susceptible*) mengalami penurunan drastis pada kondisi awal, hal ini disebabkan oleh sebagian subpopulasi menjadi individu penonton pemula (*Exposed*) akibat adanya interaksi dengan individu penonton aktif (*Infected*) serta sebagian individu rentan mengalami kematian alami. Namun pada waktu t tertentu terjadi kenaikan subpopulasi rentan, hal ini disebabkan oleh penambahan individu dengan adanya laju rekrutmen. Setelah mengalami kenaikan, subpopulasi

rentan tidak mengalami perubahan dan konstan pada titik 3.41, Sedangkan untuk subpopulasi



Gambar 4.3 Proporsi subpopulasi S, E, I, Ed , dan R untuk $R_0 > 1$

Exposed, *Infected*, dan *Education* mengalami penurunan karena telah sembuh. Selanjutnya subpopulasi *Exposed*, *Infected*, dan *Education* mengalami sedikit dinamika hingga konstan masing-masing di titik 0.65, 0.41, dan 0.17. Untuk subpopulasi individu yang telah berhenti menonton drama Korea (*Recovered*), terlihat bahwa terjadi kenaikan drastis pada kondisi awal, hal ini disebabkan oleh penambahan sebagian individu yang sembuh dengan adanya faktor edukasi dan sebagian individu penonton pemula maupun penonton aktif sembuh secara alami. Kemudian mengalami penurunan pada t tertentu, hal ini disebabkan oleh individu yang sembuh meninggal secara alami hingga konstan di titik 31.79. Hal ini sesuai dengan hasil analisis kestabilan yg telah diperoleh bahwa titik kesetimbangan endemik akan stabil pada titik

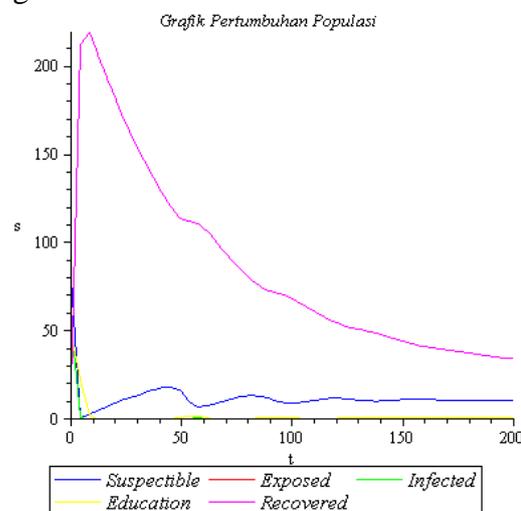
$$\left(\frac{xy}{\beta\gamma}, \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta\gamma x}, \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta xy}, \frac{(\alpha y + \omega\gamma)(\pi\beta\gamma - \mu xy)}{\beta\gamma xyz}, \frac{((\delta\gamma z + \theta\gamma z) + (\alpha y\epsilon + \omega\gamma\epsilon))(\pi\beta\gamma - \mu xy)}{\beta\mu\gamma xyz} \right)$$

yaitu titik (3.41, 0.65, 0.41, 0.17, 31.79) dengan syarat $\pi > \frac{\mu xy}{\beta\gamma}$ dan $R_0 = 7,67 > 1$ Oleh karena itu,

berdasarkan Gambar 4.3 perilaku kecanduan drama Korea tidak akan bersifat endemik dan akan berkurang seiring berjalannya waktu.

Untuk penelitian dengan kondisi $R_0 > 1$ akan dianalisis dengan nilai variabel dan parameter disajikan pada Tabel 4.3 dan 4.5 tetapi dengan nilai laju pemberian edukasi yang lebih

tinggi yaitu pada populasi penonton pemula α sebesar 0.62 dan penonton aktif ω sebesar 0.71 sehingga diperoleh grafik pertumbuhan populasi sebagai berikut:



Gambar 4.4 Proporsi subpopulasi S, E, I, Ed , dan R untuk $R_0 > 1$

Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa subpopulasi rentan menonton drama Korea (*Susceptible*) mengalami penurunan drastis pada kondisi awal, hal ini disebabkan oleh sebagian subpopulasi menjadi individu penonton pemula (*Exposed*) akibat adanya interaksi dengan individu penonton aktif (*Infected*) serta sebagian individu rentan mengalami kematian alami. Namun pada waktu t tertentu terjadi kenaikan subpopulasi rentan, hal ini disebabkan oleh penambahan individu dengan adanya laju rekrutmen.

Setelah mengalami mengalami kenaikan, subpopulasi rentan tidak mengalami perubahan dan konstan pada titik 10.68, Sedangkan untuk subpopulasi *Exposed*, *Infected*, dan *Education* mengalami penurunan karena telah sembuh. Untuk subpopulasi individu yang telah berhenti menonton drama Korea (*Recovered*), terlihat bahwa terjadi kenaikan drastis pada kondisi awal, hal ini disebabkan oleh penambahan sebagian individu yang sembuh dengan adanya faktor edukasi dan sebagian individu penonton pemula maupun penonton aktif sembuh secara alami. Kemudian mengalami penurunan pada t tertentu, hal ini disebabkan oleh individu yang sembuh meninggal secara alami. Selanjutnya sistem mengalami dinamika hingga konstan di titik (10.68, 0.33, 0.10, 0.45, 26.72). Hal ini sesuai dengan hasil analisis kestabilan yang telah

diperoleh bahwa titik kesetimbangan endemik akan stabil pada titik $\left(\frac{xy}{\beta\gamma}, \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta\gamma x}, \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta\gamma y}, \frac{(\alpha y + \omega\gamma)(\pi\beta\gamma - \mu xy)}{\beta\gamma xyz}, \frac{((\delta\gamma z + \theta yz) + (\alpha y\varepsilon + \omega\gamma\varepsilon))(\pi\beta\gamma - \mu xy)}{\beta\mu\gamma xyz}\right)$,

yaitu titik (10.68, 0.33, 0.10, 0.45, 26.72) dengan syarat $\pi > \frac{\mu xy}{\beta\gamma}$ dan $R_0 = 4.87 > 1$. Oleh karena itu, berdasarkan gambar 4.4 perilaku kecanduan drama Korea tidak akan bersifat endemik dan akan berkurang seiring berjalannya waktu.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil model epidemi SEIEdR perilaku kecanduan drama Korea sebagai berikut:

$$\frac{dS}{dt} = \pi - (\mu + \beta I)S$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta IS - (\mu + \alpha + \gamma + \theta)E$$

$$\frac{dI}{dt} = \gamma E - (\mu + \rho + \omega + \delta)I$$

$$\frac{dEd}{dt} = \alpha E + \omega I - (\mu + \varepsilon)Ed$$

$$\frac{dR}{dt} = \delta I + \theta E + \varepsilon Ed - \mu R$$

2. Model epidemi SEIEdR perilaku kecanduan drama Korea menghasilkan dua titik kesetimbangan sebagai berikut:

- (1) Titik kesetimbangan bebas penyakit yaitu

$$E_0 = (S, E, I, Ed, R) = \left(\frac{\pi}{\mu}, 0, 0, 0, 0\right).$$

- (2) Titik kesetimbangan endemik (E_1)

dengan

$$E_1 = (S, E, I, Ed, R) = \left(\frac{xy}{\beta\gamma}, \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta\gamma x}, \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta\gamma y}, \frac{(\alpha y + \omega\gamma)(\pi\beta\gamma - \mu xy)}{\beta\gamma xyz}, \frac{((\delta\gamma z + \theta yz) + (\alpha y\varepsilon + \omega\gamma\varepsilon))(\pi\beta\gamma - \mu xy)}{\beta\mu\gamma xyz}\right) \quad [4]$$

dimana $x = \mu + \alpha + \gamma + \theta, y = \mu + \rho + \omega + \delta, z = \mu + \varepsilon$.

Berdasarkan analisis kestabilan titik kesetimbangan yang dilakukan diperoleh bahwa titik kesetimbangan

$E_0 = (S, E, I, Ed, R) = \left(\frac{\pi}{\mu}, 0, 0, 0, 0\right)$ akan stabil

asimtotik lokal jika $R_0 < 1$ dan titik kesetimbangan endemik (E_1) dengan

$$E_1 = (S, E, I, Ed, R) = \left(\frac{xy}{\beta\gamma}, \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta\gamma x}, \frac{\pi\beta\gamma - \mu xy}{\beta\gamma y}, \frac{(\alpha y + \omega\gamma)(\pi\beta\gamma - \mu xy)}{\beta\gamma xyz}, \frac{((\delta\gamma z + \theta yz) + (\alpha y\varepsilon + \omega\gamma\varepsilon))(\pi\beta\gamma - \mu xy)}{\beta\mu\gamma xyz}\right)$$

dimana

$x = \mu + \alpha + \gamma + \theta, y = \mu + \rho + \omega + \delta, z = \mu + \varepsilon$ akan

stabil jika $R_0 > 1$ dengan $R_0 = \frac{\pi\gamma\beta}{\mu xy}$.

3. Berdasarkan hasil simulasi model dengan menggunakan *maple* yang dilakukan terlihat bahwa perilaku kecanduan drama Korea akan berkurang seiring berjalannya waktu jika $R_0 < 1$ dan perilaku kecanduan drama Korea akan bersifat endemic jika $R_0 > 1$. Semakin besar nilai laju individu penonton pemula dan penonton aktif yang diberi edukasi akan memperkecil populasi penonton pemula dan penonton aktif drama Korea.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anton, H & Rorres, C. 2014. *Elementary Linear Algebra 11th Edition*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Anwar, A., 2020, Pemodelan Matematika SEIRS Terhadap Kecanduan Game Online pada Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Makassar, *Tesis*, Univ. Negeri Makassar, Makassar.
- [3] Burhan, F.A., 2020, Penonton Drama Korea di *YouTube* Melonjak saat Pandemi Corona, <https://katadata.co.id/desysetyowati/digital/5f60a926269c1/penonton-drama-korea-youtube-melonjak-saat-pandemi-corona>, diakses tanggal 19 September 2021.
- [4] Indrayani, S.W., 2017, Analisis Kestabilan Model SEIR dengan Vaksinasi pada Penyebaran Penyakit Campak di Kabupaten Sleman Provinsi DIY, *Skripsi*, Univ. Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- [5] Kocak, H. & J.K. Hale, 1991, *Dynamic and Bifurcation*, Springer – Verlag, New York.

- [6] Olsder, G. J. & Woude, J.W. van der, 2004, *Mathematical Systems Theory*, Netherland: VVSD.
- [7] Perko, L. 2001. *Differential Equation and Dynamical System*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: New York.
- [8] Rahma, A.Z., & Wiyono B.D., 2020, Studi Tentang Perilaku Konsumtif Siswa yang Kecanduan Drama Korea di SMAN 1 Manyar Gresik, *Jurnal BK UNESA*, No.2, Vol.11, 230-239.
- [9] Side, S., dkk, 2016, Analisis dan Simulasi Model SITR pada Penyebaran Penyakit Tuberkulosis di Kota Makassar, *Journal Sainsmat*, No.2, Vol.5, 191-204.