Model Matematika Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja Menggunakan Manajemen Waktu

Zakiah Zainal[1], Defri Ahmad[2]
[1,2],Prodi Matematika,Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang (UNP)

Article Info

Article history:

Received February 05, 2023
Revised February 16, 2023
Accepted March 20, 2024

Keywords:

Mathematical Model
SEIRS Model
Gadget Addiction in Teenagers
Time Management

Kata Kunci:

Model Matematika
Model SEIRS
Kecanduan Gawai pada Remaja
Manajemen Waktu

ABSTRACT

Gadget addiction is a condition in which a person spends more time playing with gadgets than performing daily tasks. Gadget transmission in adolescents can occur if there is interaction between teenagers. This study aims to determine the spread of gadget addiction in adolescents and whether they apply time management to overcome gadget addiction. This is a basic study that employs a literature review method. This research begins by identifying existing problems and then ends by drawing conclusions from the results of the interpretation of the mathematical model that has been formed. Based on the results of the analysis, a free and endemic fixed point for gadget addiction in adolescents exists if several conditions from the Routh-Hurwitz criteria are met. Under certain conditions, adolescents' free-standing and gadget addiction will be stable. Based on the simulation results, there is interaction, and the number of teenagers who apply time management can affect the spread of addiction.

ABSTRAK

Kecanduan gawai (*gadget*) adalah suatu kondisi dimana seseorang menghabiskan lebih banyak waktunya untuk bermain gawai daripada melakukan aktivitas sehari-hari. Penularan kecanduan gawai pada remaja dapat terjadi jika terdapat interaksi antar para remaja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebaran kecanduan gawai pada remaja jika remaja menerapkan manajemen waktu untuk mengatasi kecanduan gawai. Penelitian ini merupakan penelitian dasar dan menggunakan metode studi literatur. Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada kemudian diakhiri dengan menarik kesimpulan dari hasil interpretasi model matematika yang telah dibentuk tersebut. Berdasarkan hasil analisis, titik tetap bebas dan endemik kecanduan gawai pada remaja ada jika memenuhi beberapa syarat yang didapatkan dari kriteria *Routh-Hurwitz*. Titik tetap bebas dan endemik kecanduan gawai pada remaja ini akan stabil pada kondisi tertentu. Berdasarkan hasil simulasi adanya interaksi dan banyaknya remaja yang menerapkan manajemen waktu dapat mempengaruhi penyebaran kecanduan.

Zakiah Zainal:

(Zakiah Zainal)
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: zakiahzvirgo@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sangat pesat dan terus berkembang. Banyak teknologi canggih telah tercipta sehingga yang membuat perubahan besar di kehidupan manusia dalam berbagai bidang, salah satunya adalah *gadget*. *Gadget* memiliki dampak yang begitu besar pada nilai-nilai kebudayaan. Tidak jarang pada saat ini banyak orang yang mempunyai lebih dari satu *gadget*. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Hampir setiap orang menghabiskan banyak waktu dalam sehari untuk menggunakan *gadget* [1]. *Gadget* adalah peranti (perangkat) elektronik yang mempunyai fungsi praktis [2].

Menurut [3], terdapat enam alasan utama mengapa orang menggunakan *gadget*. Keenam alasan tersebut adalah pencarian informasi, fungsi sosial, afeksi, gaya, mobilitas, dan aksesibilitas. Bagi remaja, kemampuan untuk terhubung dengan teman dengan mudah merupakan kunci penting kenapa remaja telah menggunakan *gadget* sejak remaja untuk banyak mengeksplorasi, menghabiskan lebih banyak waktu dengan teman-teman daripada dengan orang tua mereka selama fase perkembangan ini [4]. Kehadiran *gadget* dapat memudahkan remaja untuk terhubung dengan teman-temannya melalui media sosial dan aplikasi chatting, karena remaja bahkan tidak perlu bertemu langsung dengan teman-temannya untuk berkomunikasi [5]. Penggunaan *gadget* yang berlebihan biasanya terjadi karena digunakan sebagai sarana hiburan, seperti bermain game, terutama bagi anak laki-laki. Kebanyakan anak perempuan menggunakan *gadget* untuk fungsi sosial seperti media sosial atau chatting [6]. Pada penelitian [7] menemukan bahwa penggunaan *gadget* yang berlebihan, banyak dilakukan oleh siswa remaja. Penelitian ini dilakukan terhadap 1.824 siswa sekolah menengah di Korea Selatan menemukan bahwa sebanyak 30,9% mempunyai risiko untuk mengalami kecanduan smartphone. Kebanyakan siswa menggunakan layanan mobile messenger, menjelajahi internet, bermain game, dan menggunakan jejaring sosial. Hasil penelitian [8] menunjukkan bahwa remaja yang bermain *gadget* selama 5-7 jam (300-420 menit) dalam sehari, sehingga dapat diartikan remaja tersebut telah dikategorikan mengalami kecanduan *gadget*.

Seseorang disebut telah mengalami kecanduan *gadget* yaitu jika sebagian besar waktunya telah habis untuk bermain *gadget*, seperti smartphone, tablet, laptop, atau *portable gaming device* [9]. Kecanduan ditandai dengan ketidakmampuan secara konsisten untuk berpantang, gangguan dalam mengontrol perilaku**,** keinginan, berkurangnya pengenalan hal penting dengan perilaku seseorang dan hubungan dengan diri sendiri, dan respon reaksi emosional yang disfungsional. Kecanduan mengacu pada dorongan yang tak tertahankan yang sering sekali disertai dengan hilangnya kendali diri [10].

Hasil penelitian dari [11] menunjukkan pengedalian diri mempunyai hubungan timbal balik negatif dengan kecanduan *gadget*. Semakin tinggi pengendalian diri yang dimiliki maka kecenderungan remaja untuk mengalami kecanduan *gadget* semakin rendah. Lebih lanjut, data yang didapat melalui pertanyaan terbuka menunjukkan beberapa strategi yang dilakukan siswa agar memiliki pengendalian diri yang tinggi yaitu dengan menerapkan manajemen waktu, mengerjakan kegiatan selain menggunakan *gadget*, dan mendapatkan pengawasan atau kontrol dari orang tua saat belajar di rumah.

Manajemen waktu merupakan suatu kegiatan dan proses perencanaan dan pengendalian kegiatan atas waktu yang akan digunakan untuk kegiatan tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi dan produktivitas, yang membutuhkan keterampilan dan strategi dalam membagi waktu untuk melaksanakan tugas dan menyelesaikannya dalam jangka waktu tertentu yang telah ditetapkan [12]. Manajemen waktu remaja yang baik akan meningkatkan motivasi hidup, remaja dapat mengaktualisasikan dirinya pada kegiatan yang positif dan dapat lebih meningkatkan prestasi [13]. Peran manajemen waktu sangat penting dalam mengatur jadwal remaja setiap hari, terutama sebagai pemilih kegiatan prioritas yang harus dilakukan [14].

Pemodelan matematika adalah salah satu bidang dalam matematika yang merepresentasikan dan menjelaskan sistem-sistem fisik atau masalah dunia nyata dalam suatu pernyataan matematika, sehingga diperoleh pemahaman yang tepat dari masalah dunia nyata ini. Representasi matematika yang dihasilkan dari proses ini dikenal sebagai model matematika [15]. Sehingga dalam penelitian ini akan dikembangkan model matematika kecanduan gawai (*gadget*) pada remaja dengan memodifikasi model SEIR, yaitu menambahkan parameter tingkat remaja yang menerapkan manajemen waktu untuk mengatasi penyebaran kecanduan gawai pada remaja agar dapat melihat penyebaran kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dasar. Pada penelitian ini menggunakan metode studi literatur yakni menganalisis berbagai teori yang sesuai dengan masalah manajemen waktu untuk mengatasi kecanduan gawai pada remaja. Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Setelah itu peneliti mengumpulkan bahan rujukan dan mengaitkan teori-teori dengan permasalahan serta menarik kesimpulan dari permasalahan tersebut.

Berikut langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian ini:

a) Mengidentifikasi masalah yang akan diangkatkan dalam penelitian ini yaitu masalah model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu.
b) Mengumpulkan serta mengkaji teori-teori yang relevan dengan masalah model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu.
c) Menetapkan asumsi, variabel, dan parameter yang bisa membantu dalam proses pembentukan dan analisis dari model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu.
d) Membentuk model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu.
e) Menganalisis model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu yaitu dengan menentukan titik keseimbangan dan stabil atau tidaknya titik tetap dari model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu.
f) Membuat interpretasi dari hasil analisis model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu.
g) Membuat kesimpulan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Model Matematika Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja Menggunakan Manajemen Waktu

Dalam membentuk model matematika kecanduan gawai (*gadget*) pada remaja menggunakan manajemen waktu yaitu:

a) *Susceptibles (S)* yaitu kelompok remaja yang rentan terhadap kecanduan gawai.
b) *Exposed (E)* yaitu kelompok remaja yang bermain gawai 5-7 jam per hari dan bermain gawai sendirian.
c) *Infectious (I)* yaitu kelompok remaja yang bermain gawai lebih dari 7 jam per hari dan mengajak bermain gawai bersama.
d) *Recovered (R)* yaitu kelompok remaja yang sudah terlepas dari kecanduan gawai.

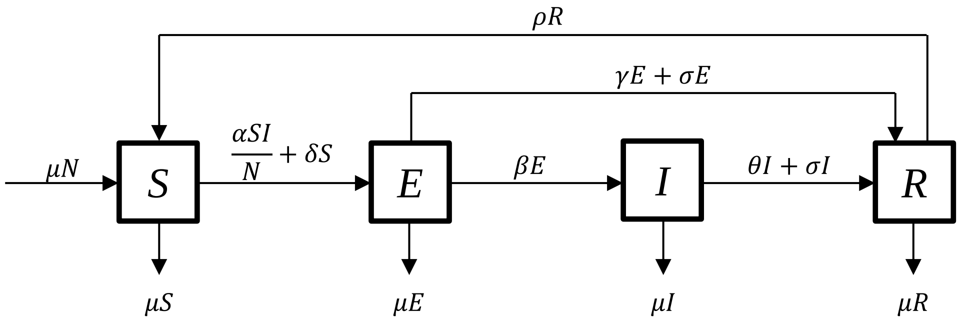
dengan total populasi adalah $N = S + E + I + R$

Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

μ : Tingkat pertambahan populasi remaja yang sama dengan tingkat kematian alami atau remaja yang sudah melewati usia remaja
α : Laju perubahan individu S menjadi E karena adanya interaksi antara individu S dengan I
δ : Laju perubahan individu S menjadi E tanpa adanya interaksi
β : Laju perubahan individu E menjadi I
θ : Tingkat kesembuhan populasi I
γ : Tingkat kesembuhan populasi E
σ : Tingkat remaja yang menerapkan manajemen waktu
ρ : Tingkat remaja yang sudah tidak menerapkan manajemen waktu

Asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:
1) Populasi konstan, artinya jumlah kelahiran sama dengan jumlah kematian.
2) Populasi tertutup, artinya tidak ada remaja yang melakukan imigrasi (masuk) dan emigrasi (keluar).
3) Remaja merupakan suatu individu yang memiliki usia rentang 12-21 tahun.
4) Remaja yang rentan kecanduan gawai akan terpengaruh kecanduan gawai jika mengalami kontak dengan remaja pada populasi I dan akan memasuki tahapan *exposed* terlebih dahulu.
5) Remaja yang rentan kecanduan gawai juga akan dapat mengalami kecanduan gawai dengan sendirinya.
6) Remaja dalam populasi *exposed* dapat berubah menjadi populasi remaja *infectious* dengan laju perubahan yang konstan.
7) Remaja dalam populasi *exposed* dapat sembuh dari kecanduan gawai karena telah menerapkan manajemen waktu yang baik
8) Remaja dalam populasi *infectious* akan sembuh dari kecanduan gawai karena telah menerapkan manajemen waktu yang baik.
9) Remaja yang telah sembuh dari kecanduan gawai akan dapat kembali menjadi remaja yang rentan kecanduan gawai karena hilangnya tekad untuk menerapkan manajemen waktu dengan baik.

Berdasarkan variabel, parameter, dan asumsi maka dapat digambarkan diagram model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Model Matematika Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja Menggunakan Manajemen Waktu

Sehingga model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu adalah sebagai berikut:

$$\frac{dS}{dt} = \mu N + \rho R - \frac{\alpha SI}{N} - \delta S - \mu S$$
$$\frac{dE}{dt} = \frac{\alpha SI}{N} + \delta S - \beta E - \gamma E - \sigma E - \mu E$$
$$\frac{dI}{dt} = \beta E - \theta I - \sigma I - \mu I \qquad (1)$$
$$\frac{dR}{dt} = \theta I + \sigma I + \gamma E + \sigma E - \rho R - \mu R$$
$$N(t) = S(t) + E(t) + I(t) + R(t)$$

Total populasi konstan diperoleh dari turunan pertama N terhadap t tidak sama dengan nol, yaitu:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{dS}{dt} + \frac{dE}{dt} + \frac{dI}{dt} + \frac{dR}{dt}$$

$\frac{dN}{dt} = \mu N + \rho R - \frac{\alpha SI}{N} - \delta S - \mu S + \frac{\alpha SI}{N} + \delta S - \beta E - \gamma E - \sigma E - \mu E + \beta E - \theta I - \sigma I - \mu I + \theta I + \sigma I + \gamma E + \sigma E - \rho R - \mu R = \mu N - \mu S - \mu E - \mu I - \mu R = \mu N - \mu(S + E + I + R) = \mu N - \mu N = 0$

Karena turunan pertama dari N sama dengan nol, maka dapat disimpulkan bahwa total populasi konstan. Selanjutnya, karena jumlah kelahiran sama dengan jumlah kematian, maka diasumsikan $N = 1$, sehingga $N = S + E + I + R = 1$. Sehingga dari sistem persamaan (1) diperoleh:

$$\begin{aligned}
\frac{dS}{dt} &= \mu + \rho R - \alpha SI - \delta S - \mu S \\
\frac{dE}{dt} &= \alpha SI + \delta S - \beta E - \gamma E - \sigma E - \mu E \\
\frac{dI}{dt} &= \beta E - \theta I - \sigma I - \mu I \\
\frac{dR}{dt} &= \theta I + \sigma I + \gamma E + \sigma E - \rho R - \mu R
\end{aligned} \tag{2}$$

Untuk mempermudah dalam analisis maka akan dimisalkan sebagai berikut:

$z_1 = \delta + \mu$
$z_2 = \beta + \mu$
$z_3 = \gamma + \sigma$
$z_4 = \theta + \sigma$
$z_5 = \rho + \mu$

Sehingga sistem persamaan (2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{dS}{dt} &= \mu + \rho R - \alpha SI - z_1 S \\
\frac{dE}{dt} &= \alpha SI + \delta S - z_2 E - z_3 E \\
\frac{dI}{dt} &= \beta E - z_4 I - \mu I \\
\frac{dR}{dt} &= z_4 I + z_3 E - z_5 R
\end{aligned} \tag{3}$$

Kemudian akan dicari analisis kestabilan lokal titik tetap berdasarkan sistem persamaan (3).

3.2. Analisis Kestabilan Model Matematika Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja Menggunakan Manajemen Waktu

Dalam analisis model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu akan dicari titik tetap, bilangan reproduksi dasar dan analisis dari titik tetap, kemudian akan dilakukan simulasi terhadap analisis model matematika dari sistem persamaan (3) tersebut.

3.2.1. Titik Tetap Model Matematika Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja Menggunakan Manajemen Waktu

Titik tetap dari suatu sistem persamaan dapat diperoleh pada saat $\frac{dS}{dt} = 0, \frac{dE}{dt} = 0, \frac{dI}{dt} = 0, \frac{dR}{dt} = 0$. Sehingga sistem persamaan (3) menjadi:

$$\begin{aligned}
&\mu + \rho R - \alpha SI - z_1 S = 0 \\
&\alpha SI + \delta S - z_2 E - z_3 E = 0 \\
&\beta E - z_4 I - \mu I = 0 \\
&z_4 I + z_3 E - z_5 R = 0
\end{aligned} \tag{4}$$

Titik bebas penyakit yaitu suatu kondisi saat tidak ada penyebaran kecanduan gawai pada remaja dalam populasi sehingga diasumsikan $I = 0$. Dari persamaan ketiga dan ke empat pada sistem persamaan (4), diperoleh nilai $E = 0, R = 0$ dan untuk nilai S dari persamaan pertama pada sistem persamaan (4) disubstitusikan $I = 0$ dan $R = 0$, diperoleh $S = \frac{\mu}{z_1} = \frac{\mu}{\delta+\mu}$ atau dari persamaan kedua pada sistem persamaan (4) disubstitusikan $I = 0$ dan $E = 0$, diperoleh $S = 0$.

Terdapat dua kasus pada bagian ini yaitu:

i. Jika $\delta = 0$ artinya tidak ada sama sekali keinginan yang muncul secara alami untuk kecanduan gawai, maka $e^0 = \left(\frac{\mu}{\delta+\mu}, 0,0,0\right)$.
ii. Jika $\delta \neq 0$ artinya ada keinginan untuk kecanduan gawai, maka $e^0 = (0,0,0,0)$.

Titik tetap endemik kecanduan gawai pada remaja dapat diartikan bahwa terdapat sejumlah remaja yang terpengaruh oleh kecanduan gawai dalam suatu populasi. Secara matematis dapat dinyatakan dengan $S > 0, E > 0, I > 0, R > 0$. Setelah sistem persamaan (4) dianalisis diperoleh titik tetap endemik kecanduan gawai pada remaja yaitu $e^* = (S^*, E^*, I^*, R^*)$ dengan:

$$I^* = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

dimana:

$A = z_2z_4z_5\alpha + z_2\mu z_5\alpha + z_3z_4z_5\alpha + z_3\mu z_5\alpha - \rho z_4\beta\alpha - \rho z_3z_4\alpha - \rho z_3\mu\alpha$
$B = z_2z_4z_5z_1 + z_2\mu z_5z_1 + z_3z_4z_5z_1 + z_3\mu z_5z_1 - \mu\beta z_5\alpha - \rho z_4\beta\delta - \rho z_3z_4\delta - \rho z_3\mu\delta$
$C = -\mu\beta z_5\delta$
$I^* > 0$ jika $C < 0$ dan $A > 0$ sehingga $-B + \sqrt{B^2 - 4AC} > 0$ dengan syarat
$B^2 > 4AC$

$$\Leftrightarrow (z_2z_4z_5z_1 + z_2\mu z_5z_1 + z_3z_4z_5z_1 + z_3\mu z_5z_1 - \mu\beta z_5\alpha - \rho z_4\beta\delta - \rho z_3z_4\delta - \rho z_3\mu\delta)^2 > 4(z_2z_4z_5\alpha + z_2\mu z_5\alpha + z_3z_4z_5\alpha + z_3\mu z_5\alpha - \rho z_4\beta\alpha - \rho z_3z_4\alpha - \rho z_3\mu\alpha)(-\mu\beta z_5\delta) \quad (5)$$

$$S^* = \frac{(z_2 + z_3)(z_3 + \mu)I^*}{\beta(\alpha I^* + \delta)} \quad (6)$$

Karena semua parameter bernilai positif pada persamaan (6), diasumsikan $I^* > 0$ dengan syarat pada persamaan (5), sehingga jelas $S^* > 0$

$$E^* = \frac{(z_4 + \mu)I^*}{\beta} \quad (7)$$

Karena semua parameter bernilai positif pada persamaan (7), diasumsikan $I^* > 0$ dengan syarat pada persamaan (5), sehingga jelas $E^* > 0$, dengan syarat nilai $\beta \neq 0$.

$$R^* = \frac{z_3\beta I^* + z_3(z_4 + \mu)I^*}{\beta z_4} \quad (8)$$

Karena semua parameter bernilai positif pada persamaan (8), diasumsikan $I^* > 0$ dengan syarat pada persamaan (5), sehingga jelas $R^* > 0$, dengan syarat nilai $\beta, z_4 \neq 0$.
Diperoleh syarat adanya titik tetap endemik kecanduan gawai pada remaja, yaitu:

$$(z_2z_4z_5z_1 + z_2\mu z_5z_1 + z_3z_4z_5z_1 + z_3\mu z_5z_1 - \mu\beta z_5\alpha - \rho z_4\beta\delta - \rho z_3z_4\delta - \rho z_3\mu\delta)^2 > 4(z_2z_4z_5\alpha + z_2\mu z_5\alpha + z_3z_4z_5\alpha + z_3\mu z_5\alpha - \rho z_4\beta\alpha - \rho z_3z_4\alpha - \rho z_3\mu\alpha)(-\mu\beta z_5\delta)$$

Jadi, titik tetap endemik kecanduan gadget pada remaja ada jika S^*, E^*, I^*, R^* bernilai real dan positif.

3.2.2. Bilangan Reproduksi Dasar Model Matematika Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja Menggunakan Manajemen Waktu

Bilangan reproduksi dasar (R_0) adalah suatu ukuran yang dipakai untuk menentukan apakah suatu populasi endemik atau tidak. Dari sistem persamaan (3), diambil sistem persamaan yang terdapat populasi terpapar dan terinfeksi, yaitu $\frac{dE}{dt} = \alpha SI + \delta S - z_2E - z_3E$ dan $\frac{dI}{dt} = \beta E - z_4I - \mu I$

Berdasarkan sistem persamaan diatas, diperoleh

$f_1 = \alpha SI + \delta S \qquad v_1 = z_2E + z_3E$
$f_2 = \beta E \qquad v_2 = z_4I + \mu I$

Sehingga matriks F dan V sebagai berikut

$$\mathcal{F} = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha SI + \delta S \\ \beta E \end{pmatrix} \qquad \mathcal{V} = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_2E + z_3E \\ z_4I + \mu I \end{pmatrix}$$

Matriks Jacobian dari $\mathcal{F}$ yaitu

$$\mathcal{F} = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial E} & \frac{\partial f_1}{\partial I} \\ \frac{\partial f_2}{\partial E} & \frac{\partial f_2}{\partial I} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \alpha S \\ \beta & 0 \end{pmatrix} \tag{9}$$

Matriks Jacobian dari $\mathcal{V}$ yaitu

$$\mathcal{V} = \begin{pmatrix} \frac{\partial v_1}{\partial E} & \frac{\partial v_1}{\partial I} \\ \frac{\partial v_2}{\partial E} & \frac{\partial v_2}{\partial I} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_2 + z_3 & 0 \\ 0 & z_4 + \mu \end{pmatrix} \tag{10}$$

Kemudian, dengan mensubstitusikan titik tetap bebas penyakit ke persamaan (9) dan (10) diperoleh

$$F = \begin{pmatrix} 0 & \frac{\alpha\mu}{z_1} \\ \beta & 0 \end{pmatrix} \qquad V = \begin{pmatrix} z_2 + z_3 & 0 \\ 0 & z_4 + \mu \end{pmatrix}$$

Matriks *next generation* K didefinisikan dengan $K = FV^{-1}$, didapatkan

$$V^{-1} = \frac{1}{|V|} \text{Adjoint } V = \frac{1}{(z_2 + z_3)(z_4 + \mu)} \begin{pmatrix} z_4 + \mu & 0 \\ 0 & z_2 + z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{z_2 + z_3} & 0 \\ 0 & \frac{1}{z_4 + \mu} \end{pmatrix}$$

Maka diperoleh

$$K = FV^{-1} = \begin{pmatrix} 0 & \frac{\alpha\mu}{z_1} \\ \beta & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{1}{z_2 + z_3} & 0 \\ 0 & \frac{1}{z_4 + \mu} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \frac{\alpha\mu}{z_1(z_4 + \mu)} \\ \frac{\beta}{z_2 + z_3} & 0 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya, bilangan reproduksi dasar (R_0) merupakan nilai eigen positif paling besar dari matriks K, yaitu $R_0 = \rho K = \rho(FV^{-1})$, dimana ρ adalah nilai eigen dominan.
Untuk mendapatkan nilai eigen dari matriks K, akan dicari dengan menggunakan persamaan karakteristik

$$|\lambda I - K| = \begin{vmatrix} \lambda & -\frac{\alpha\mu}{z_1(z_4 + \mu)} \\ -\frac{\beta}{z_2 + z_3} & \lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$\lambda^2 - \frac{\alpha\mu\beta}{z_1(z_4 + \mu)(z_2 + z_3)} = 0$$

$$\lambda^2 = \frac{\alpha\mu\beta}{z_1(z_4 + \mu)(z_2 + z_3)}$$

Sehingga diperoleh

$$\lambda = \pm\sqrt{\frac{\alpha\mu\beta}{z_1(z_4 + \mu)(z_2 + z_3)}} = \pm\sqrt{\frac{\alpha\mu\beta}{(\delta + \mu)(\theta + \sigma + \mu)(\beta + \mu + \gamma + \sigma)}}$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{\alpha\mu\beta}{(\delta + \mu)(\theta + \sigma + \mu)(\beta + \mu + \gamma + \sigma)}}$$

$$\lambda_2 = -\sqrt{\frac{\alpha\mu\beta}{(\delta + \mu)(\theta + \sigma + \mu)(\beta + \mu + \gamma + \sigma)}}$$

Sehingga, nilai eigen dapat diperoleh dengan menentukan modulus terbesar dari matriks K, yaitu $R_0 = max_i|\lambda_i|, i = 1,2 = max\{|\lambda_1|, |\lambda_2|\}$
Sehingga diperoleh bilangan reproduksi dasar

$$R_0 = \sqrt{\frac{\alpha\mu\beta}{(\delta + \mu)(\theta + \sigma + \mu)(\beta + \mu + \gamma + \sigma)}}$$

3.2.3. Kestabilan Titik Tetap Model Matematika Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja Menggunakan Manajemen Waktu

Titik tetap disebut stabil asimtotik apabila semua bagian real dari nilai eigennya memiliki nilai negatif. Untuk mencari kestabilan titik tetap dibentuk Matriks Jacobi. Matriks Jacobi dari sistem persamaan (3) adalah

$$J = \begin{pmatrix} -\alpha I - z_1 & 0 & -\alpha S & \rho \\ \alpha I + \delta & -z_2 - z_3 & \alpha S & 0 \\ 0 & \beta & -z_4 - \mu & 0 \\ 0 & z_3 & z_4 & -z_5 \end{pmatrix} \tag{11}$$

Matriks Jacobi pada persamaan (11) dari titik tetap bebas $e^0 = \left(\frac{\mu}{z_1}, 0,0,0\right)$ adalah sebagai berikut:

$$J(e^0) = \begin{pmatrix} -z_1 & 0 & -\frac{\alpha\mu}{z_1} & \rho \\ \delta & -z_2 - z_3 & \frac{\alpha\mu}{z_1} & 0 \\ 0 & \beta & -z_4 - \mu & 0 \\ 0 & z_3 & z_4 & -z_5 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya dicari persamaan karakteristik dan nilai eigen dari matriks Jacobi diatas dengan menyelesaikan persamaan di bawah ini:

$$|\lambda I - J(e^0)| = \begin{vmatrix} \lambda + z_1 & 0 & \frac{\alpha\mu}{z_1} & -\rho \\ -\delta & \lambda + z_2 + z_3 & -\frac{\alpha\mu}{z_1} & 0 \\ 0 & -\beta & \lambda + z_4 + \mu & 0 \\ 0 & -z_3 & -z_4 & \lambda + z_5 \end{vmatrix} = 0$$

$\Leftrightarrow (\lambda + z_1)(\lambda + z_2 + z_3)(\lambda + z_4 + \mu)(\lambda + z_5) - (\lambda + z_1)\left(\frac{\alpha\mu\beta}{z_1}\right)(\lambda + z_5) + \left(\frac{\alpha\mu\delta\beta}{z_1}\right)(\lambda + z_5) - \rho\delta\beta z_4 + \rho z_3(\lambda + z_4 + \mu) = 0$

Sehingga diperoleh persamaan:

$\lambda^4 + (z_5 + z_4 + \mu + z_2 + z_3 + z_1)\lambda^3 + \left(z_4 z_5 + \mu z_5 + z_2 z_5 + z_2 z_4 + z_2\mu + z_3 z_5 + z_3 z_4 + z_3\mu + z_1 z_5 + z_1 z_4 + z_1\mu + z_1 z_2 + z_1 z_3 - \frac{\alpha\mu\beta}{z_1}\right)\lambda^2 + \left(z_2 z_4 z_5 + \mu z_5 z_2 + z_3 z_4 z_5 + \mu z_5 z_3 + z_1 z_4 z_5 + z_1\mu z_5 + z_1 z_2 z_5 + z_1 z_2 z_4 + z_1 z_2\mu + z_1 z_3 z_5 + z_1 z_3 z_4 + z_1 z_3\mu - \frac{\alpha\mu\beta z_5}{z_1} - \alpha\mu\beta + \frac{\alpha\mu\delta\beta}{z_1} + \rho z_3\right)\lambda + z_1 z_2 z_4 z_5 + z_1 z_2\mu z_5 + z_1 z_3 z_4 z_5 + z_1 z_3\mu z_5 - \alpha\mu\beta z_5 + \frac{\alpha\mu\delta\beta z_5}{z_1} - \rho\delta\beta z_4 + \rho z_3 z_4 + \rho z_3\mu = 0$

Persamaan diatas dapat ditulis dalam suatu persamaan karakteristik yang berbentuk λ:

$a_0\lambda^4 + a_1\lambda^3 + a_2\lambda^2 + a_3\lambda + a_4 = 0$

dengan:

$a_0 = 1$

$a_1 = z_5 + z_4 + \mu + z_2 + z_3 + z_1$

$a_2 = z_4 z_5 + \mu z_5 + z_2 z_5 + z_2 z_4 + z_2\mu + z_3 z_5 + z_3 z_4 + z_3\mu + z_1 z_5 + z_1 z_4 + z_1\mu + z_1 z_2 + z_1 z_3 - \frac{\alpha\mu\beta}{z_1}$

$a_3 = z_2 z_4 z_5 + \mu z_5 z_2 + z_3 z_4 z_5 + \mu z_5 z_3 + z_1 z_4 z_5 + z_1\mu z_5 + z_1 z_2 z_5 + z_1 z_2 z_4 + z_1 z_2\mu + z_1 z_3 z_5 + z_1 z_3 z_4 + z_1 z_3\mu - \frac{\alpha\mu\beta z_5}{z_1} - \alpha\mu\beta + \frac{\alpha\mu\delta\beta}{z_1} + \rho z_3$

$a_4 = z_1 z_2 z_4 z_5 + z_1 z_2\mu z_5 + z_1 z_3 z_4 z_5 + z_1 z_3\mu z_5 - \alpha\mu\beta z_5 + \frac{\alpha\mu\delta\beta z_5}{z_1} - \rho\delta\beta z_4 + \rho z_3 z_4 + \rho z_3\mu$

Dengan memakai kriteria Routh-Hurwitz dapat dirangkum titik bebas akan stabil jika memenuhi syarat sebagai berikut:

i. $z_5 + z_4 + \mu + z_2 + z_3 + z_1 > 0$
ii. $z_4 z_5 + \mu z_5 + z_2 z_5 + z_2 z_4 + z_2 \mu + z_3 z_5 + z_3 z_4 + z_3 \mu + z_1 z_5 + z_1 z_4 + z_1 \mu + z_1 z_2 + z_1 z_3 > \frac{\alpha\mu\beta}{z_1}$
iii. $z_2 z_4 z_5 + \mu z_5 z_2 + z_3 z_4 z_5 + \mu z_5 z_3 + z_1 z_4 z_5 + z_1 \mu z_5 + z_1 z_2 z_5 + z_1 z_2 z_4 + z_1 z_2 \mu + z_1 z_3 z_5 + z_1 z_3 z_4 + z_1 z_3 \mu + \frac{\alpha\mu\delta\beta}{z_1} + \rho z_3 > \frac{\alpha\mu\beta z_5}{z_1} + \alpha\mu\beta$
iv. $z_1 z_2 z_4 z_5 + z_1 z_2 \mu z_5 + z_1 z_3 z_4 z_5 + z_1 z_3 \mu z_5 + \frac{\alpha\mu\delta\beta z_5}{z_1} + \rho z_3 z_4 + \rho z_3 \mu > \alpha\mu\beta z_5 + \rho\delta\beta z_4$
v. $a_1 a_2 > a_0 a_3$ dan $a_1 > 0$
vi. $b_1 a_3 > a_1 b_2$ dan $b_1 > 0$
vii. $d_1 > 0$

Matriks Jacobi pada persamaan (11) dari titik tetap endemik $e^* = (S^*, E^*, I^*, R^*)$ yaitu:

$$J(e^*) = \begin{pmatrix} -\alpha I^* - z_1 & 0 & -\alpha S^* & \rho \\ \alpha I^* + \delta & -z_2 - z_3 & \alpha S^* & 0 \\ 0 & \beta & -z_4 - \mu & 0 \\ 0 & z_3 & z_4 & -z_5 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya dicari persamaan karakteristik dan nilai eigen dari Matriks Jacobi diatas yaitu dengan menyelesaikan persamaan di bawah ini:

$$|\lambda I - J(e^*)| = \begin{vmatrix} \lambda + \alpha I^* + z_1 & 0 & \alpha S^* & -\rho \\ -\alpha I^* - \delta & \lambda + z_2 + z_3 & -\alpha S^* & 0 \\ 0 & -\beta & \lambda + z_4 + \mu & 0 \\ 0 & -z_3 & -z_4 & \lambda + z_5 \end{vmatrix} = 0$$

$\Leftrightarrow (\lambda + \alpha I^* + z_1)(\lambda + z_2 + z_3)(\lambda + z_4 + \mu)(\lambda + z_5) - (\lambda + \alpha I^* + z_1)(\alpha\beta S^* \lambda + \alpha\beta z_5 S^*) + (-\alpha S^* \alpha I^* - \alpha S^* \delta)(-\beta\lambda - \beta z_5) - \rho\alpha\beta z_4 I^* - \rho\delta\beta z_4 + \rho z_3 \lambda + \rho z_4 z_3 + \rho\mu z_3 = 0$

Sehingga diperoleh persamaan:

$\lambda^4 + (z_5 + z_4 + \mu + z_2 + z_3 + \alpha I^* + z_1)\lambda^3 + (z_4 z_5 + \mu z_5 + z_2 z_5 + z_2 z_4 + z_2 \mu + z_3 z_5 + z_3 z_4 + z_3 \mu + \alpha I^* z_5 + \alpha I^* z_4 + \alpha I^* \mu + z_2 \alpha I^* + z_3 \alpha I^* + z_1 z_5 + z_1 z_4 + z_1 \mu + z_1 z_2 + z_1 z_3 - \alpha\beta S^*)\lambda^2 + (z_2 z_4 z_5 + z_2 \mu z_5 + z_3 z_4 z_5 + z_3 \mu z_5 + \alpha I^* z_4 z_5 + \alpha I^* \mu z_5 + z_2 \alpha I^* z_5 + z_2 \alpha I^* z_4 + z_2 \alpha I^* \mu + z_3 \alpha I^* z_5 + z_3 \alpha I^* z_4 + z_3 \alpha I^* \mu + z_1 z_4 z_5 + z_1 \mu z_5 + z_1 z_2 z_5 + z_1 z_2 z_4 + z_1 z_2 \mu + z_1 z_3 z_5 + z_1 z_3 z_4 + z_1 z_3 \mu - \alpha\beta z_5 S^* - z_1 \alpha\beta S^* + \alpha S^* \delta\beta + \rho z_3)\lambda + z_2 \alpha I^* z_4 z_5 + z_2 \alpha I^* \mu z_5 + z_3 \alpha I^* z_4 z_5 + z_3 \alpha I^* \mu z_5 + z_1 z_2 z_4 z_5 + z_1 z_2 \mu z_5 + z_1 z_3 z_4 z_5 + z_1 z_3 \mu z_5 - z_1 \alpha\beta z_5 S^* + \alpha S^* \delta\beta z_5 - \rho\alpha\beta z_4 I^* - \rho\delta\beta z_4 + \rho z_4 z_3 + \rho\mu z_3 = 0$

Persamaan ini dapat dituliskan dalam bentuk suatu persamaan karakteristik yang berbentuk λ:

$a_0 \lambda^4 + a_1 \lambda^3 + a_2 \lambda^2 + a_3 \lambda + a_4 = 0$

dengan:

$a_0 = 1$

$a_1 = z_5 + z_4 + \mu + z_2 + z_3 + \alpha I^* + z_1$

$a_2 = z_4 z_5 + \mu z_5 + z_2 z_5 + z_2 z_4 + z_2 \mu + z_3 z_5 + z_3 z_4 + z_3 \mu + \alpha I^* z_5 + \alpha I^* z_4 + \alpha I^* \mu + z_2 \alpha I^* + z_3 \alpha I^* + z_1 z_5 + z_1 z_4 + z_1 \mu + z_1 z_2 + z_1 z_3 - \alpha\beta S^*$

$a_3 = z_2 z_4 z_5 + z_2 \mu z_5 + z_3 z_4 z_5 + z_3 \mu z_5 + \alpha I^* z_4 z_5 + \alpha I^* \mu z_5 + z_2 \alpha I^* z_5 + z_2 \alpha I^* z_4 + z_2 \alpha I^* \mu + z_3 \alpha I^* z_5 + z_3 \alpha I^* z_4 + z_3 \alpha I^* \mu + z_1 z_4 z_5 + z_1 \mu z_5 + z_1 z_2 z_5 + z_1 z_2 z_4 + z_1 z_2 \mu + z_1 z_3 z_5 + z_1 z_3 z_4 + z_1 z_3 \mu - \alpha\beta z_5 S^* - z_1 \alpha\beta S^* + \alpha S^* \delta\beta + \rho z_3$

$a_4 = z_2 \alpha I^* z_4 z_5 + z_2 \alpha I^* \mu z_5 + z_3 \alpha I^* z_4 z_5 + z_3 \alpha I^* \mu z_5 + z_1 z_2 z_4 z_5 + z_1 z_2 \mu z_5 + z_1 z_3 z_4 z_5 + z_1 z_3 \mu z_5 - z_1 \alpha\beta z_5 S^* + \alpha S^* \delta\beta z_5 - \rho\alpha\beta z_4 I^* - \rho\delta\beta z_4 + \rho z_4 z_3 + \rho\mu z_3$

Dengan menggunakan kriteria Routh-Hurwitz dapat dirangkum titik endemik akan stabil jika memenuhi syarat sebagai berikut:

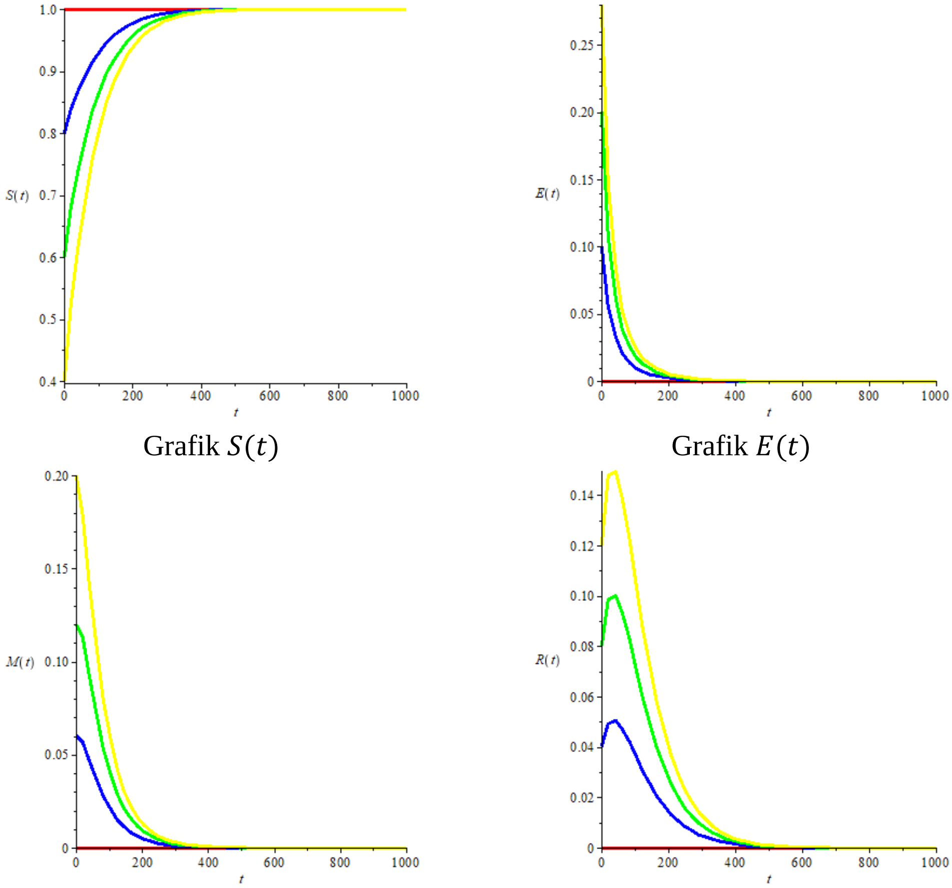
i. $z_5 + z_4 + \mu + z_2 + z_3 + \alpha I^* + z_1 > 0$
ii. $z_4 z_5 + \mu z_5 + z_2 z_5 + z_2 z_4 + z_2 \mu + z_3 z_5 + z_3 z_4 + z_3 \mu + \alpha I^* z_5 + \alpha I^* z_4 + \alpha I^* \mu + z_2 \alpha I^* + z_3 \alpha I^* + z_1 z_5 + z_1 z_4 + z_1 \mu + z_1 z_2 + z_1 z_3 > \alpha\beta S^*$

iii. $z_2z_4z_5 + z_2\mu z_5 + z_3z_4z_5 + z_3\mu z_5 + \alpha I^*z_4z_5 + \alpha I^*\mu z_5 + z_2\alpha I^*z_5 + z_2\alpha I^*z_4 + z_2\alpha I^*\mu + z_3\alpha I^*z_5 + z_3\alpha I^*z_4 + z_3\alpha I^*\mu + z_1z_4z_5 + z_1\mu z_5 + z_1z_2z_5 + z_1z_2z_4 + z_1z_2\mu + z_1z_3z_5 + z_1z_3z_4 + z_1z_3\mu + \alpha S^*\delta\beta + \rho z_3 > \alpha\beta z_5S^* + z_1\alpha\beta S^*$
iv. $z_2\alpha I^*z_4z_5 + z_2\alpha I^*\mu z_5 + z_3\alpha I^*z_4z_5 + z_3\alpha I^*\mu z_5 + z_1z_2z_4z_5 + z_1z_2\mu z_5 + z_1z_3z_4z_5 + z_1z_3\mu z_5 + \alpha S^*\delta\beta z_5 + \rho z_4z_3 + \rho\mu z_3 > z_1\alpha\beta z_5S^* + \rho\alpha\beta z_4I^* + \rho\delta\beta z_4$
v. $a_1a_2 > a_0a_3$ dan $a_1 > 0$
vi. $b_1a_3 > a_1b_2$ dan $b_1 > 0$
vii. $d_1 > 0$

3.2.4. Simulasi Model Matematika Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja Menggunakan Manajemen Waktu

Simulasi numerik dilakukan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas pada model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu dengan menggunakan *software* Maple 2018.

3.2.4.1. Simulasi Kestabilan Titik Tetap Bebas dari Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja



Grafik $S(t)$ Grafik $E(t)$

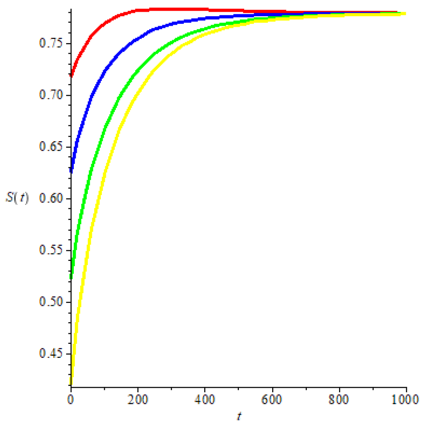
Grafik $I(t)$ Grafik $R(t)$

Gambar 2. Trayektori di Sekitar Titik Tetap Bebas Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja

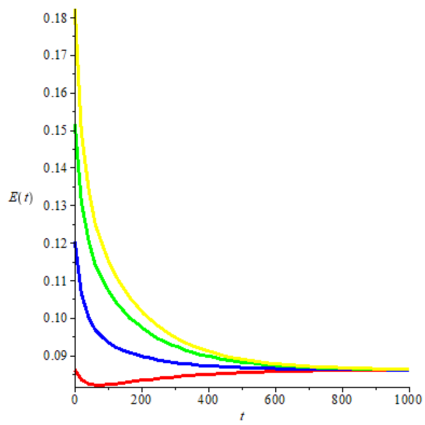
Titik tetap endemik kecanduan gawai pada remaja yaitu $e^0 = (S^0, E^0, I^0, R^0) = (1,0,0,0)$ dan nilai $R_0 = 0,434482704$.

Berdasarkan Gambar 2 digunakan 4 nilai awal, yaitu $S(0) = 1, E(0) = 0, I(0) = 0, R(0) = 0; S(0) = 0,8, E(0) = 0,1, I(0) = 0,06, R(0) = 0,04; S(0) = 0,6, E(0) = 0,2, I(0) = 0,12, R(0) = 0,08; S(0) = 0,4, E(0) = 0,28, I(0) = 0,2, R(0) = 0,12$. Dengan menggunakan beberapa parameter yaitu $\mu = 0{,}0115, \alpha = 0{,}0091, \delta = 0, \beta = 0{,}0146, \theta = 0{,}0031, \gamma = 0{,}0018, \sigma = 0{,}0061, \rho = 0{,}0004$. Dari Gambar 2 di atas kurva berwarna merah mewakili titik tetap bebas kecanduan gawai pada remaja, sedangkan kurva berwarna biru, hijau, dan kuning merupakan kurva-kurva dengan nilai awal yang berbeda, yang nantinya akan menentukan apakah titik tetap bebas kecanduan gawai pada remaja di masing-masing grafik stabil asimtotik atau tidak berdasarkan arah gerak dari kurva-kurva ini. Dapat diketahui pada Gambar 2 di atas bahwa titik tetap bebas dari kecanduan gawai pada remaja $e^0 = (1{,}0{,}0{,}0)$ mempunyai titik tetap yang stabil, karena trayektori (kurva) biru, hijau, dan kuning bergerak mendekati kurva merah pada grafik $S(t), E(t), I(t)$, dan $R(t)$.

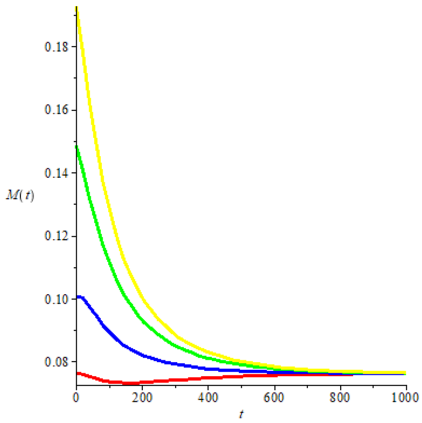
3.2.4.2. Simulasi Kestabilan Titik Tetap Endemik dari Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja



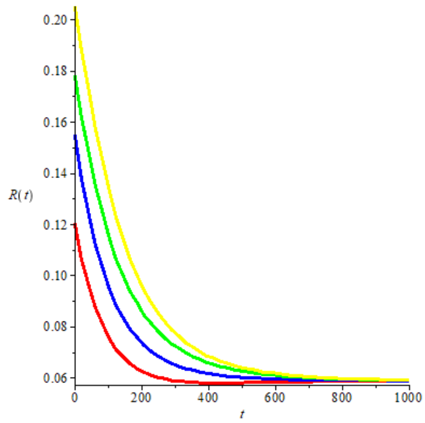
Grafik $S(t)$



Grafik $E(t)$



Grafik $I(t)$



Grafik $R(t)$

Gambar 3. Trayektori di Sekitar Titik Tetap Endemik Kecanduan Gawai (*Gadget*) pada Remaja

Titik tetap endemik kecanduan gawai pada remaja yaitu $e^* = (S^*, E^*, I^*, R^*) = (0{,}7173; 0{,}0862; 0{,}0763; 0{,}1202)$ dan nilai $R_0 = 1{,}021921775$.

Berdasarkan Gambar 3 digunakan 4 nilai awal, yaitu $S(0) = 0{,}7173, E(0) = 0{,}0862, I(0) = 0{,}0763, R(0) = 0{,}1202; S(0) = 0{,}6244, E(0) = 0{,}1202, I(0) = 0{,}1005, R(0) = 0{,}1549; S(0) = 0{,}5217, E(0) = 0{,}1516, I(0) = 0{,}1484, R(0) = 0{,}1783; S(0) = 0{,}4198, E(0) = 0{,}1823, I(0) = 0{,}1927, R(0) = 0{,}2052$. Dengan menggunakan beberapa parameter yaitu $\mu = 0{,}0115, \alpha = 0{,}0367, \delta = 0{,}0005, \beta = 0{,}0146, \theta = 0{,}0031, \gamma = 0{,}0018, \sigma = 0{,}0019, \rho = 0{,}0004$. Dari Gambar 3 di atas kurva berwarna merah mewakili titik tetap endemik kecanduan gawai pada remaja, sedangkan kurva berwarna biru, hijau, dan kuning merupakan kurva-kurva dengan nilai awal yang berbeda, yang nantinya akan menentukan apakah titik tetap endemik kecanduan gawai pada remaja di masing-masing grafik stabil asimtotik atau tidak berdasarkan arah gerak dari kurva-kurva ini. Dapat diketahui pada Gambar 3 di atas bahwa titik tetap endemik dari kecanduan gawai pada remaja mempunyai titik tetap yang stabil, karena trayektori (kurva) biru, hijau, dan kuning bergerak mendekati kurva merah pada grafik $S(t), E(t), I(t),$ dan $R(t)$.

4. Kesimpulan

Model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu berbentuk sistem persamaan diferensial nonlinear. Model matematika ini memiliki dua jenis titik tetap, yaitu titik tetap bebas dari kecanduan gawai pada remaja dan titik tetap endemik dari kecanduan gawai pada remaja. Interpretasi dari model matematika kecanduan gawai pada remaja menggunakan manajemen waktu yaitu dengan mengontrol laju perubahan individu S menjadi E karena adanya interaksi dapat mempengaruhi besarnya nilai R_0. Semakin besar nilai interaksi (α), maka akan semakin besar juga nilai R_0, sehingga penyebaran kecanduan gawai akan semakin meluas. Kemudian tingkat remaja yang menerapkan manajemen waktu (σ), berbanding terbalik dengan R_0, semakin besar nilai σ, maka nilai R_0 akan semakin kecil, sehingga semakin tidak ada penyebaran kecanduan gawai pada remaja.

REFERENSI

[1] Puji, Asmaul Chusna. 2017. *Pengaruh Media Gadget Pada Perkembangan Karakter Anak*. STIT Al-Muslihun. http://ejournal.iain-tulungagung.ac.id/index.php/dinamika/article/view/842

[2] Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). 2016. https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/gadget

[3] Wei, R. & Lo, V. H. (2006). *Staying connected while on the move: Cell phone use and social connectedness*. New Media & Society, 8, 53-72. Doi: 10.1177/1461444806059870

[4] Miller, P. H. (2011). *Theories of Developmental Psychology (5th ed.)*. New York: Worth Publishers

[5] Rothman, D. (n.d.) (2020). *A tsunami of learners called generation Z*. Retrieved by http://ce.wvu.edu/media/15624/needs-different_learning_styles.pdf

[6] Geser, H. (2006). *Are girls (even) more addicted? Some gender patterns of cell phone usage*. Sociology in Switzerland: Sociology of the Mobile Phone. Retrieved from http://socio.ch/mobile/t_geser3.pdf

[7] Soo Cha, S., & Kyung Seo, B. (2018). Smartphone Use And Smartphone Addiction In Middle School Students In Korea: Prevalence, Social Networking Service, And Game Use. Health Psychology Open, 6(2), 1-15. DOI: https://doi.org/10.1177/2055102918755046

[8] Fitriana. 2020. *Pengaruh Penggunaan Gadget Terhadap Perilaku Remaja Dalam Keluarga*. Psikoislamedia Jurnal Psikologi Vol 5 No. 2

[9] Subagijo, Azimah. 2020. *Diet dan Detoks Gadget*. Jakarta Selatan: Noura Books.

[10] Alam SS, Hashim NM, Ahmad M, Wel CNC, Nor SM, Omar NA. *Negative and positive impact of internet addiction on young adults: Empericial study in Malaysia*. Intangible Capital. 2016;10(3):619-38.

[11] Mumbaasithoh, Layli., Fiya Ma'arifa Ulya, dan Kukuh Basuki Rahmat. 2021. *Kontrol Diri dan Kecanduan Gadget pada Siswa Remaja* (*Jurnal Penelitian Psikologi Vol 12 No 1*): Universitas Gajah Mada. L. M. Ang, K. P. Seng, G. K. Ijemaru, and A. M. Zungeru, "Deployment of IoV for Smart Cities: Applications, Architecture, and Challenges," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 6473–6492, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2887076.

[12] Gea, A. A. (2014). *Time Management: Menggunakan Waktu Secara Efektif dan Efisien*. Humaniora, 5(2), 777. https://doi.org/10.21512/humaniora.v5i2.3133

[13] Andari, N.D. dan Nugraheni, R. 2016. *Analisis Pengaruh Manajemen Waktu, Motivasi Kuliah, dan Aktualisasi Diri Terhadap Prestasi Akademik Mahasiswa yang Bekerja* (Studi pada Mahasiswa Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro Semarang). (Skripsi). Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.

[14] Faozah, I.K. 2016. *Manajemen Waktu Santri (Studi Kasus di Pondok Pesantren Irsyadut Thullab Kertanegara)* (Skripsi). Purwokerto: IAIN Purwokerto.

[15] Widowati, S. (2013). *Pemodelan Matematika Analisis dan Aplikasinya*. (B. Surarso, Ed.). Semarang: UNDIP Press.

[16] Sriyanti, Yani., Ahmad, Defri. *Model Matematika Penyebaran Penyakit Scabies pada Populasi Hewan dan Manusia*. Vol 5, No 4 (2020): Journal Of Mathematics UNP

[17] Aminah, Siti., Subhan, Muhammad. *Model Matematika Penyebaran Penyakit Kanker Serviks dengan Pengobatan Kemoterapi.* Vol 7, No 3 (2022): Journal Of Mathematics UNP

[18] Winanda, Rara Sandhy., Mikail, A., Ahmad, D., Agustina, D., Rahmawati. 2022. *University Students' Procrastination: A Mathematical Model (Case Studies: Student in Mathematics Department Universitas Negeri Padang)*. Vol 23 No 02 2022, pp 98-105. Eksakta: Berkala Ilmiah Bidang FMIPA

[19] Praliska, Wellni., Arnellis, Suherman. *Model Matematika SIK Penyebaran Penyakit Kaki Gajah (Filariasis)*. Vol 4, No 4 (2019): Journal Of Mathematics UNP