



PEMODELAN MATEMATIKA PADA KASUS KECANDUAN GAME ONLINE DENGAN MENGUNAKAN MODEL SEIRS

Novyanto Setiawan^{✉1}, Bayu Prihandono², Meliana Pasaribu²
Program Studi Matematika, Universitas Tanjungpura, Indonesia^{1,2,3}

email: novyanto2017@gmail.com¹, bayuprihandono@math.untan.ac.id²,
meliana.pasaribu@math.untan.ac.id³

Received 06 Juli 2024,

Accepted 22 September 2024,

Published 30 September 2024

Abstrak

Kecanduan *game online* adalah penyakit mental yang disebabkan oleh kebiasaan bermain *game online* yang terlalu lama. Rata-rata durasi waktu seseorang dikatakan masuk dalam kategori kecanduan bermain *game online* apabila durasi waktu yang dihabiskan selama 20-25 jam perminggunya. Penelitian ini menggunakan model SEIR, *Susceptible* (S) adalah subpopulasi yang memiliki *game online* di *gadget* nya dan bermain *game online* kurang dari satu jam/hari, *Exposed* (E) adalah subpopulasi yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari, *Infected* (I) adalah subpopulasi yang bermain *game online* selama lebih dari tiga jam/hari dan *Recovered* (R) adalah subpopulasi yang telah berhenti bermain *game online* dan tidak memiliki *game online* di *gadget* nya. Model matematis perlu dicari dan dibentuk menggunakan model SEIR. Data penelitian menggunakan data yang diperoleh dari aktivitas siswa SMPS Sivaliputta dalam bermain *game online*. Langkah-langkah penelitian dimulai dengan menentukan permasalahan kecanduan *game online* pada populasi siswa di SMPS Sivaliputta, membuat asumsi, identifikasi variabel (*susceptible*, *exposed*, *infected*, *recovery*), membentuk model matematis, menentukan titik ekuilibrium, menentukan nilai reproduksi dasar (R_0) dan melakukan simulasi numerik. Titik solusi akan stabil asimtotik pada jangka waktu tertentu dengan populasi *susceptible* sebanyak 13 orang, populasi *exposed* sebanyak 61 orang, populasi *infected* sebanyak 46 orang dan populasi *recovered* sebanyak 211 orang.

Kata Kunci: analisis kestabilan, SEIR, titik ekuilibrium.

Abstract

Online game addiction is a mental illness caused by the habit of playing online games for too long. The average duration of time a person is said to fall into the category of addiction to playing online games is if the duration of time spent is 20-25 hours per week. This research uses the SEIR model, *Susceptible* (S) is the subpopulation who has online games on their gadgets and plays online games for less than one hour/day, *Exposed* (E) is the subpopulation who plays online games for one to three hours/day, *Infected* (I) is the subpopulation who plays online games for more than three hours/day and *Recovered* (R) is the subpopulation who has stopped playing online games and does not have online games on their gadget. Mathematical

models need to be searched and formed using the SEIR model. The research data used data obtained from the activities of Sivaliputta Junior High School students in playing online games.. The steps of this research began by determining the problem of online game addiction in the student population at Sivaliputta Junior High School, making assumptions and identifying variables (susceptible, exposed, infected, recovery), forming a mathematical model, determining the equilibrium point, determining basic reproduction value R_0 and perform numerical simulations. The solution point will stabilize be asymptotically stable for a certain period of time with a susceptible population of 13 people, an exposed population of 61 people, an infected population of 46 people and a recovered population of 211 people.

Keywords: *stability analysis, SEIR, equilibrium point.*

✉ Corresponding author

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang ada sekarang ini semakin canggih. Bahkan sekarang manusia mampu menciptakan kreatifitas melalui temuan-temuan baru, contohnya seperti *game online*. *Game online* adalah permainan yang diakses oleh banyak orang pada saat bersamaan menggunakan jaringan internet [1]. Menurut Putri et al [2] *game online* berupa video permainan yang dimainkan pada suatu perangkat dan harus terhubung pada jaringan internet. Jaringan internet yang semakin cepat dan murah, serta perangkat seperti *smartphone* yang memadai menjadi faktor pendukung untuk memudahkan dalam bermain *game online*. Jika melihat *game online* yang semakin bervariasi dan dapat diunduh secara gratis, maka semakin banyak juga yang memainkan *game online* (*flow experience*) [3].

Kecanduan *game online* seakan sudah menjadi semacam fenomena belakangan ini. *Game online* yang biasanya menghadirkan berbagai level tingkat kesulitan membuat penasaran dan menjadi tertantang bagi individu untuk terus maju dan menyelesaikan semua rintangan (Rahmawati, 2021). Keadaan ini sangat memprihatinkan, perilaku individu yang kecanduan akan berpengaruh pada kesehatan mental dan kehidupan sosial. *Game online* telah mempengaruhi cara berkomunikasi, cara mendapatkan pengalaman, menggunakan media, serta cara berpartisipasi dalam aksi sosial. Seiring tren aplikasi seluler, efek fenomena *game online* meluas ke kehidupan sehari-hari (Ardiyansyah, 2022). Upaya penelitian merupakan langkah penting untuk lebih memahami permainan, *gamer*, dan isu seputar dampak permainan *game online*.

Menurut data yang tercantum dalam situs Statista.com [4], pemain *game online* aktif diseluruh dunia diperkirakan lebih dari satu miliar orang atau 22% dari jumlah pengguna internet, yaitu sekitar 4,5 miliar total pengguna internet. Lebih dari 65% penggunaanya berusia 13-35 tahun, artinya lebih banyak pengguna usia muda dan 96% mengaksesnya via *smartphone* [5]. Menurut Riyanto [6] pengguna internet di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 175,4 juta orang dari total penduduk 272,1 juta orang, serta jumlah yang memainkan *game online* mencapai 14% dari jumlah total pengguna

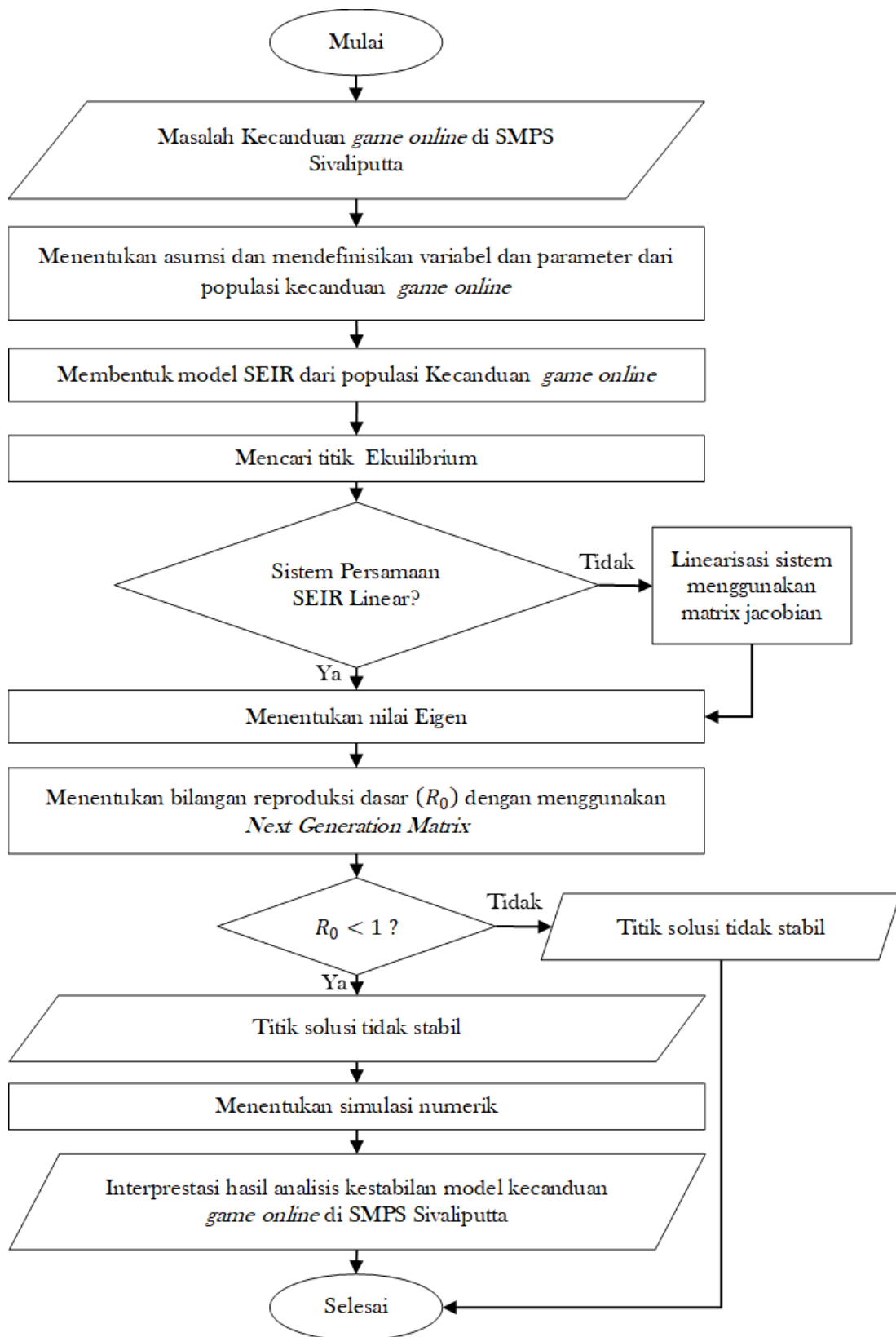
internet, ditambah 35% diantara mereka juga menyaksikan *stream gamers* lain. Secara garis besar durasi waktu yang digunakan dalam berselancar di internet mencapai hampir delapan jam sehari [3]. Keadaan ini tentu sangat memprihatinkan, banyak kalangan mencoba mencari solusi tentang permasalahan ini.

Kasus kecanduan *game online* oleh siswa SMPS Sivaliputta di dalam penelitian ini dimodelkan ke dalam model SEIRS dengan membagi menjadi empat subpopulasi, subpopulasi *susceptible* (*S*), *exposed* (*E*), *infected* (*I*), dan *recovered* (*R*). Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan titik kesetimbangan dan kestabilan pada pemodelan matematika SEIRS terhadap kasus kecanduan *game online*.

METODOLOGI

Model matematika terhadap kasus kecanduan *game online* diperoleh karena banyaknya kasus kecanduan *game online* di kalangan remaja. Studi literatur dilakukan dengan mencari berbagai sumber referensi yang berkaitan dengan *game online*, kecanduan *game online*, model SIR, SEIR. Selanjutnya disusun beberapa asumsi dan didefinisikan beberapa parameter. Kemudian, pada penelitian di SMPS Sivaliputta populasi siswanya dibagi menjadi empat subpopulasi, yaitu *susceptible* (*S*) merupakan jumlah individu rentan yang memiliki *game online* di gadget nya dan bermain *game online* kurang dari satu jam/hari; subpopulasi *exposed* (*E*) yaitu jumlah individu terpapar yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari; subpopulasi *infected* (*I*) yaitu jumlah individu kecanduan *game online* yang bermain *game online* selama lebih dari tiga jam/hari; dan subpopulasi *recovered* (*R*) merupakan jumlah individu yang telah berhenti bermain *game online* dan tidak memiliki *game online* di gadget nya. Setelah itu dibentuk diagram alir penyebaran kecanduan *game online* dan dibangun model penyebarannya.

Dari model yang diperoleh ditentukan titik ekuilibrium, kemudian dilihat dari sistem yang terbentuk linier atau non linier, jika sistem linier maka langkah selanjutnya ditentukan nilai Eigen, jika non linier maka dilakukan linearisasi menggunakan matriks Jacobian. Setelah nilai Eigen diperoleh, ditentukan nilai reproduksi dasar R_0 menggunakan *Next Generation Matrix*. Jika R_0 kurang dari satu maka titik kecanduan *game online* stabil. Jika R_0 lebih dari satu maka titik keseimbangan bebas penyakit stabil. Selanjutnya mengevaluasi sistem menggunakan matriks Jacobian, kemudian substitusi titik keseimbangan dalam matriks Jacobian dan ditentukan nilai Eigen. Jika R_0 lebih besar dari nol maka titik kecanduan *game online* stabil. Jika R_0 kurang dari nol maka titik keseimbangan tidak stabil. Langkah selanjutnya dilakukan simulasi numerik, dilakukan interpretasi hasil analisis kestabilan sistem model matematika terhadap kecanduan *game online*. Adapun langkah-langkah dalam penyelesaian permasalahan ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Flowchart Analisis Kestabilan Kecanduan Game online

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model matematika yang digunakan untuk mengetahui penyebaran kecanduan *game online* dengan adanya bimbingan dan konseling (θ) adalah model SEIRS. Populasi pada kasus kecanduan *game online* dibagi menjadi empat bagian yaitu subpopulasi *Susceptible* (S), *Exposed* (E), *Infected* (I) dan *Recovered* (R) dengan $N = S + E + I + R$. Dalam membentuk model matematika pada kasus kecanduan *game online*, terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi, antara lain:

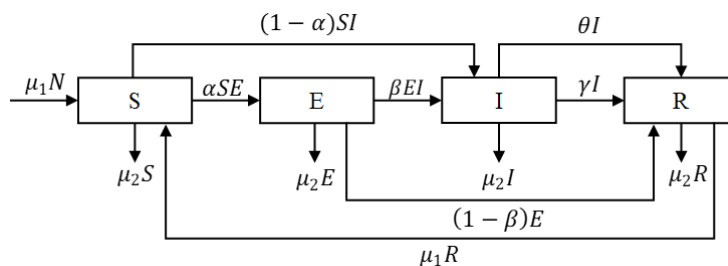
1. Populasi bersifat tertutup, yang dimana artinya tidak ada siswa baru yang masuk dan tidak ada siswa lama yang keluar.
2. Tingkat siswa yang memiliki dan tidak memiliki *game online* di *gadget* nya dianggap sama.
3. Parameter yang digunakan dari subpopulasi rentan yang bermain *game online* kurang dari satu jam/hari ke subpopulasi terpapar yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari (E), dari subpopulasi terpapar yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari ke subpopulasi kecanduan *game online* yang bermain *game online* selama lebih dari tiga jam/hari (I), dari subpopulasi kecanduan *game online* yang bermain *game online* selama lebih dari tiga jam/hari ke subpopulasi yang telah berhenti bermain *game online* dan tidak memiliki *game online* di *gadget* nya (R). Semua parameter tersebut dianggap konstan.
4. Adanya interaksi antara siswa yang memiliki *game online* di *gadget* nya dan bermain kurang dari satu jam/hari dengan siswa yang sudah mengalami kecanduan *game online* atau bermain *game online* selama lebih dari tiga jam/hari akan menyebabkan siswa menjadi kecanduan *game online* (R)
5. Adanya interaksi antara siswa yang memiliki *game online* di *gadget* nya dan bermain kurang dari satu jam/hari dengan siswa yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari akan berkemungkinan menjadi siswa yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari (I).
6. Siswa yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari berinteraksi dengan siswa yang bermain *game online* lebih dari tiga jam/hari menyebabkan siswa menjadi kecanduan *game online*.
7. Siswa yang terindikasi kecanduan *game online* dapat berhenti bermain *game online* dengan sendirinya atau dengan pengawasan dan bimbingan konseling ®.
8. Siswa yang telah sembuh dari kecanduan *game online* dan tidak memiliki *game online* di *gadget* nya dapat kembali menjadi populasi rentan yang memiliki *game online* di *gadget* nya dan bermain kurang dari satu jam/hari, walaupun telah diberi bimbingan dan edukasi secara berkelanjutan.

Tabel 1. Variabel dan Parameter Model Kecanduan *Game Online*

No	Variabel/ Parameter	Definisi	Syarat	Satuan
1	$N(t)$	Banyaknya siswa SMPS Sivaliputta pada waktu ke- t	$N(t) > 0$	Orang

2	$S(t)$	Banyaknya individu rentan pada waktu ke- t yang memiliki <i>game online</i> di <i>gadget</i> nya dan bermain <i>game online</i> kurang dari satu jam/hari	$S(t) > 0$	Orang
3	$E(t)$	Banyaknya individu terpapar pada waktu ke- t yang bermain <i>game online</i> selama satu sampai tiga jam/hari	$E(t) \geq 0$	Orang
4	$I(t)$	Banyaknya individu kecanduan <i>game online</i> pada waktu ke- t yang bermain <i>game online</i> selama lebih dari tiga jam/hari	$I(t) \geq 0$	Orang
5	$R(t)$	Banyaknya individu pada waktu k- t yang telah berhenti bermain <i>game online</i> dan tidak memiliki <i>game online</i> di <i>gadget</i> nya	$R(t) \geq 0$	Orang
6	μ_1	Tingkat siswa yang memiliki <i>game online</i> di <i>gadget</i> nya	$\mu_1 > 0$	Perhari
7	μ_2	Tingkat siswa yang memiliki <i>game online</i> di <i>gadget</i> nya, namun dalam perjalanan <i>gadget</i> nya rusak	$\mu_2 > 0$	Perhari
8	α	Tingkat perpindahan siswa dari subpopulasi rentan (<i>Susceptible</i>) ke subpopulasi terpapar <i>game online</i> (<i>Exposed</i>)	$\alpha \geq 0$	Perhari
9	β	Tingkat perpindahan siswa dari subpopulasi terpapar <i>game online</i> (<i>Exposed</i>) subpopulasi kecanduan <i>game online</i> (<i>Infected</i>)	$\beta \geq 0$	Perhari
10	γ	Tingkat perpindahan siswa dari subpopulasi kecanduan <i>game online</i> (<i>Infected</i>) subpopulasi tidak bermain <i>game online</i> (<i>Recovered</i>)	$\gamma \geq 0$	Perhari
11	θ	Efektivitas bimbingan konseling pada siswa	$\theta \geq 0$	Perhari

Secara sistematis model penyebaran kecanduan *game online* dengan pengawasan orang tua dan bimbingan konseling disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Model SEIRS Kecanduan *Game Online*

Berdasarkan Gambar 2, maka diperoleh model matematika kecanduan *game online* yang dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \frac{dS}{dt} &= \mu_1(N + R) - (\alpha I + \alpha E + \mu_2)S \\
 \frac{dE}{dt} &= \alpha SE - (\mu_2 + \beta I + (1 - \beta))E \\
 \frac{dI}{dt} &= \beta EI + \alpha SI - (\mu_2 + \theta + \gamma)I \\
 \frac{dR}{dt} &= \gamma I + (1 - \beta)E + \theta I - (\mu_2 + \mu_1)R
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Dengan nilai $N(t) = S(t) + E(t) + I(t) + R(t)$ maka $\frac{dN}{dt} = 0$.

Analisis Model SEIRS Kecanduan *Game Online*

Titik Kesetimbangan

Titik kesetimbangan model matematika kecanduan *game online* dengan pengawasan dan bimbingan konseling dapat diperoleh dengan membuat persamaan pada sistem (1) sama dengan nol. Titik kesetimbangan dapat diperoleh dengan menyelesaikan persamaan $\frac{dS}{dt} = \frac{dI}{dt} = \frac{dE}{dt} = \frac{dR}{dt} = 0$, sehingga persamaan (1) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \mu_1(N + R) - (\alpha I + \alpha E + \mu_2)S &= 0 \\
 \alpha SE - (\mu_2 + \beta I + (1 - \beta))E &= 0 \\
 \beta IE + \alpha SI - (\mu_2 + \theta + \gamma)I &= 0 \\
 \gamma I + (1 - \beta)E + \theta I - (\mu_2 + \mu_1)R &= 0
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Titik Kesetimbangan Bebas Kecanduan

Titik kesetimbangan bebas kecanduan terjadi ketika tidak ada siswa yang bermain *game online*, sehingga diasumsikan nilai $E = 0$ dan $I = 0$. Titik solusi bebas kecanduan yaitu $(S, E, I, R) = \left(\frac{\mu_1 N}{\mu_2}, 0, 0, 0\right)$.

Titik Kesetimbangan Kecanduan

Titik kesetimbangan kecanduan terjadi karena adanya interaksi antara siswa dalam subpopulasi (*Exposed*) dengan siswa dalam subpopulasi (*Infected*) sehingga menyebabkan $E \neq 0$ dan $I \neq 0$.

(1) Titik Kesetimbangan Kecanduan $(S_1^*, E_1^*, I_1^*, R_1^*)$

Titik Kesetimbangan kecanduan pertama berupa $(S_1^*, E_1^*, I_1^*, R_1^*)$ dengan:

$$\begin{aligned}
 S_1^* &= \frac{-\beta - \mu_2 - 1}{\alpha} \\
 E_1^* &= -\frac{1}{\alpha \mu_2 (\beta - \mu_1 - \mu_2 - 1)} (\alpha \mu_1^2 + (\alpha + \beta - 1) \mu_1 \mu_2 + (\beta - 1) \mu_2^2 - \mu_2^2 (1 + \mu_2)) \\
 I_1^* &= 0 \\
 R_1^* &= \frac{(\alpha \beta - \alpha) \mu_1 + (\beta^2 - 2\beta + 1) \mu_2 - (\beta + 1) \mu_2^2}{\alpha \mu_2 (\beta - \mu_1 - \mu_2 - 1)}
 \end{aligned}$$

(2) Titik Kesetimbangan Kecanduan $(S_2^*, E_2^*, I_2^*, R_2^*)$.

Titik Kesetimbangan Kecanduan kedua berupa $(S_2^*, E_2^*, I_2^*, R_2^*)$ dengan:

$$S_2^* = \frac{-\mu_2 + \theta + \gamma}{\alpha - 1}$$

$$E_2^* = 0$$

$$I_2^* = \frac{(\alpha - 1)\mu_1^2 + (\alpha + \gamma + \theta - 1)\mu_1\mu_2 + (\gamma + \theta)\mu_2^2 + \mu_1\mu_2^2}{\mu_2((\alpha - 1)(\gamma + \mu_1 + \mu_2 + \theta))}$$

$$R_2^* = \frac{(\alpha\gamma + \alpha\theta - \gamma - \theta)\mu_1 + (\gamma^2 + \theta^2)\mu_2^2 + 2\gamma\mu_2\theta}{(\alpha - 1)(\gamma + \mu_1 + \mu_2 + \theta)\mu_2}$$

(3) Titik Kesetimbangan Kecanduan $(S_3^*, E_3^*, I_3^*, R_3^*)$.

Titik Kesetimbangan Kecanduan berupa $(S_3^*, E_3^*, I_3^*, R_3^*)$ dengan:

$$S_3^* = -(\mu_1(-\beta\mu_1 + \beta\theta + \gamma\mu_2 - \gamma\theta - \mu_2\theta - \theta^2 - \mu_2 - \theta))/(-\alpha\beta\mu_2 + \alpha\gamma\mu_2 + 2\alpha\mu_1\mu_2 + 2\alpha\mu_2^2 + \alpha\mu_2\theta + \beta\mu_1\mu_2 + \beta\mu_2^2 + \alpha\mu_2 - \mu_1\mu_2 + \mu_1\theta - \mu_2^2 - \mu_2))$$

$$E_3^* = (-\alpha\beta\gamma\mu_2 + \alpha\beta\mu_1^2 - \alpha\beta\mu_1\theta - \alpha\beta\mu_2^2 - \alpha\beta\mu_2\theta + \alpha\gamma^2\mu_2 + \alpha\gamma\mu_1\mu_2 + \alpha\gamma\mu_1\theta + 3\alpha\gamma\mu_2^2 + 2\alpha\gamma\mu_2\theta + 2\alpha\mu_1\mu_2^2 + 3\alpha\mu_1\mu_2\theta + \alpha\mu_1\theta^2 + 2\alpha\mu_2^3 + 3\alpha\gamma\mu_2^2 + \alpha\gamma\mu_2\theta^2 + \beta\gamma\mu_1\mu_2 + \beta\gamma\mu_2^2 + \beta\mu_2\mu_2^2 + \beta\mu_1\mu_2\theta + \beta\mu_2^3 + \beta\mu_2^2\theta + \alpha\gamma\mu_2 + \alpha\mu_1\mu_2 + \alpha\mu_1\theta + \alpha\mu_2^2 + \alpha\mu_2\theta + \beta\gamma\mu_2 - \beta\mu_1^2 + \beta\mu_1\theta + \beta\mu_2^2 + \beta\mu_2\theta - \gamma\mu_2^2 - \mu_1\mu_2^2 - \mu_1\mu_2\theta - \mu_2^3 - \mu_2^2\theta - \gamma\mu_2 - \mu_1\mu_2 - \mu_1\theta - \mu_2^2 - \mu_2\theta)/(\beta(-\alpha\beta\mu_2 + \alpha\gamma\mu_2 + 2\alpha\mu_1\mu_2 + 2\alpha\mu_2^2 + \alpha\mu_2\theta + \beta\mu_1\mu_2 + \beta\mu_2^2 + \alpha\mu_2 + \beta\mu_2 - \mu_1\mu_2 + \mu_1\theta - \mu_2))$$

$$I_3^* = (-\alpha\beta^2\mu_2 + \alpha\beta\gamma\mu_2 + \alpha\beta\mu_1^2 + 2\alpha\beta\mu_1\mu_2 - \alpha\beta\mu_1\theta + 3\alpha\beta\mu_2^2 + \alpha\beta\mu_2\theta - \alpha\gamma\mu_1\mu_2 + \alpha\gamma\mu_1\theta - \alpha\gamma\mu_2^2 - 2\alpha\mu_1\mu_2^2 + \alpha\mu_1\mu_2\theta + \alpha\mu_1\theta^2 - 2\alpha\mu_2^3 - \alpha\mu_2^2\theta + \beta^2\mu_1\mu_2 + \beta^2\mu_2^2 - \beta\mu_1\mu_2^2 - \beta\mu_2^3 + 2\alpha\beta\mu_2 - \alpha\gamma\mu_2 - \alpha\mu_1\mu_2 + \alpha\mu_1\theta - 3\alpha\mu_2^2 - \alpha\mu_2\theta + \beta^2\mu_2 - 2\beta\mu_1\mu_2 + \beta\mu_1\theta - 3\beta\mu_2^2 + \mu_1\mu_2^2 - \mu_1\mu_2\theta + \mu_2^3 - \alpha\mu_2 - 2\beta\mu_2 + \mu_1\mu_2 - \mu_1\theta + 2\mu_2^2 + \mu_2)/(\beta(-\alpha\beta\mu_2 + \alpha\gamma\mu_2 + 2\alpha\mu_1\mu_2 + 2\alpha\mu_2^2 + \alpha\mu_2\theta + \beta\mu_1\mu_2 + \beta\mu_2^2 + \alpha\mu_2 + \beta\mu_2 - \mu_1\mu_2 + \mu_1\theta - \mu_2^2 - \mu_2))$$

$$R_3^* = -(\alpha\beta^2\mu_1 - \alpha\beta^2\mu_2 - \alpha\beta^2\theta - \alpha\beta\gamma\mu_1 + 2\alpha\beta\gamma\theta - \alpha\beta\mu_1\theta + 4\alpha\beta\mu_2\theta + 2\alpha\beta\theta^2 + \alpha\gamma^2\mu_2 - \alpha\gamma^2\theta + 2\alpha\gamma\mu_2^2 - 2\alpha\gamma\mu_2\theta - 2\alpha\gamma\theta^2 - 2\alpha\mu_2^2\theta - 3\alpha\mu_2\theta^2 - \alpha\theta^3 + \beta^2\mu_2^2 + \beta^2\mu_2\theta + \beta\gamma\mu_2^2 - \beta\gamma\mu_2\theta - \beta\mu_2^2\theta - \beta\mu_2\theta^2 - \alpha\beta\mu_1 + 2\alpha\beta\mu_2 + 2\alpha\beta\theta - 2\alpha\gamma\theta - 2\alpha\mu_2^2 - 4\alpha\mu_2\theta - 2\alpha\theta^2 - \beta^2\mu_1 + \beta^2\mu_2 + \beta^2\theta + \beta\gamma\mu_2 - \beta\gamma\theta + \beta\mu_1\theta - 2\beta\mu_2 - 2\beta\theta - \gamma\mu_2 + \gamma\theta + \mu_2^2 + 2\mu_2\theta + \theta^2 + \mu_2 + \theta)/(\beta(-\alpha\beta\mu_2 + \alpha\gamma\mu_2 + 2\alpha\mu_1\mu_2 + 2\alpha\mu_2^2 + \alpha\mu_2\theta + \beta\mu_1\mu_2 + \beta\mu_2^2 + \alpha\mu_2 + \beta\mu_2 - \mu_1\mu_2 + \mu_1\theta - \mu_2^2 - \mu_2))$$

Bilangan Reproduksi Dasar

Bilangan reproduksi dasar (R_0) adalah nilai harapan atas banyaknya kasus sekunder yang timbul akibat dari satu kasus primer dalam populasi rentan. Bilangan R_0 merupakan kondisi ambang batas untuk menentukan apakah suatu populasi akan terjadi endemic atau bebas penyakit. Dalam hal ini, besarnya bilangan R_0 akan menentukan apakah siswa bebas kecanduan game online atau kecanduan game online. Bilangan R_0 dapat ditentukan menggunakan metode Next Generation Matrix dari sistem Persamaan (1). Pada model matematika tersebut, subpopulasi kecanduan game online disimbolkan dengan Infected (I) sehingga persamaan yang akan digunakan adalah:

$$\frac{dE}{dt} = \alpha SE - (\mu_2 + \beta I + (1 - \beta))E$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta EI + \alpha SI - (\mu_2 + \theta + \gamma)I$$

Misalkan $\psi = \begin{pmatrix} \alpha SE \\ \beta EI + \alpha SI \end{pmatrix}$ dan $\rho = \begin{pmatrix} -(\mu_2 + \beta I + (1 - \beta))E \\ -(\mu_2 + \theta + \gamma)I \end{pmatrix}$ sehingga diperoleh linearisasi dari ψ dan ρ yaitu:

$$F = \begin{pmatrix} \frac{\partial \psi}{\partial E} & \frac{\partial \psi}{\partial I} \\ \frac{\partial \rho}{\partial E} & \frac{\partial \rho}{\partial I} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha S & 0 \\ \beta I & \alpha S \end{pmatrix} \tag{3}$$

$$V = - \begin{pmatrix} \frac{\partial \rho}{\partial E} & \frac{\partial \rho}{\partial I} \\ \frac{\partial \rho}{\partial E} & \frac{\partial \rho}{\partial I} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 - \beta & \beta \\ 0 & (\mu_2 + \theta + \gamma) \end{pmatrix}$$

Substitusikan titik solusi bebas kecanduan ke Persamaan (3) sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$F\left(\frac{\mu_1 N}{\mu_2}, 0, 0, 0\right) = \begin{pmatrix} \frac{\alpha \mu_1 N}{\mu_2} & 0 \\ 0 & \frac{\alpha \mu_1 N}{\mu_2} \end{pmatrix} \tag{4}$$

$$V\left(\frac{\mu_1 N}{\mu_2}, 0, 0, 0\right) = \begin{pmatrix} 1 - \beta & \beta \\ 0 & \mu_2 + \theta + \gamma \end{pmatrix}$$

Selanjutnya, mencari nilai invers dari matrik V pada Persamaan (3) sehingga diperoleh:

$$V^{-1} = \begin{pmatrix} -\frac{1}{-1 + \beta} & -\frac{\beta}{(-1 + \beta)(-\mu_2 + \theta + \gamma)} \\ 0 & \frac{1}{-\mu_2 + \theta + \gamma} \end{pmatrix}$$

Nilai *Next Generation Matrix* dapat diperoleh dari hasil perkalian F dan V^{-1} yang dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R_0 &= F \times V^{-1} \\ &= \begin{pmatrix} -\frac{\alpha \mu_1 N}{\mu_2(-1 + \beta)} & -\frac{\alpha \mu_1 \beta N}{\mu_2(-1 + \beta)(-\mu_2 + \theta + \gamma)} \\ 0 & \frac{\alpha \mu_1 N}{\mu_2(-\mu_2 + \theta + \gamma)} \end{pmatrix} \end{aligned} \tag{5}$$

Linearisasi Persamaan (5) diperoleh nilai eigen, yaitu:

$$\lambda_1(1) = -\frac{\alpha \mu_1}{\mu_2(-1 + \beta)}$$

$$\lambda_1(2) = \frac{\alpha \mu_1}{\mu_2(-\mu_2 + \theta + \gamma)}$$

Bilangan reproduksi dasar merupakan radius spectral atau nilai eigen dominan dari matrik next generation. Untuk mendapatkan nilai R_0 dilakukan perkalian antara $|\lambda_1(1)|$ dan $|\lambda_1(2)|$ yang diperoleh:

$$\begin{aligned} R_0 &= |\lambda_{1(1)}| |\lambda_{1(2)}| \\ &= \left| \frac{\alpha \mu_1}{\mu_2(-1 + \beta)} \right| \times \left| \frac{\alpha \mu_1}{\mu_2(-\mu_2 + \theta + \gamma)} \right| \\ &= \frac{\alpha^2 \mu_1^2}{\mu_2^2(-1 + \beta)(-\mu_2 + \theta + \gamma)} \end{aligned}$$

Nilai R_0 dapat dikatakan sebagai bebas kecanduan, jika nilai $|\mu_2^2(-1 + \beta)| < 0$ atau $(-\mu_2 + \theta + \gamma) < 0$.

Simulasi Model SEIRS Kecanduan *Game Online*

Simulasi dilakukan dengan nilai variabel dan parameter sebagai berikut:

Tabel 2. Variabel Model Kecanduan *Game Online*

Variabel	Definisi	Nilai	Satuan
$N(t)$	Banyaknya siswa SMPS Sivaliputta pada waktu ke- t	211	Orang
$S(t)$	Banyaknya individu rentan pada waktu ke- t yang memiliki <i>game online</i> di <i>gadget</i> nya dan bermain <i>game online</i> kurang dari satu jam/hari	80	Orang
$E(t)$	Banyaknya individu terpapar pada waktu ke- t yang bermain <i>game online</i> selama satu sampai tiga jam/hari	54	Orang
$I(t)$	Banyaknya individu kecanduan <i>game online</i> pada waktu ke- t yang bermain <i>game online</i> selama lebih dari tiga jam/hari	60	Orang
$R(t)$	Banyaknya individu pada waktu ke- t yang telah berhenti bermain <i>game online</i> dan tidak memiliki <i>game online</i> di <i>gadget</i> nya	17	Orang
μ_1	Tingkat siswa yang memiliki <i>game online</i> di <i>gadget</i> nya	0.409	Perhari
μ_2	Tingkat siswa yang memiliki <i>game online</i> di <i>gadget</i> nya, namun dalam perjalanan <i>gadget</i> nya rusak	0.097	Perhari
α	Tingkat perpindahan siswa dari subpopulasi rentan (<i>Susceptible</i>) ke subpopulasi terpapar <i>game online</i> (<i>Exposed</i>)	0.438	Perhari
β	Tingkat perpindahan siswa dari subpopulasi terpapar <i>game online</i> (<i>Exposed</i>) subpopulasi kecanduan <i>game online</i> (<i>Infected</i>)	0.102	Perhari

γ	Tingkat perpindahan siswa dari subpopulasi kecanduan <i>game online (Infected)</i> subpopulasi tidak bermain <i>game online (Recovered)</i>	0.051	Perhari
θ	Efektivitas bimbingan konseling pada siswa	1	Perhari

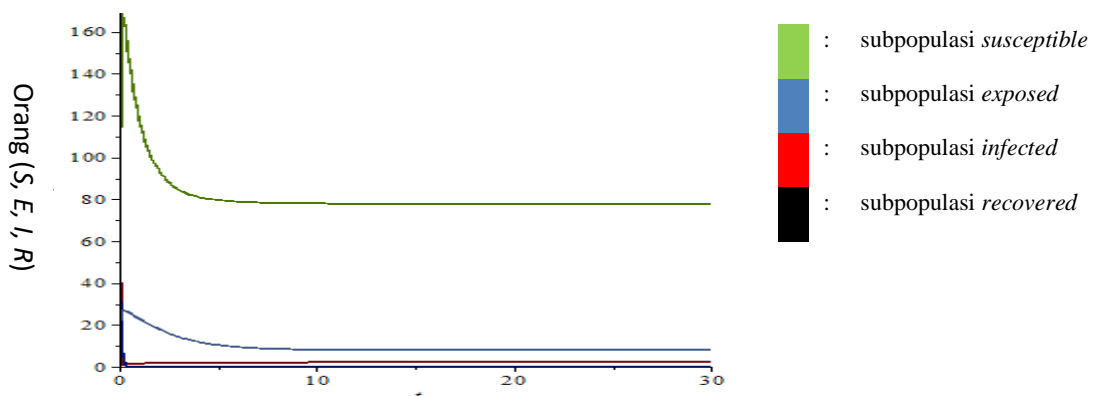
Sistem Persamaan (2) dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 dS &= 86.299 + 0.409R - (0.562I + 0.438E + 0.097)S \\
 dE &= 0.438SE - (0.102I + 0.995)E \\
 dI &= 0.102EI + 0.562SI - 1.148I \\
 dR &= 0.051I + 1.898 E - 0.506 R
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Kemudian, persamaan (7) diturunkan terhadap t sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{dt}E(t) &= 0,438 S(t) E(t)-0,102 I(t)+0,995 E(t) \\
 \frac{d}{dt}I(t) &= 0,10 E(t)I(t)+0,562 S(t)I(t)-1,148 I(t) \\
 \frac{d}{dt}R(t) &= 0,051 I(t)+1,898 E(t)-0,506 R(t) \\
 \frac{d}{dt}S(t) &= 86,299 + 0,409 R(t) - (0,562 I(t) + 0,438E(t) + 0,097)S(t)
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Simulasi dilakukan pada Persamaan (8) dan diperoleh titik solusi kecanduan game online $(S, E, I, R) = (13.19, 61.42, 46.98, 225.69)$ dengan nilai awal $S(0) = 80, E(0) = 54, I(0) = 60, R(0) = 17$ dan jumlah populasi keseluruhan sebanyak 211 siswa serta nilai NGM sebesar 3.98. Nilai awal diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner kepada siswa SMPS Sivaliputta. Hasil simulasi untuk titik solusi kecanduan game online disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Simulasi Titik Kesetimbangan Kecanduan *Game Online*

Pada Gambar 3 simulasi model matematis kecanduan *game online* dilakukan dengan rentang waktu selama 30 hari. Hasil simulasi menunjukkan bahwa subpopulasi mengalami peningkatan dan penurunan. Pada subpopulasi rentan kecanduan (*Susceptible*) mengalami penurunan yang disebabkan adanya tingkat siswa yang memiliki *game online* di *gadgetnya (Susceptible)*, namun *gadgetnya rusak*, adanya

interaksi dengan siswa yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari dan lebih dari tiga jam/hari. Siswa yang rentan kecanduan akan mengalami kestabilan dengan stabil asimtotik pada jangka waktu tertentu dengan populasi sebanyak 13 orang. Pada subpopulasi siswa yang bermain *game* selama satu sampai tiga jam/hari mengalami peningkatan karena adanya tingkat perpindahan siswa memiliki *game online* di *gadgetnya* ke subpopulasi siswa yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari (*Exposed*). Siswa yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari akan mengalami kestabilan dengan stabil asimtotik pada jangka waktu tertentu dengan populasi sebanyak 61 orang.

Pada subpopulasi siswa yang bermain *game online* selama lebih dari tiga jam/hari mengalami pengurangan karena adanya tingkat siswa yang bermain *game online* selama lebih dari tiga jam/hari, namun *gadgetnya* rusak dan perpindahan siswa yang bermain *game online* selama lebih dari tiga jam/hari ke subpopulasi siswa yang tidak bermain *game online* karena faktor alamiah dan efektivitas pengawasan orang tua serta bimbingan konseling. Siswa yang bermain *game online* selama lebih dari tiga jam/hari akan mengalami kestabilan dengan stabil asimtotik pada jangka waktu tertentu dengan populasi sebanyak 46 orang. Siswa yang telah sembuh atau tidak bermain *game online* akan mengalami peningkatan karena adanya tingkat perpindahan siswa yang bermain *game online* selama satu sampai tiga jam/hari dan lebih dari tiga jam/hari. Siswa yang tidak bermain *game online* akan mengalami kestabilan dengan stabil asimtotik dalam jangka waktu tertentu dengan populasi sebanyak 211 orang.

Gambar 3 menunjukkan bahwa jumlah penurunan jumlah siswa yang berpotensi kecanduan *game online* mengalami penurunan pada 30 hari pertama dan berada dalam keadaan stabil pada hari kelima sebanyak 46 siswa. Jumlah siswa yang mencoba bermain *game online* mengalami penurunan pada 30 hari pertama dan berada dalam keadaan stabil sejak hari pertama sebanyak 61 orang. Jumlah siswa yang telah sembuh bermain *game online* mengalami penurunan pada 30 hari pertama dan berada dalam keadaan stabil sejak hari pertama sebanyak 211 orang.

Penelitian tentang kasus kecanduan *game online* pernah dilakukan oleh Karimah (2022) menyatakan bahwa kasus kecanduan *game online* dapat teratasi di masa yang akan datang. Sedangkan, Lusiana (2023) menyatakan bahwa semakin rendah tingkat depresi siswa maka akan semakin rendah tingkat kecanduan *game online* pada siswa, sebaliknya semakin tinggi tingkat depresi siswa maka akan semakin tinggi tingkat kecanduan *game online* pada siswa. Selain itu Syahrani (2015) menyatakan bahwa ketergantungan siswa terhadap *game online* merupakan kasus yang harus diperhatikan, hal tersebut dapat memberikan pengaruh negatif bagi proses pembelajaran dan psikologi siswa.

Hasil penelitian menunjukkan penurunan angka kecanduan *game online* pada siswa SMPS Sivaliputta terus mengalami penurunan hingga 30 hari pertama. Hal tersebut menunjukkan bahwa potensi kecanduan pada siswa tidak pada kondisi yang memprihatinkan dan diperkirakan akan terus mengalami penurunan jika diberikan pemahaman dan konseling yang tepat dan berkesinambungan. Oleh karena itu, kecanduan *game online* yang dialami oleh siswa SMPS Sivaliputta tidak menyebabkan kecanduan *game online* pada siswa lainnya.

SIMPULAN

Analisis model matematis kecanduan game online menggunakan model SEIRS pada Siswa SMPS Sivaliputta diperoleh model matematis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= \mu_1(N + R) - ((1 - \alpha)I + \alpha E + \mu_2)S \\ \frac{dE}{dt} &= \alpha SE - (\mu_2 + \beta I + (1 - \beta))E \\ \frac{dI}{dt} &= \beta EI + (1 - \alpha)SI - (\mu_2 + \theta + \gamma)I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I + (1 - \beta)E + \theta I - (\mu_2 + \mu_1)R\end{aligned}$$

Dengan nilai $N(t) = S(t) + E(t) + I(t) + R(t)$ maka $\frac{dN}{dt} = 0$.

Model SEIRS menghasilkan tiga titik kesetimbangan, yaitu satu titik kesetimbangan bebas kecanduan dan dua titik kesetimbangan kecanduan dengan nilai NGM sebesar $R_0 = \frac{\alpha^2 \mu_1^2}{\mu_2^2(-1+\beta)(-\mu_2+\theta+\gamma)}$. Titik solusi akan mencapai kriteria stabil asimtotik pada jangka waktu tertentu dengan populasi rentan kecanduan sebanyak 13 orang, populasi yang bermain game online selama satu sampai tiga jam/hari sebanyak 61 orang, populasi yang bermain game online lebih dari tiga jam/hari sebanyak 46 orang dan populasi yang sembuh atau tidak bermain game online sebanyak 211 orang

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Novrialdy, "Kecanduan Game Online Pada Remaja: Dampak dan Pencegahannya," *Buletin Psikologi*, vol. 27, no. 2, pp. 148-158, 2019.
- [2] Putri, D.P., Yuliansyah, M., & handayani, E.S, "Adiksi Game Online Dan Smartphone Terhadap Prokrastinasi Akademik Di SMKN Martapura," *Media Bina Ilmiah*, vol. 17, no. 6, 2023.
- [3] Rahmawati, D., Mulyana, D., & Amar, B.R, *Kecanduan Game Online*, Jakarta: Pabrik Boekoe, 2021.
- [4] Statista.com, "Indonesia Age Breakdown of Online Gamers," 2020. [Online]. Available: [https://www.statista.com/statistics/1117565/indonesia-age-breakdown-of-online-gamers/..](https://www.statista.com/statistics/1117565/indonesia-age-breakdown-of-online-gamers/) [Accessed Februari 2023].
- [5] We Are Social, "Hootsuite.com. Digital 2020: Indonesia," 2020. [Online]. Available: <https://datareportal.com/reports/digital-2020-indonesia>. . [Accessed Februari 2023].
- [6] A. D. Riyanto, "Hootsuite (We are Social): Indonesian Digital Report 2020," 17 Juni 2020. [Online]. Available: <https://andi.link/hootsuite-we-are-social-indonesian-digital-report-2020/>. [Accessed Februari 2023].
- [7] Karimah, P., & Subhan, M, "Analisis Kestabilan dan Kontrol Optimal Model Matematika Kecanduan Game Online," *Jurnal Of mathematic*, vol. 7, no. 3, 2022.

- [8] V. Lusiana, "Pengaruh Kecanduan Game Online Terhadap Kesehatan Mental Siswa SMAI NFBS Lembang," *Healthy: Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [9] R. Syahrani, "Ketergantungan Game Online dan Penanganannya," *JPPK: Jurnal Psikologi Pendidikan dan Konseling*, vol. 1, no. 1, 2015.