

**TESIS**

**ANALISIS KESTABILAN DAN SOLUSI APROKSIMASI PADA  
MODEL MATEMATIKA KECANDUAN MEDIA SOSIAL  
MENGUNAKAN METODE PERTURBASI HOMOTOPI**

ANALYSIS STABILITY AND APPROXIMATION SOLUTIONS ON A  
MATHEMATICAL MODEL OF SOCIAL MEDIA ADDICTION USING  
HOMOTOPIC PERTURBATION METHODS

**MUSDALIFA PAGGA**



**PROGRAM STUDI MAGISTER MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**TESIS**

***Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Magister Sains  
Pada Program Studi Magister Matematika Departemen Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin***

**MUSDALIFA PAGGA**

**H022202005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KESTABILAN DAN SOLUSI APROKSIMASI PADA MODEL  
MATEMATIKA KECANDUAN MEDIA SOSIAL MENGGUNAKAN METODE  
PERTURBASI HOMOTOPI**

Disusun dan diajukan oleh

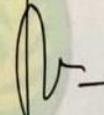
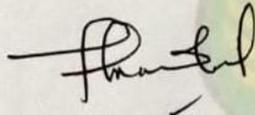
**MUSDALIFA PAGGA  
H022202005**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Program Studi Magister Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 26 Agustus 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

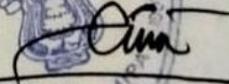
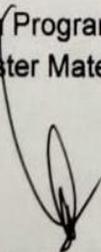


**Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Sc.**  
NIP. 19680114 199412 1 001

**Dr. Kasbawati, S.Si., M.Si**  
NIP. 19800904 200312 2 001

Ketua Program Studi  
Magister Matematika,

Dekan Fakultas MIPA  
Universitas Hasanuddin,



**Dr. Muhammad Zakir, M.Si.**  
NIP. 19640207 199103 1 013

**Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.**  
NIP. 19720515 199702 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Musdalifa Pagga

Nim : H022202005

Program Studi : Matematika

Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul :

**Analisis Kestabilan dan Solusi Aproksimasi pada Model Matematika  
Kecanduan Media Sosial Menggunakan Metode Perturbasi Homotopi**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain. Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 22 September 2022



Musdalifa Pagga

## KATA PENGANTAR

### ***Assalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.***

*Alhamdulillah Rabbil'Alamin*, puji syukur hanya kepada Allah SWT pencipta alam semesta atas limpahan nikmat yang tiada terputus kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tesis ini sebagai salah satu syarat untuk menggapai gelar Magister pada Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Penulis sebagai seorang hamba yang dhoif sangat menyadari bahwa sejak penyusunan tesis ini tidak sedikit hambatan dan tantangan yang penulis hadapi. Melalui pertolongan Allah SWT yang datang lewat tangan-tangan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga semua dapat terselesaikan.

Penulis dengan penuh rasa rendah hati menghaturkan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada Orang tua H. Pagga & Hj. Suarni yang telah menjadi inspirasi, mendidik dan membesarkan penulis, terima kasih juga atas segala doa, kasih sayang, dan cintanya. Kepada adik saya Nurul Fitriana Pagga, S.Farm. terima kasih atas segala bentuk bantuan serta dukungan berupa materi. Serta untuk keluarga besar penulis, terimakasih atas doa dan dukungannya selama ini.

Iringan doa dan ucapan terimakasih yang sebesar- besar dan setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Syamsuddin Toaha, M.Sc. selaku pembimbing pertama yang meluangkan waktu dan pikiran untuk senantiasa memberi bimbingan, saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Dr. Kasbawati, S.Si., M.Si, selaku pembimbing kedua yang banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk senantiasa memberi bimbingan, saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
3. Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si, Dr. Muhammad Zakir, M.Si, dan Dr. Firman, S.Si., M Si, selaku penguji yang telah banyak memberikan masukan dalam penyempurnaan tesis ini.

4. Rektor Universitas Hasanuddin dan Direktur Program Pascasarjana beserta staf yang telah memberikan layanan administrasi baik selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.
5. Dekan FMIPA Universitas Hasanuddin Dr. Eng. Amiruddin, M.Si, seluruh dosen, dan staf administrasi pada Program Studi S2 Matematika Universitas Hasanuddin yang telah memberikan layanan akademik maupun layanan administrasi selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.
6. Teman – teman dan kakak - kakak pascasarjana matematika, Nurul Aulia Bohari, S.Si, Aidah Nabila Anwar, S.Si, Sri Nurwahyuni, S.Mat, Joharni, S.Mat, Setiawan Ahmad, S.Si, Sri Muslihah Bakhtiar, S.Mat, Muthmainna Syamsul, S.Mat, Dwi Meldya, S.Pd, Irfan Said, S.Si, Muh. Nursyam Siduppa, S.Pd, Muhammad Rifki Nisardi, S.Si dan Putri Amalia, S.Si. atas bantuan dan semangatnya kepada penulis.

Serta orang-orang yang telah berjasa kepada penulis yang tidak dapat dituliskan oleh penulis. Penulis berharap semoga segala bentuk bantuan yang diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT sebagai amal jariyah dan pahala yang berlipat ganda di sisi-Nya.

***Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Makassar, 22 September 2022

Musdalifa Pagga

## Abstrak

**Musdalifa Pagga.** Analisis kestabilan dan Solusi Aproksimasi pada Model Matematika Kecanduan Media Sosial Menggunakan Metode Perturbasi Homotopi (dibimbing oleh Syamsuddin Toaha dan Kasbawati).

Kecanduan adalah perilaku adiktif yang mudah menjadi kebiasaan. Kecanduan internet sebagai media sosial dapat menyebabkan gangguan jiwa seiring dengan bertambahnya jumlah penggunaannya dan dampak yang terjadi juga sangat berbahaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati fenomena tersebut melalui pendekatan pemodelan matematika. Beberapa parameter yang mempengaruhi bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ), dianalisa dan diuji sensitivitasnya terhadap indikator tingginya tingkat kecanduan media social. Dari hasil analisis sensitivitas ditemukan bahwa parameter  $\beta$  memiliki hubungan positif dengan  $R_0$ , yang artinya ketika parameter  $\beta$  dinaikan maka  $R_0$  juga meningkat. Sedangkan parameter  $\omega$  memiliki hubungan negatif dengan  $R_0$  yang artinya ketika nilai parameter  $\omega$  dinaikan maka nilai  $R_0$  akan menurun. Solusi numerik model matematika kecanduan media sosial diperoleh menggunakan metode perturbasi homotopi. Hasil yang diperoleh bahwa ketika orde solusi ditingkatkan maka tingkat solusi yang diperoleh cukup tinggi.

**Kata Kunci:** Model Kecanduan Sosial, Uji Sensitivitas, Bilangan Reproduksi Dasar ( $R_0$ ), Analisis Kestabilan, Metode Perturbasi Homotopi.

## Abstract

**Musdalifa Pagga.** Analysis Stability and Approximation Solutions on a Mathematical Model of Social Media Addiction Using Homotopic Perturbation Methods (mentored by Syamsuddin Toaha and Kasbawati).

Addiction is an addictive behavior that easily becomes a habit. Internet addiction as social media can causes mental disorders with the increasing number of users and the impact that occurs is also very dangerous. The purpose of this study is to observe the phenomenon through a mathematical modeling approach. Several parameters that affect the basic reproduction number ( $R_0$ ), were analyzed and tested for sensitivity to the level of social media addiction indicators. From the results of the sensitivity analysis, it was found that the parameter  $\beta$  has a positive relationship with  $R_0$ , which means that when the parameter  $\beta$  is increased,  $R_0$  also increases. While the parameter  $\omega$  has a negative relationship with  $R_0$  means that when the parameter  $\omega$  value is increased, the value of  $R_0$  will decrease. The numerical solution of the social media addiction model was built using the homotopy perturbation method. The results are that when the order of the solution increases, the accuracy of the solution obtained is high.

*Keywords: Social Addiction Model, Basic Reproductive Number Sensitivity Test ( $R_0$ ), Stability Analysis, Homotopy Perturbation Method.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
1.5. Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Pemodelan Matematika .....	6
2.2. Sistem Persamaan Diferensial .....	7
2.3. Sistem Persamaan Diferensial Biasa Nonlinear.....	8
2.4. Titik Keseimbangan.....	8
2.5. Linearisasi dan Kestabilan Titik Keseimbangan.....	8

2.6. Bilangan Reproduksi Dasar .....	10
2.7. Metode Numerik.....	10
2.8. Metode Perturbasi Homotopi .....	12
2.9. Media Sosial.....	16
2.10. Kecanduan Media Sosial.....	17
2.11. Kontrol Diri.....	18
2.12. Studi Review .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1. Identifikasi Masalah.....	21
3.2. Studi Literatur .....	21
3.3. Formasi Model Dinamika Tingkat Kecanduan .....	21
3.4. Analisis Kestabilan .....	22
3.5. Simulasi Model.....	22
3.6. Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	22
<b>BAB IV PENGEMBANGAN MODEL MATEMATIKA TERHADAP KECANDUAN MEDIA SOSIAL .....</b>	<b>23</b>
4.1. Pengembangan Model Matematika Kecanduan Media Sosial.....	23
4.2. Titik Keseimbangan dan Analisis Kestabilan Model .....	27
4.2.1. Titik Keseimbangan dan Analisis Kestabilan Model Bebas Kecanduan Media sosial .....	27
4.2.2. Titik Keseimbangan dan Analisis Kestabilan Model kecanduan .....	31
4.3. Penentuan Bilangan Reproduksi Dasar .....	35
4.4. Analisis Sensitivitas Parameter terhadap $R_0$ .....	37
4.5. Metode Perturbasi Homotopi Kecanduan Media Sosial.....	38
4.6. Solusi Numerik.....	44

4.6.1. Penentuan Nilai Variabel dan Nilai Parameter .....	44
4.6.2. Analisis Sensitivitas Parameter terhadap $R_0$ .....	45
4.6.3. Analisis Sensitivitas Nilai Laju Parameter $\beta$ terhadap $R_0$ .....	47
4.6.4. Analisis Sensitivitas Nilai Laju Parameter $\omega$ terhadap $R_0$ .....	52
4.6.5. Solusi Numerik Model Kecanduan Media Sosial menggunakan Metode Perturbasi Homotopi .....	58
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>67</b>
5.1. Kesimpulan.....	67
5.2. Saran.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>		<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1</b>	Jenis Kestabilan dari Sistem Linear $J(x^*)$ Berdasarkan Nilai Eigen	10
<b>Tabel 4.1</b>	Variabel dan Parameter pada Model Kecanduan Media Sosial	26
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil uji sensitivitas parameter model terhadap bilangan reproduksi dasar( $R_0$ )	37
<b>Tabel 4.3</b>	Penentuan Nilai Variabel dan Nilai Parameter	44
<b>Tabel 4.4</b>	Ekspresi Sensitivitas Parameter terhadap $R_0$	46

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>		<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b>	Proses pemodelan	6
<b>Gambar 4.1</b>	Model Matematika Kecanduan Media Sosial	24
<b>Gambar 4.2</b>	Simulasi Grafik Analisis sensitivitas parameter $\beta$ terhadap $R_0$	47
<b>Gambar 4.3</b>	Simulasi Grafik dengan Nilai Parameter $\beta$ sebesar 0.02 Menggunakan Metode RK 4	48
<b>Gambar 4.4</b>	Simulasi Grafik dengan Nilai Parameter $\beta$ sebesar 0.4 Menggunakan Metode RK 4	49
<b>Gambar 4.5</b>	Simulasi Grafik dengan Nilai Parameter $\beta$ sebesar 0.7 Menggunakan Metode RK 4	50
<b>Gambar 4.6</b>	Simulasi Grafik dengan Nilai Parameter $\beta$ sebesar 0.9 Menggunakan Metode RK 4	51
<b>Gambar 4.7</b>	Simulasi Grafik Analisis sensitivitas parameter $\omega$ terhadap $R_0$	52
<b>Gambar 4.8</b>	Simulasi Grafik dengan Nilai Parameter $\omega$ sebesar 0.09 Menggunakan Metode RK 4	53
<b>Gambar 4.9</b>	Simulasi Grafik dengan Nilai Parameter $\omega$ sebesar 0.3 Menggunakan Metode RK 4	54
<b>Gambar 4.10</b>	Simulasi Grafik dengan Nilai Parameter $\omega$ sebesar 0.7 Menggunakan Metode RK 4	55
<b>Gambar 4.11</b>	Simulasi Grafik dengan Nilai Parameter $\omega$ sebesar 0.9 Menggunakan Metode RK 4	56
<b>Gambar 4.12</b>	Grafik Dinamika Populasi Susceptible Model Matematika Kecanduan Media Sosial	60
<b>Gambar 4.13</b>	Grafik Dinamika Populasi User Pasif Model Matematika Kecanduan Media Sosial	61
<b>Gambar 4.14</b>	Grafik Dinamika Populasi User Aktif Model Matematika Kecanduan Media Sosial	62
<b>Gambar 4.15</b>	Grafik Dinamika Populasi Treatment Model Matematika Kecanduan Media Sosial	63
<b>Gambar 4.16</b>	Grafik Dinamika Populasi Recovered Model Matematika Kecanduan Media Sosial	64

## DAFTAR SIMBOL

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>
$\pi$	Laju individu yang memiliki media sosial
$\beta$	Laju individu yang menggunakan media sosial karena pengaruh sekitar
$\delta$	Laju individu yang mengakses media sosial total 6 jam atau lebih dalam sehari
$\sigma$	Laju individu yang mengurangi waktu bermain
$\omega$	Laju individu yang melakukan treatment
$\alpha$	Laju individu yang mampu mengontrol diri dari media sosial
$\mu$	Laju individu yang berhenti menggunakan media sosial

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>		<b>Halaman</b>
<b>Lampiran 1</b>	Titik kesetimbangan bebas kecanduan dan titik kesetimbangan kecanduan model matematika kecanduan media sosial.	70
<b>Lampiran 2</b>	Penentuan bilangan reproduksi dasar.	70
<b>Lampiran 3</b>	Analisis sensitivitas bilangan reproduksi dasar.	72
<b>Lampiran 4</b>	Sintax simulasi plot untuk setiap kelompok individu dengan pemberian nilai parameter $\beta$ dan $\omega$ yang berbeda-beda.	73
<b>Lampiran 5</b>	Sintax simulasi plot menggunakan metode perturbasi homotopi.	74

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar belakang**

Ilmu pengetahuan dan teknologi telah berkembang dengan sangat pesat pada abad ke-21, ilmu pengetahuan terutama dalam bidang matematika telah banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan ilmu pengetahuan di bidang matematika memberikan peranan penting dalam membantu menganalisa kejadian-kejadian yang ada di sekitar dalam bentuk model matematika misalnya bisnis, ekonomi maupun di bidang kesehatan.

Menurut (Widowati & Sutimin, 2007) model matematika merupakan representasi matematika yang dihasilkan dari pemodelan matematika. Pemodelan matematika merupakan sesuatu proses merepresentasikan dan menjelaskan pada dunia nyata ke dalam pernyataan matematis. Pemodelan matematika berusaha untuk merepresentasi dan menjelaskan problem pada dunia nyata dalam bentuk matematik, sehingga diperoleh pemahaman dari problem dunia nyata ini lebih tepat.

Model matematika seperti model SIR, SEIR tidak hanya dapat digunakan dalam bidang kesehatan saja atau untuk mengetahui penyebaran suatu kecanduan. Tetapi model matematika juga dapat di terapkan pada permasalahan soail seperti kecanduan media sosial. Media sosial adalah sebuah media untuk bersosialisasi dan dilakukan secara online yang memungkinkan manusai untuk saling berinteraksi tanpa dibatasi ruang dan waktu. Para pengguna media sosial bisa dengan mudah berpartisipasi, bersosialisasi untuk melakukan obrolan atau diskusi yang difasilitasi oleh media sosial. Sosial media meghapus batasan-batasan manusia untuk bersosialisasi, batasan ruang maupun waktu, dengan media sosial ini manusia dimungkinkan untuk berkomunikasi satu sama lain dimanapun mereka berada dan kapanpun, tidak peduli seberapa jauh jarak mereka, dan tidak peduli siang atau pun malam (Nimda, 2012).

Menurut data BPS dari hasil pendataan Survei Susenas 2020, terdapat 53,73 persen populasi Indonesia yang telah mengakses internet di tahun 2020. Tingginya penggunaan internet ini mencerminkan iklim keterbukaan informasi dan penerimaan

masyarakat terhadap perkembangan teknologi dan perubahan menuju masyarakat informasi.

Data yang dirilis oleh Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pada laporan survei internet AP 2019 – 2020 (Q2) terdapat 197,271 juta jiwa pengguna internet di Indonesia dari total 266,91 juta penduduk. Artinya sudah lebih dari 50% populasi Indonesia yang menggunakan internet pada tahun 2019-2020. Rata-rata penduduk Indonesia menghabiskan 8 jam atau lebih dalam menggunakan internet. Dan alasan terbanyak untuk menggunakan internet ialah mengakses media sosial serta konten internet yang paling sering di kunjungi ialah menonton video online (APJII, 2020).

Kecanduan merupakan perilaku ketergantungan dengan suatu fasilitas yang menjadi kebiasaan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada siswa di Amerika dengan usia 13 sampai 17 tahun, 90% diantaranya adalah pengguna media sosial, dan 35% diantaranya menggunakan media sosial secara berulang-ulang setiap harinya yang memungkinkan remaja mengalami kecanduan media sosial (Kiracaburun, 2016). Sesuai dengan data APJII 2019-2020 penetrasi pengguna internet berdasarkan tingkat pendidikan diperoleh polling terbanyak bahwa remaja merupakan pengguna internet (APJII, 2020).

Remaja merupakan fase pencarian identitas diri yang membutuhkan peran dari keluarga, serta lingkungan seperti teman sebaya, di masa ini remaja juga berada dalam kondisi kebingungan karena ketidakmampuan menentukan aktifitas yang bermanfaat untuk dirinya, serta keingintahuan terhadap hal yang belum diketahuinya (Aprilia, dkk, 2020) hal inilah yang membuat remaja rentan mengalami masalah kecanduan. Salah satu penyebab kecanduan media sosial dengan intensitas yang tinggi adalah rasa khawatir akan ketinggalan informasi sehingga terarah pada munculnya perilaku penggunaan yang berlebihan (Fathadhika & Afriani, 2018). Seseorang dapat berada pada kategori kecanduan apabila mengakses media sosial berkisar 5-6 jam sehari (Syamsuedin, dkk, 2015).

Kecanduan internet sebagai media sosial dapat menyebabkan gangguan psikologis dimana penggunaannya menambah jumlah penggunaan. Dampak yang ditimbulkan dapat membangkitkan kesenangan yang menimbulkan termor, kecemasan, perubahan *mood*, gangguan afeksi (depresi, sulit menyesuaikan diri),

dan terganggunya kehidupan sosial (menurun atau hilang sama sekali, baik dari segi kualitas maupun kuantitas) (Nurmandia, dkk, 2013).

Salah satu solusi dari kecanduan media sosial adalah dengan adanya kontrol diri dalam menggunakan media sosial. Setiap individu memiliki suatu mekanisme yang dapat membantu mengatur dan mengarahkan perilaku yaitu kontrol diri. Sebagai salah satu sifat kepribadian, kontrol diri pada suatu individu dengan individu yang lain tidaklah sama. Ada individu yang memiliki kontrol diri yang tinggi dan ada individu yang memiliki kontrol diri yang rendah. Individu yang memiliki kontrol diri tinggi mampu mengubah kejadian dan menjadi agen utama dalam mengarahkan dan mengatur perilaku yang membawa pada konsekuensi positif (Widiana, dkk, 2004).

Adapun penelitian yang telah dilakukan oleh Alemneh dan Alemu (2020) tentang “Mathematical modeling with optimal kontrol analysis of sosial media addiction”. Pada penelitian ini membagi kasus menjadi 5 kelas, yaitu kelas *Susceptible* (S) atau individu yang tidak kecanduan media sosial tetapi rentan terhadap kecanduan media sosial, *Exposed* (E) atau individu yang lebih jarang menggunakan media sosial tetapi tidak sampai pada tahap kecanduan, *Addicted* (A) atau individu yang kecanduan media sosial dan menghabiskan sebagian besar waktunya untuk bermain media sosial, *Recovered* (R) atau individu yang telah sembuh dari kecanduan media sosial dan *Quit* (Q) atau individu yang secara permanen tidak menggunakan dan berhenti menggunakan sosial media. Pada penelitian ini, model matematika di rumuskan untuk kecanduan media sosial dengan model kontrol optimal.

Selain penelitian terkait pemodelan matematika terdapat juga penelitian yang membahas mengenai penggunaan media sosial. Penelitian tersebut diantaranya dilakukan oleh Aprilia, Sriati, dan Hendrawati (2020) yang mengkaji tentang “Tingkat Kecanduan Media Sosial pada Remaja” dan penelitian yang dilakukan oleh Muna dan Astuti (2014) mengenai “Hubungan Antara Kontrol Diri dengan Kecenderungan Kecanduan Media Sosial pada Remaja Akhir”.

Selanjutnya dari penelitian tersebut akan dikembangkan ulang model matematika kecanduan media sosial dengan menghilangkan kompartemen *Quit* (Q) dan menambahkan kompartemen *Treatment* (T) serta menentukan solusi numerik dengan menggunakan metode perturbasi homotopi. Sehingga atas pertimbangan tersebut akan dilakukan penelitian yang dituang dalam tesis dengan judul

## **“Analisis Kestabilan dan Solusi Aproksimasi pada Model Matematika Kecanduan Media Sosial Menggunakan Metode Perturbasi Homotopi”**

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang, maka rumusan masalahnya sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun model matematika kecanduan penggunaan media sosial ?
2. Bagaimana menentukan titik kesetimbangan dan analisis kestabilan model matematika kecanduan penggunaan media sosial ?
3. Bagaimana solusi numerik model matematika kecanduan penggunaan media sosial menggunakan metode perturbasi homotopi?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Membangun model matematika kecanduan penggunaan media sosial.
2. Menentukan titik kesetimbangan dan analisis kestabilan model matematika kecanduan penggunaan media sosial.
3. Solusi numerik model matematika kecanduan penggunaan media sosial menggunakan metode perturbasi homotopi.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis  
Hasil penelitian diharapkan dapat menunjang penerapan ilmu matematika khususnya dalam aplikasi dari pemodelan matematika dalam kehidupan sehari-hari.
2. Manfaat Praktis
  - a. Bagi masyarakat

Memberikan pemahaman dan tambahan informasi mengenai penggunaan pemodelan matematika di bidang sosial dan sebagai referensi dalam memahami kecanduan media sosial.

b. Bagi peneliti

Menambah pengetahuan dan kemampuan dalam mengaplikasikan ilmu matematika terapan khususnya mengenai pemodelan matematika di bidang sosial.

c. Bagi peneliti lain

Menjadi acuan bagi mahasiswa lain untuk menambah referensi penulisan tugas akhir mengenai pemodelan matematika.

### 1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini media sosial yang dimaksud adalah :

a. *Conten communities*

Jenis media sosial yang berfungsi untuk berbagi konten – konten media, baik seperti video, *ebook*, suara, gambar, dan lain – lain. Contohnya Youtube, Flickr dan Slideshare.

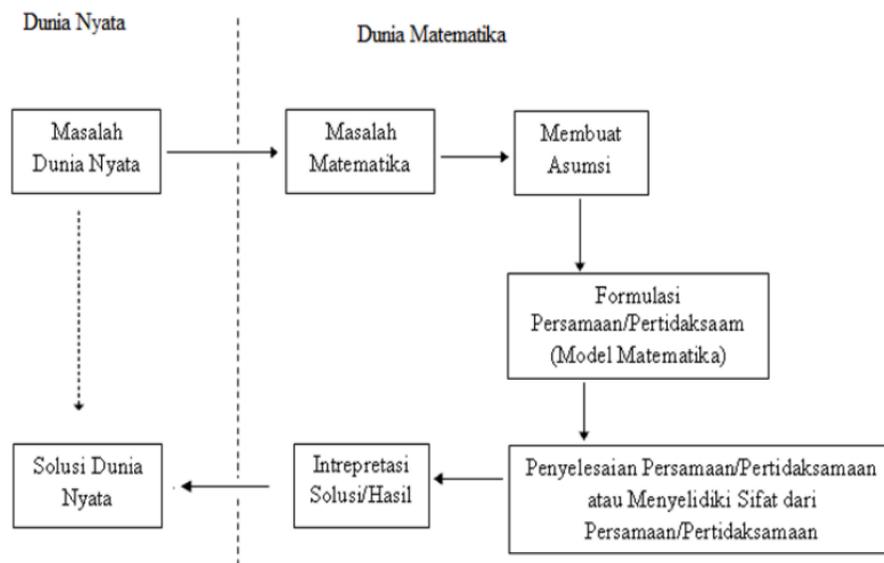
b. *Sosial networking sites*

Aplikasi yang digunakan menawarkan pengguna untuk dapat terhubung dengan cara membuat informasi pribadi sehingga dapat terhubung dengan orang lain. Informasi pribadi itu bisa seperti foto – foto. Contoh Facebook dan Twitter.

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Pemodelan Matematika

Pemodelan matematika merupakan suatu studi tentang konsep matematika yang merepresentasikan dan menjelaskan permasalahan di dunia nyata ke dalam pernyataan matematika. Proses pemodelan dapat dinyatakan dalam diagram alur yang disajikan pada Gambar 2.1 seperti berikut (Widowati & Sutimin, 2007: 3).



**Gambar 2.1** Proses pemodelan (Widowati & Sutimin, 2007).

a. Menyatakan masalah di dunia nyata ke dalam matematika

Langkah pertama dalam pemodelan matematika adalah menyatakan masalah yang ada di dunia nyata ke dalam pengertian matematika. Langkah ini meliputi identifikasi variabel-variabel pada masalah dan membentuk beberapa hubungan antara variabel-variabel.

b. Membuat asumsi

Asumsi secara esensial mencerminkan proses berpikir seseorang sehingga model dapat berjalan. Oleh karena itu, jika kita dapat menghasilkan model, hasilnya hanya sevalid asumsi.

c. Formulasi persamaan/pertidaksamaan

Dengan asumsi dan pemahaman hubungan antara variabel-variabel, langkah selanjutnya yaitu membuat formulasi persamaan atau sistem persamaan untuk menyatakan hubungan tersebut. Formulasi model merupakan langkah paling penting, sehingga kadang perlu adanya pengujian kembali asumsi-asumsi agar langkah formulasi persamaan atau sistem persamaan sesuai sehingga dapat diselesaikan dan reliстик.

d. Menyelesaikan persamaan/pertidaksamaan

Setelah model diformulasikan, langkah selanjutnya yaitu menyelesaikan persamaan tersebut secara matematis. Dalam menyelesaikan persamaan/pertidaksamaan ini perlu hati-hati dan fleksibilitas dalam proses pemodelan secara menyeluruh.

e. Interpretasi solusi

Interpretasi model atau solusi merupakan suatu langkah yang menghubungkan formula matematika dengan kembali ke masalah dunia nyata. Interpretasi ini dapat diwujudkan dalam berbagai cara seperti grafik yang digambarkan berdasarkan solusi yang diperoleh.

f. Membandingkan data

Perlu dilakukan perbandingan solusi dengan beberapa data yang diketahui dan dikumpulkan lalu menghubungkannya untuk merevikasi bahwa solusi telah merepresentasikan situasi nyata.

## 2.2 Sistem Persamaan Diferensial

Sistem persamaan diferensial adalah sebuah sistem persamaan yang terdiri atas dua atau lebih persamaan diferensial yang menjelaskan suatu fenomena (Ndii, 2018).

Sistem persamaan diferensial ditulis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= f(x_1, x_2, \dots, x_n), \\ \frac{dx_2}{dt} &= f(x_1, x_2, \dots, x_n), \\ &\vdots \end{aligned} \tag{2.4}$$

$$\frac{dx_n}{dt} = f(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

### 2.3 Sistem Persamaan Diferensial Biasa Nonlinear

Suatu persamaan differensial biasa nonlinear adalah persamaan differensial biasa yang tak linear. Suatu persamaan differensial biasa yang tak linear terdiri atas dua atau lebih persamaan nonlinear yang saling terkait. Misalkan suatu sistem persamaan differensial dinyatakan sebagai berikut :

$$\dot{\mathbf{x}} = \frac{d\mathbf{x}}{dt} = f(\mathbf{x}, t). \quad 2.5$$

dengan

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \vdots \\ x_n(t) \end{bmatrix}. \quad 2.6$$

dan

$$f(\mathbf{x}, t) = \begin{bmatrix} f_1(t, x_1, x_2, \dots, x_n) \\ f_2(t, x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \vdots \\ f_n(t, x_1, x_2, \dots, x_n) \end{bmatrix}. \quad 2.7$$

adalah fungsi tak linear pada  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Sistem pada persamaan 2.7 Disebut persamaan differensial tak linear ( Brawn, 1983).

### 2.4 Titik Kesetimbangan

Titik kesetimbangan merupakan titik yang tidak akan berubah terhadap waktu. Artinya pada saat  $t = 1, 2, \dots, n$ , nilai titik tersebut akan tetap dan tidak akan berubah.

#### Definisi 2.1

*Diberikan suatu sistem persamaan differensial orde satu  $\dot{x} = f(x)$ , yang mempunyai solusi, dengan kondisi awal  $x(0) = x_0$ . Suatu vector  $\bar{x}$  yang memenuhi  $f(\bar{x}) = 0$  disebut titik kesetimbangan (Olsder & Van der Woude, 2003).*

### 2.5 Linearisasi dan Kestabilan Titik Kesetimbangan

Linearisasi sistem di sekitar titik kesetimbangan dilakukan untuk menganalisis kestabilan sistem persamaan differensial nonlinear. Linearisasi dilakukan untuk melihat perilaku sistem di sekitar titik kesetimbangan.

**Definisi 2.2** (Hale & Kocak, 1991). Jika  $x^*$  merupakan titik kesetimbangan dari  $\dot{x} = f(x)$ , maka persamaan diferensial linear

$$\dot{x} = J(x^*)x .$$

Disebut persamaan linearisasi dari *vector field*  $f$  pada titik kesetimbangan  $x^*$  di mana  $f = f_1, f_2, \dots, f_n$  dan

$$J(x^*) = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1(x^*)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1(x^*)}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1(x^*)}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2(x^*)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2(x^*)}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2(x^*)}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{\partial f_3(x^*)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_3(x^*)}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_3(x^*)}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{\partial f_n(x^*)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_n(x^*)}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_n(x^*)}{\partial x_n} \end{pmatrix} .$$

$J(x^*)$  disebut sebagai matriks Jacobi dari  $f$  di titik  $x^*$ .

Kestabilan titik kesetimbangan  $x^*$  dapat ditentukan dengan memperhatikan nilai eigen yaitu  $\lambda$  yang merupakan solusi dari persamaan karakteristik

$$\det(J - \lambda I) = 0, \quad (2.8)$$

dengan  $I$  adalah matriks identitas. Dalam Tabel 2.1 diberikan beberapa jenis sifat kestabilan yang dikategorikan berdasarkan jenis nilai eigen yang diperoleh dari Persamaan (2.8).

**Tabel 2.1** Jenis Kestabilan dari Sistem Linear  $J(x^*)$  Berdasarkan Nilai Eigen

No.	Nilai Eigen Matriks $J(x^*)$	Jenis Kestabilan
1.	$\lambda_i > 0, \exists i = 1, 2, \dots, n$	Tidak Stabil
2.	$\lambda_i < 0, \forall i = 1, 2, \dots, n$	Stabil Asimtotik
3.	$\lambda_i < 0 < \lambda_j, \exists i = 1, 2, \dots, n$ dan $\exists j = 1, 2, \dots, n$	Tidak Stabil
4.	$\lambda_i = \lambda_j > 0, \exists i = 1, 2, \dots, n$ dan $\exists j = 1, 2, \dots, n$	Tidak Stabil
5.	$\lambda_i = \lambda_j < 0, \forall i = 1, 2, \dots, n$ dan $\forall j = 1, 2, \dots, n$	Stabil Asimtotik
6.	$\lambda_i, \lambda_j = r \pm ic, \exists i = 1, 2, \dots, n; \exists j = 1, 2, \dots, n; r > 0$	Tidak Stabil
7.	$\lambda_i, \lambda_j = -r \pm ic, \forall i = 1, 2, \dots, n; \forall j = 1, 2, \dots, n; r > 0$	Stabil Asimtotik
8.	$\lambda_i = ic, \lambda_j = -ic, \forall i = 1, 2, \dots, n$ dan $\forall j = 1, 2, \dots, n$	Stabil

Sumber : Boyce dan DiPrima (2012)

## 2.6 Bilangan Reproduksi Dasar

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk melihat tingkat kecanduan adalah bilangan reproduksi dasar. Bilangan reproduksi dasar merupakan bilangan yang menunjukkan jumlah angkatan kerja yang menganggur. Bilangan reproduksi dasar dilambangkan dengan  $R_0$ . Bilangan tersebut diperlukan sebagai parameter untuk mengetahui tingkat kecanduan.

Ada beberapa kondisi yang akan timbul dalam penentuan  $R_0$ , yaitu:

1. Jika  $R_0 < 1$ , maka kecanduan media sosial tidak meningkat.
2. Jika  $R_0 > 1$ , maka kecanduan media sosial meningkat.
3. Jika  $R_0 = 1$ , maka kestabilan dari kedua titik kesetimbangan tidak dapat ditentukan.

Perhitungan bilangan reproduksi dasar merupakan hasil linearisasi sistem persamaan diferensial yang berdasarkan titik kesetimbangan bebas kecanduan. Persamaan kompartemen kecanduan yang telah dilinearisasi, yaitu:

$$\dot{x} = (F - V)x. \quad (2.9)$$

dengan  $F$  dan  $V$  merupakan matriks berukuran  $n \times n$  dan  $F = \frac{\partial \varphi_1}{\partial u_j} = (0, y_0)$  dan  $V = \frac{\partial \varphi_2}{\partial u_j} = (0, y_0)$ . Selanjutnya akan didefinisikan matriks  $K$  sebagai berikut:

$$K = FV^{-1} \quad (2.10)$$

dengan  $K$  merupakan matriks *next generation*. Maka nilai bilangan reproduksi dasar dinyatakan sebagai berikut:

$$R_0 = \rho(FV^{-1}) \quad (2.11)$$

dengan  $\rho(FV^{-1})$  adalah spektral radius dari matriks  $K$  (Driessche dan Watmough, 2002).

## 2.7 Metode Numerik

Metode numerik merupakan metode yang menyediakan sarana untuk memperkuat kembali pemahaman matematika, karena metode numerik ditemukan dengan menyederhanakan matematika yang lebih tinggi menjadi operasi matematika yang mendasar. Metode numerik dapat menyelesaikan persoalan nyata yang sering kali nonlinear, dalam bentuk dan proses yang sulit diselesaikan dengan metode analitik. Tidak semua permasalahan matematis atau perhitungan dapat diselesaikan

dengan mudah, dibutuhkan metode menggunakan analisis-*analisis* pendekatan persoalan nonlinear untuk menghasilkan nilai yang diharapkan. Kesulitan menggunakan metode analitik untuk mencari solusi eksak dengan jumlah data yang besar, diperlukan perhitungan komputer, metode numerik menjadi penting untuk menyelesaikan permasalahan ini. Pemakaian metode analitik terkadang sulit diterjemahkan ke dalam algoritma yang dapat dimengerti oleh komputer. Metode numerik yang memang berangkat dari pemakaian alat bantu hitung merupakan alternatif yang baik dalam menyelesaikan persoalan-persoalan perhitungan yang rumit (Wulan, 2016).

Prinsip-prinsip metode numerik adalah sebagai berikut:

- a. Metode numerik ini disajikan dalam bentuk algoritma-algoritma yang dapat dihitung secara cepat dan mudah.
- b. Pendekatan yang digunakan dalam metode numerik merupakan pendekatan analisis matematis, dengan tambahan grafis dan teknik perhitungan yang mudah.
- c. Algoritma pada metode numerik adalah algoritma pendekatan maka dalam algoritma tersebut akan muncul istilah *iterasi*, yaitu pengulangan proses perhitungan.
- d. Dengan metode pendekatan, tentunya setiap nilai hasil perhitungan akan mempunyai nilai *error* (nilai kesalahan).

Ada enam tahap yang dilakukan dalam pemecahan persoalan dunia nyata dengan metode numerik, yaitu sebagai berikut (Wulan, 2016) :

- a. Pemodelan  
Ini adalah tahap pertama. Persoalan dunia nyata dimodelkan ke dalam persamaan matematika.
- b. Penyederhanaan model  
Model matematika yang dihasilkan dari tahap a mungkin saja terlalu kompleks, yaitu memasukkan banyak peubah (variabel) atau parameter. Semakin kompleks model matematikanya, semakin rumit penyelesaiannya. Mungkin beberapa andaian dibuat sehingga beberapa parameter dapat diabaikan.
- c. Formulasi numerik  
Setelah model matematika yang sederhana diperoleh, tahap selanjutnya adalah memformulasikannya secara numerik, antara lain seperti berikut.

- 1) Menentukan metode numerik yang akan dipakai bersama-sama dengan analisis galat awal (yaitu tafsiran galat, penentuan ukuran langkah, dan sebagainya). Pemilihan metode didasari pada pertimbangan berikut.
    - a) Apakah metode tersebut teliti?
    - b) Apakah metode tersebut mudah deprogram dan waktu pelaksanaannya cepat?
    - c) Apakah metode tersebut tidak peka terhadap perubahan data yang cukup kecil?
  - 2) Menyusun algoritma dari metode numerik yang dipilih.
- d. Pemrograman
- Tahap selanjutnya adalah menerjemahkan algoritma ke dalam program komputer dengan menggunakan salah satu Bahasa pemrograman yang dikuasai.
- e. Operasional
- Pada tahap ini, program komputer dijalankan dengan data uji coba sebelum data yang sesungguhnya.
- f. Evaluasi
- Bila program sudah selesai dijalankan dengan data yang sesungguhnya, maka hasil yang diperoleh diinterpretasi. Interpretasi meliputi analisis hasil *run* dari membandingkannya dengan prinsip dasar dan hasil-hasil empirik untuk menaksir kualitas solusi numerik, dan keputusan untuk menjalankan kembali program dengan untuk memperoleh hasil yang lebih baik.

## 2.8 Metode Perturbasi Homotopi

Pada bagian ini, akan di ilustrasikan metode perturbasi homotopi. Kemudian Akan ditinjau persamaan diferensial sebagai berikut berikut:

$$A(u) - f(r) = 0, r \in \Omega. \quad 2.12$$

dengan syarat batas

$$B\left(u, \frac{\partial u}{\partial r}\right) = 0, r \in \Gamma. \quad 2.13$$

Dimana  $A$  merupakan operator diferensial biasa,  $B$  adalah operator batas,  $\Gamma$  adalah batas dari domain  $\Omega$ , dan  $f(r)$  sebagai fungsi analitik.

Operator  $A$  dapat urai menjadi dua bagian yaitu: Persamaan linear ( $L$ ) dan persamaan nonlinear ( $N$ ). Oleh karena itu, Persamaan. (2.12) dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut:

$$L(u) + N(u) - f(r) = 0. \quad 2.14$$

Parameter  $p$  disematkan pada Persamaan. (12.3) sebagai berikut:

$$L(u) + p(N(u) - f(r)) = 0. \quad 2.15$$

Dimana  $p \in [0, 1]$  merupakan parameter yang di sematkan atau parameter buatan. Dengan menggunakan teknik homotopi, akan di konstruksi sebuah homotopi  $v(r, p): \Omega \times [0, 1] \rightarrow R$  ke Persamaan (2.14) yang memenuhi persamaan berikut:

$$H(v, p) = (1 - p)[L(v) - L(u_0)] + p[L(v) + N(v) - f(r)] = 0. \quad 2.16$$

dan

$$H(v, p) = L(v) - L(u_0) + pL(u_0) + p[N(v) - f(r)] = 0, \quad 2.17$$

$u_0$  merupakan pendekatan awal dari Persamaan. (2.17) yang memenuhi kondisi yang diberikan. Dengan mensubstitusi  $p = 0$  dan  $p = 1$  ke dalam Persamaan. (2.17), maka akan diperoleh persamaan berikut:

$$H(v, 0) = L(v) - L(u_0).$$

dan

$$H(v, 1) = A(v) - f(r) = 0.$$

Parameter  $p$  berubah dari nol menjadi satu,  $v(r, p)$  berubah dari  $u_0(r)$  menjadi  $u(r)$ . Dalam topologi, hal disebut deformasi dan  $L(v) - L(u_0)$  dan  $A(v) - f(r)$  adalah homotopic. Karena  $p \in [0, 1]$  adalah parameter kecil, maka solusi dari Persamaan. (2.16) sebagai deret pangkat dalam  $p$  seperti persamaan berikut:

$$v = v_0 + pv_1 + p^2v_2 + \dots \quad 2.18$$

Solusi perkiraan Persamaan. (2.12) kemudian dapat diperoleh sebagai

$$u = \lim_{p \rightarrow 1} v = v_0 + v_1 + v_2 + \dots \quad 2.19$$

(He, 1999)

Metode yang dipertimbangkan sebagai sistem persamaan diferensial biasa pertama secara umum dapat ditulis seperti persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \frac{du_1}{dt} + g_1(t, u_1, u_2, \dots, u_m) &= f_1(t), \\ \frac{du_2}{dt} + g_2(t, u_1, u_2, \dots, u_m) &= f_2(t), \\ &\vdots \\ \frac{du_m}{dt} + g_m(t, u_1, u_2, \dots, u_m) &= f_m(t). \end{aligned} \tag{2.20}$$

memenuhi kondisi awal sebagaimana persamaan berikut:

$$u_1(t_0) = c_1, u_2(t_0) = c_2, \dots, u_m(t_0) = c_m. \tag{2.21}$$

Sistem persamaan (2.20) mengikuti bentuk operator persamaan berikut:

$$\begin{aligned} L(u_1) + g_1(t, u_1, u_2, \dots, u_m) &= f_1(t), \\ L(u_2) + g_2(t, u_1, u_2, \dots, u_m) &= f_2(t), \\ L(u_m) + g_m(t, u_1, u_2, \dots, u_m) &= f_m(t). \end{aligned} \tag{2.22}$$

Dengan  $L = \frac{d}{dt}$  adalah operator linear dan  $N_1, N_2, \dots, N_m$  adalah operator nonlinear. Untuk menyelesaikan model SIR dan SEIR menggunakan MPH, pertama, sistem persamaan diferensial dapat dibentuk yang memenuhi hubungan persamaan (2.21).

$$Du_i(t) = L_i(t, u_1, u_2, \dots, u_n) + N_i(t, u_1, u_2, \dots, u_n) + g_i(t). \tag{2.23}$$

Dimana  $L_i$  adalah operator linear,  $N_i$  adalah operator nonlinear, dan  $g_i$  adalah fungsi analitik yang tidak diketahui. Dalam pandangan teknik perturbasi homotopi, dibangun bentuk homotopic sebagaimana persamaan berikut:

$$Du_i(t) = p[L_i(t, u_1, u_2, \dots, u_n) + N_i(t, u_1, u_2, \dots, u_n) + g_i(t)], 1 \leq i \leq n. \tag{2.24}$$

Dimana  $p$  merupakan parameter yang disematkan atau parameter buatan. Jika  $p = 0$ , persamaan (2.22) menjadi persamaan linear dan  $v_1, v_2, \dots, v_m$  adalah aproksimasi awal yang memenuhi kondisi yang diberikan dalam (2.21). Ini jelas bahwa parameter perturbasi  $p = 0$ , persamaan (2.22) menjadi sistem persamaan linear dan ketika  $p = 1$  diperoleh sistem persamaan nonlinear.

Misalkan pendekatan awal ditulis seperti persamaan berikut:

$$\begin{aligned} u_{1,0}(t) = v_1(t) = u_1(t_0) &= c_1, \\ u_{2,0}(t) = v_2(t) = u_2(t_0) &= c_2, \\ &\vdots \end{aligned} \tag{2.25}$$

$$u_{m,0}(t) = v_m(t) = u_m(t_0) = c_m.$$

dan persamaan :

$$\begin{aligned} u_1(t) &= u_{1,0}(t) + pu_{1,1}(t) + p^2u_{1,2}(t) + \dots \\ u_2(t) &= u_{2,0}(t) + pu_{2,1}(t) + p^2u_{2,2}(t) + \dots \\ &\vdots \\ u_m(t) &= u_{m,0}(t) + pu_{m,1}(t) + p^2u_{m,2}(t) + \dots \end{aligned} \quad 2.26$$

Dimana  $u_{i,j} = (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots)$  adalah fungsi yang ditentukan dengan mensubstitusi persamaan (2.25)-(2.26) ke persamaan (2.24) dan penyusunan koefisien dari pangkat p, diperoleh persamaan berikut:

$$\begin{aligned} L(u_{1,1}) + L(v_1) + N_2(u_{1,0}, u_{2,0}, \dots, u_{m,0}) - f_1 &= 0, u_{1,1}(t_0) = 0, \\ L(u_{2,1}) + L(v_2) + N_2(u_{1,0}, u_{2,0}, \dots, u_{m,0}) - f_2 &= 0, u_{2,1}(t_0) = 0, \\ &\vdots \\ L(u_{m,1}) + L(v_m) + N_m(u_{1,0}, u_{2,0}, \dots, u_{m,0}) - f_m &= 0, u_{m,1}(t_0) = 0. \end{aligned} \quad 2.27$$

Kemudian persamaan:

$$\begin{aligned} L(u_{1,2}) + N_1(u_{1,0}, u_{2,0}, \dots, u_{m,0}) - f_1 &= 0, u_{1,2}(t_0) = 0, \\ L(u_{2,2}) + N_2(u_{1,0}, u_{2,0}, \dots, u_{m,0}) - f_2 &= 0, u_{2,2}(t_0) = 0, \\ &\vdots \\ .L(u_{m,2}) + N_m(u_{1,0}, u_{2,0}, \dots, u_{m,0}) - f_m &= 0, u_{m,2}(t_0) = 0. \end{aligned} \quad 2.28$$

dan seterusnya. Bentuk di atas diselesaikan untuk  $u_{i,j} = (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots)$  unsur tak diketahui menggunakan operator invers sebagaimana persamaan berikut:

$$L^{-1}(\cdot) = \int_0^t (\cdot) ds. \quad (2.29)$$

Oleh karena itu, menurut MPH, aproksimasi term ke-n dapat diekspresikan pada persamaan berikut:

$$\phi_{1,n}(t) = u_1(t) = \lim_{p \rightarrow 1} u_1(t) = \sum_{k=0}^{n-1} u_{1,k}(t), \quad 2.30$$

$$\begin{aligned}\emptyset_{2,n}(t) &= u_2(t) = \lim_{p \rightarrow 1} u_2(t) = \sum_{k=0}^{n-1} u_{2,k}(t), \\ &\vdots \\ \emptyset_{m,n}(t) &= u_m(t) = \lim_{p \rightarrow 1} u_m(t) = \sum_{k=0}^{n-1} u_{m,k}(t).\end{aligned}$$

(Side & Rangkuti, 2015)

## 2.9 Media Sosial

Berikut akan dijelaskan mengenai pengertian media sosial, klasifikasi media sosial dan tipe pengguna media sosial.

### 1. Definisi

Media sosial adalah sebuah media *online*, dengan para penggunanya bisa dengan mudah berpartisipasi, berbagi, dan menciptakan isi meliputi *blog*, jejaring sosial, *wiki*, forum dan dunia *virtual*. *Blog*, jejaring sosial dan *wiki* merupakan bentuk media sosial yang paling umum digunakan oleh masyarakat di seluruh dunia. Pendapat lain mengatakan bahwa media sosial adalah media *online* yang mendukung interaksi sosial dan media sosial menggunakan teknologi berbasis *web* yang mengubah komunikasi menjadi dialog interaktif (Cahyono,2016).

Media sosial adalah sebuah kelompok aplikasi berbasis internet yang dibangun di atas dasar teknologi *Web 2.0* dan mendukung penciptaan serta pertukaran *usergenerated content*, juga memungkinkan penggunanya untuk berpartisipasi dalam berbagai komunikasi dan dikemas dalam bentuk yang beragam, baik *blog*, jejaring sosial, forum, *wiki* dan lain-lain (Kaplan & Haenlein, 2010).

### 2. Klasifikasi

Klasifikasi media sosial menurut Kaplan dan Haenlein (2010) ada enam jenis media sosial:

#### a. *Collaborative blogs or collaborative projects*

Mengizinkan pesertanya untuk bekerja sama dalam suatu proyek misalnya penelitian atau penulisan kamus, dimana seluruh partisipan diperbolehkan untuk menulis atau mengedit kapanpun dan di manapun untuk melengkapinya. Contohnya wikipedia.

b. *Blog and microblog*

Situs pribadi yang dibuat oleh individu untuk berkomunikasi melalui tulisan atau media lain seperti video, audio, atau gambar. Forum blog yang paling umum antara lain blogger.com, wordpress.com dan yahoo!groups.com.

c. *Conten communities*

Jenis media sosial yang berfungsi untuk berbagi konten – konten media, baik seperti video, *ebook*, suara, gambar, dan lain – lain. Contohnya Youtube, Flickr dan Slideshare.

d. *Sosial networking sites*

Aplikasi yang digunakan menawarkan pengguna untuk dapat terhubung dengan cara membuat informasi pribadi sehingga dapat terhubung dengan orang lain. Informasi pribadi itu bisa seperti foto – foto. Contoh Facebook dan Twitter.

e. *Virtual game world*

Dunia *virtual*, dimana mengreplikasikan lingkungan 3D, dimana pengguna bisa muncul dalam bentuk avatar – avatar yang diinginkan serta berinteraksi dengan orang lain selayaknya di dunia nyata. Contoh *game online*.

f. *Virtual sosial world*

Dunia virtual yang dimana penggunaannya merasa hidup di dunia virtual, sama seperti *virtual game world*, berinteraksi dengan yang lain. Namun, *virtual sosial world* lebih bebas, dan lebih ke arah kehidupan. Contoh *second life*.

### 3. Tipe Pengguna

Askalani (2012) menjelaskan pengguna media sosial terbagi menjadi 2 yaitu:

- a. Pengguna aktif adalah Pengguna melakukan aktivitas seperti memberikan komentar komentar dalam postingan foto atau status serta saling mengirim pesan dalam aplikasi *chat*.
- b. Pengguna pasif adalah pengguna mengecek aplikasi dalam media sosial. Mengunjungi situs *web* dan sekedar melihat gambar, foto atau hiburan lainnya.

#### 2.10 Kecanduan Media Sosial

Kecanduan merupakan kondisi terikat pada kebiasaan yang sangat kuat dan tidak mampu lepas dari keadaan itu, sehingga individu kurang mampu mengontrol dirinya sendiri untuk melakukan kegiatan tertentu yang disenangi (Majorsy, dkk, 2013). Kecanduan internet sebagai media sosial dapat menyebabkan gangguan

psikologis dimana penggunaannya menambah jumlah penggunaan. Dampak yang ditimbulkan dapat membangkitkan kesenangan yang menimbulkan termor, kecemasan, perubahan *mood*, gangguan afeksi (depresi, sulit menyesuaikan diri), dan terganggunya kehidupan sosial (menurun atau hilang sama sekali, baik dari segi kualitas maupun kuantitas) (Nurmandia, dkk, 2013).

Menurut Surya dalam *The Graphic, Visualizatio & Usability Center, The George Institute of Techology* (Rochmawati, 2012) menggolongkan pengguna internet ke dalam tiga tahapan berdasarkan intensitas yaitu:

1. *Heavy User* (lebih dari 40 jam per bulan) atau sekitar 6 jam per hari.
2. *Medium User* (lebih dari 10-40 jam per bulan) atau 3-6 jam per hari.
3. *Light User* (lebih dari 10 jam per bulan) atau kurang dari 3 jam per hari.

### **2.11 Kontrol Diri**

Kontrol diri adalah kemampuan individu dalam mengendalikan tingkah laku dan menahan godaan yang muncul dari dalam diri sehingga mampu mengambil suatu tindakan untuk mencapai hasil yang diinginkan serta menghindari akibat yang tidak diinginkan (Muna & Astuti, 2014). Menurut Widiana, dkk (2004) ada dua tipe kontrol diri yang berhubungan dengan kecanduan internet, yaitu :

1. Pengguna internet yang mempunyai kontrol diri tinggi akan mampu memadu, mengarahkan dan mengatur perilaku *online*. Setiap individu yang mempunyai kontrol diri yang tinggi mampu menginterpretasikan stimulus yang dihadapi, mempertimbangkan konsekuensinya sehingga mampu memilih tindakan dan melakukannya dengan menimalkan akibat yang tidak diinginkan. Selain itu individu tersebut mampu mengatur penggunaan internet sehingga tidak tenggelam dalam internet, mampu menggunakan internet sesuai dengan kebutuhan, mampu memadukan aktivitas *online* dengan aktivitas-aktivitas lain dalam kehidupannya dan tidak memerlukan internet sebagai tempat untuk melarikan diri dari masalah.
2. Pengguna internet yang mempunyai kontrol diri rendah tidak akan mampu memadu, mengarahkan dan mengatur perilaku *online*. Golongan ini tidak mampu menginterpretasikan stimulus yang dihadapi, tidak akan mampu mempertimbangkan konsekuensi yang mungkin dihadapi sehingga tidak mampu memilih tindakan yang tepat. Individu jenis ini tidak akan mampu mengatur

penggunaan internet sehingga perhatian tertuju pada internet yang tampak dari berharap segera *online* atau memikirkan aktivitas *online*, menggunakan internet dengan waktu yang semakin meningkat untuk memperoleh kepuasan, tidak mampu memadukan aktivitas *online* dengan bagian lain dari kehidupannya seperti waktu untuk belajar, bekerja, dan bersosialisasi dengan orang lain serta menggunakan internet sebagai tempat untuk melarikan diri dari masalah.

### **2.12 Studi Review Perkembangan Model Kecanduan Media Sosial**

Pada bagian ini akan diberikan studi review penelitian model matematika dan kecanduan media sosial. Adapun penelitian yang telah dilakukan oleh Alemneh dan Alemu (2020) tentang “Mathematical modeling with optimal kontrol analysis of sosial media addiction” membagi kasus menjadi 5 kelas, yaitu kelas *Susceptible* (S) atau individu yang tidak kecanduan media sosial tetapi rentan terhadap kecanduan media sosial, *Exposed* (E) atau individu yang lebih jarang menggunakan media sosial tetapi tidak sampai pada tahap kecanduan, *Addicted* (A) atau individu yang kecanduan media sosial dan menghabiskan sebagian besar waktunya untuk bermain media sosial, *Recovered* (R) atau individu yang telah sembuh dari kecanduan media sosial dan *Quit* (Q) atau individu yang secara permanen tidak menggunakan dan berhenti menggunakan sosial media. Pada penelitian ini, model matematika di rumuskan untuk kecanduan media sosial dengan model kontrol optimal. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Aprilia, Sriati, dan Hendrawati (2020) tentang “Tingkat Kecanduan Media Sosial pada Remaja” Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui gambaran tingkat kecanduan media sosial pada remaja di SMAS Plus Al-Falah. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah siswa di SMAS Plus Al-Falah yang tinggal dengan orang tua, yaitu sebanyak 72 responden yang terdiri dari 29 siswa kelas X, 17 siswa kelas XI dan 26 siswa kelas XII. Pada hasil penelitian ini didapatkan bahwa sebagian besar didominasi oleh kecanduan media sosial tingkat rendah, namun ada juga menunjukkan bahwa hampir setengah dari remaja mengalami kecanduan media sosial tinggi. Oleh karena itu, pada tingkat kecanduan media sosial tinggi remaja harus dibantu untuk mengurangi atau bahkan sama sekali tidak mengakses media sosial dalam jangka waktu tertentu dan apabila remaja kembali mengakses media sosial harus dilakukan pengontrolan dalam penggunaannya. Kecanduan media sosial tingkat tinggi harus ditangani secara serius

dan sesegera mungkin untuk meminimalisir terjadinya dampak negatif yang dapat ditimbulkan pada remaja.