

TUGAS AKHIR - KM184801

**PEMODELAN MATEMATIKA DAN ESTIMASI VARIABEL
DENGAN METODE KALMAN FILTER PADA MASALAH
KECANDUAN PENGGUNAAN MEDIA SOSIAL (INSTAGRAM)**

WINDY NABILA ARISANTI
NRP 06111840000105

Dosen Pembimbing
Dr. Didik Khusnul Arif, S.Si, M.Si
NIP 19730930 199702 1 001

Program Studi Sarjana
Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022



TUGAS AKHIR - KM184801

**PEMODELAN MATEMATIKA DAN ESTIMASI VARIABEL
DENGAN METODE KALMAN FILTER PADA MASALAH
KECANDUAN PENGGUNAAN MEDIA SOSIAL (INSTAGRAM)**

WINDY NABILA ARISANTI
06111840000105

Dosen Pembimbing
Dr. Didik Khusnul Arif, S.Si, M.Si
NIP 19730930 199702 1 001

Program Studi Sarjana
Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022



FINAL PROJECT - KM184801

***MATHEMATICAL MODELING AND VARIABLE ESTIMATION
USING KALMAN FILTER METHOD ON THE PROBLEMS OF
SOCIAL MEDIA ADDICTION (INSTAGRAM)***

WINDY NABILA ARISANTI

06111840000105

Supervisor

Dr. Didik Khusnul Arif, S.Si, M.Si

NIP. 19730930 199702 1 001

Bachelor Program

Departement of Mathematics

Faculty of Science and Data Analytics

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN MATEMATIKA DAN ESTIMASI VARIABEL DENGAN METODE
KALMAN FILTER PADA MASALAH KECANDUAN PENGGUNAAN MEDIA
SOSIAL (INSTAGRAM)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Matematika pada
Program Studi S-1 Matematika
Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **WINDY NABILA ARISANTI**

NRP. 06111840000105

Surabaya, Juli 2022

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

Pembimbing

1. Dr. Didik Khusnul Arif, S.Si, M.Si
NIP. 19730930 199702 1 001

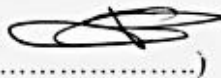
(.....)

Penguji

2. Dr. Hariyanto, M.Si
NIP. 1953201931100

(.....)

3. Dra. Nur Asiyah, M.Si
NIP. 19610822 198701 2 001

(.....)

4. Drs. Kamiran, M.Si
NIP. 19630623 198903 1 001

(.....)

Mengetahui
Dekan Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data

Subhan, Ph.D
NIP. 19710513 199702 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Windy Nabila Arisanti / 06111840000105
Departemen : Matematika
Dosen Pembimbing / NIP : Dr. Didik Khusnul Arif, S.Si, M.Si /
19730930 199702 1 001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Pemodelan Matematika dan Estimasi Variabel dengan Metode Kalman Filter pada Masalah Kecanduan Penggunaan Media Sosial (Instagram)” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinalitas, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 26 Juli 2022

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Mahasiswa,



Dr. Didik Khusnul Arif, S.Si, M.Si
19730930 199702 1 001



Windy Nabila Arisanti
06111840000105

PEMODELAN MATEMATIKA DAN ESTIMASI VARIABEL DENGAN METODE KALMAN FILTER PADA MASALAH KECANDUAN PENGGUNAAN MEDIA SOSIAL (INSTAGRAM)

Nama Mahasiswa : Windy Nabila Arisanti / 0611184000105
Departemen : Matematika FSAD - ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Didik Khusnul Arif, S.Si, M.Si

Abstrak

Pada masa pandemi COVID-19 banyak aktivitas yang harus dilakukan secara *online* dengan menggunakan koneksi *internet* yang mempermudah pengguna dalam mencari berbagai informasi melalui media sosial. Namun penggunaan media sosial yang berlebihan dapat memberikan dampak negatif, yaitu dapat menimbulkan kecanduan khususnya bagi remaja yang mengakibatkan remaja menjadi acuh akan tanggung jawabnya sebagai pelajar, seperti keterlambatan dalam pengumpulan tugas, waktu belajar berkurang, dan prestasi menurun. Salah satu media sosial yang paling populer dikalangan remaja adalah *instagram*. Penggunaan *instagram* dikalangan remaja dapat dikhawatirkan akan menimbulkan kecanduan. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian mengenai pemodelan dan estimasi variabel pada model kecanduan penggunaan media sosial menggunakan metode *Kalman Filter*. Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu pemodelan pada masalah kecanduan penggunaan media sosial dengan menggunakan model matematika SEIR yang merupakan sistem linier kontinu. Selanjutnya, dilakukan estimasi variabel menggunakan metode *Kalman Filter* untuk mengestimasi banyaknya individu kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*). Metode *Kalman Filter* adalah metode estimasi pada model diskrit, sehingga perlu dilakukan distritisasi terlebih dahulu terhadap model sebelum diimplementasikan metode *Kalman Filter*. Penulisan Tugas Akhir ini diperoleh hasil bahwa estimasi variabel pada model kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*) mendekati nilai sebenarnya yang diperoleh murni dari hasil pemodelan. Hasil estimasi variabel dengan iterasi sebanyak 70, yaitu variabel S dengan nilai awal estimasi sebanyak 199 individu menjadi 322 individu, variabel E dengan nilai awal dan hasil estimasi sebanyak 90 individu, variabel I dengan nilai awal dan hasil estimasi sebanyak 53, dan variabel R dengan nilai awal estimasi sebanyak 88 individu menjadi 124 individu. Nilai MAPE *Kalman Filter* untuk estimasi variabel (*S, E, I, R*) didapatkan dengan persentase kurang dari 10%, maka estimasi variabel pada model kecanduan penggunaan media sosial menggunakan metode *Kalman Filter* dapat dikatakan memiliki akurasi yang sangat baik.

Kata kunci: *Pemodelan, Kecanduan, Media Sosial, Estimasi, Kalman Filter.*

MATHEMATICAL MODELING AND VARIABLE ESTIMATION USING KALMAN FILTER METHOD ON THE PROBLEMS OF SOCIAL MEDIA ADDICTION (INSTAGRAM)

Name of student : Windy Nabila Arisanti / 06111840000105
Departement : Mathematics FSAD - ITS
Advisor : Dr. Didik Khusnul Arif, S.Si., M.Si

Abstract

During the COVID-19 pandemic, many activities must be carried out online using an internet connection which makes it easier for users to find various information through social media. However, excessive use of social media can have a negative impact, which can lead to addiction, especially for teenagers which results in being indifferent to their responsibilities as students, such as delays in collecting assignments, reduced study time, and decreased achievement. One of the most popular social media among teenagers is Instagram. The use of Instagram among teenagers can be feared will cause addiction. Therefore, it is necessary to study the modeling and estimation of variables in the addiction model for using social media using the Kalman Filter method. The first step in this research is modeling the problem of addiction to social media use using the SEIR mathematical model which is a continuous linear system. Furthermore, the estimation of variables using the Kalman Filter method is carried out to estimate the number of individuals addicted to using social media (Instagram). The Kalman Filter method is an estimation method on a discrete model, so it is necessary to first distribute the model before implementing the Kalman Filter method. In this final project, it was found that the variable estimation in the social media (Instagram) addiction model was close to the actual value obtained purely from the modeling results. Variable estimation results with 70 iterations, namely variable S with initial estimated value of 199 individuals to 322 individuals, variable E with initial value and estimation results of 90 individuals, variable I with initial value and estimation results as much as 53, and variable R with value initial estimate of 88 individuals to 124 individuals. The MAPE Kalman Filter value for variable estimation (S,E,I,R) is obtained with a percentage of less than 10%. then the estimation of variables in the addiction model of social media use using the Kalman Filter method can be said to have very good accuracy.

Keywords: Modeling, Addiction, Social Media, Estimation, Kalman Filter.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'aalamiin, segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul

“PEMODELAN MATEMATIKA DAN ESTIMASI VARIABEL DENGAN METODE KALMAN FILTER PADA MASALAH KECANDUAN PENGGUNAAN MEDIA SOSIAL (INSTAGRAM)”

sebagai salah satu persyaratan akademis dalam menyelesaikan Program Sarjana Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik berkat bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan hal itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu berada disisi penulis untuk memberikan ilmu, pertolongan, dan kemudahan dalam setiap langkah penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Subchan, Ph.D selaku Kepala Departemen Matematika FSAD ITS yang telah memberikan motivasi dan dukungan selama perkuliahan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, S.Si, MT selaku Sekretaris Departemen Matematika FSAD ITS yang telah memberi arahan akademik.
4. Bapak Dr. Didik Khusnul Arif, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan motivasinya kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Dr. Hariyanto, M.Si., Ibu Dra. Nur Asiyah, M.Si., dan Bapak Drs. Kamiran, M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan Tugas Akhir penulis.
6. Ibu Endah R.M Putri, Ph.D selaku dosen wali yang telah memberikan arahan akademik selama penulis menempuh pendidikan di Departemen Matematika FSAD ITS.
7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen serta para staf departemen Matematika FSAD ITS.
8. Kedua orang tua serta saudara kandung penulis, Mama, Papa, Fiya, dan Wanda yang senantiasa ikhlas memberikan doa, dukungan, dan nasihatnya kepada penulis.
9. Teman seperjuangan penulis Devany, Villa, Laras, Dhea, Dita, Priska, Stella, Galuh, Ian, Andre, dan Della telah memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Teman-teman MODULO atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan.
11. Sahabat penulis Reri, Ervina, Cinthya, Resya, Iqbal, dan Yusuf yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
12. Reza Dwi Firmansyah yang telah memberikan semangat, motivasi, dan dukungan.
13. Seluruh pihak yang penulis tidak bisa tulis satu-persatu, terimakasih telah membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Penulis tentu menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mohon kritik dan sarannya yang sifatnya membangun ndalam penyempurnaan Tugas Akhir ini di masa mendatang. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	iii
<i>TITLE PAGE</i>	v
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS	ix
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxiii
DAFTAR SIMBOL.....	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Penelitian Terdahulu.....	3
2.2 Kecanduan Media Sosial	3
2.3 Model Matematika SEIR.....	4
2.4 Perhitungan Nilai Parameter	5
2.5 Titik Setimbang dan Kestabilan Asimtotik Lokal	5
2.6 Metode Beda Hingga Maju	6
2.7 Metode Kalman Filter	7
2.8 Tingkat Ketelitian Estimasi	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Studi Literatur.....	9
3.2 Membuat Konsep Model Kecanduan Penggunaan Media Sosial	9
3.3 Pengumpulan Data	9
3.4 Mencari Titik Keseimbangan	9

3.5	Analisa Kestabilan Sistem.....	9
3.6	Diskritisasi.....	9
3.7	Implementasi Kalman Filter.....	10
3.8	Simulasi Numerik, Analisis, dan Pembahasan.....	11
3.9	Kesimpulan, Saran, dan Penyusunan Tugas Akhir.	11
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		13
4.1	Model Matematika Kecanduan Penggunaan Media Sosial.....	13
4.2	Pengumpulan Data	15
4.2.1	Data Jumlah Responden Kuisisioner	16
4.2.2	Data Responden Pengguna <i>Instagram</i>	16
4.2.3	Data Responden yang Memiliki Kontrol Diri Tinggi	16
4.2.4	Perhitungan Nilai Parameter	17
4.3	Titik Keseimbangan Model Kecanduan Penggunaan Media Sosial	18
4.4	Analisis Kestabilan Sistem.....	20
4.5	Diskritisasi.....	22
4.6	Implementasi Metode Kalman Filter.....	23
4.6.1	Model Sistem dan Model Pengukuran	23
4.6.2	Inisialisasi.....	24
4.6.3	Tahap Prediksi.....	25
4.6.4	Tahap Koreksi	25
4.7	Analisis Hasil Simulasi Numerik	26
4.7.1	Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Variabel S.....	27
4.7.2	Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Variabel E.....	28
4.7.3	Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Variabel I.....	29
4.7.4	Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Variabel R	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN 1		37
LAMPIRAN 2.....		39
LAMPIRAN 3.....		41
LAMPIRAN 4.....		43
LAMPIRAN 5.....		45

LAMPIRAN 6.....	47
LAMPIRAN 7.....	53
BIODATA PENULIS	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Kompartemen Model SEIR.....	4
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	12
Gambar 4. 1 Diagram Kompartemen Model Kecanduan Penggunaan Media Sosial.....	13
Gambar 4. 2 Diagram Kompartemen SEIR.....	17
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Populasi Mahasiswa Rentan (S).....	27
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Populasi Mahasiswa Terpapar (E).....	28
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Populasi Mahasiswa Kecanduan (I).....	29
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Populasi Mahasiswa Sembuh (R).....	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Algoritma <i>Kalman Filter</i>	7
Tabel 2.2 Nilai Akurasi MAPE	8
Tabel 4.1 Tabel Variabel Model Matematika Kecanduan Penggunaan Media Sosial	14
Tabel 4.2 Tabel Parameter Model Matematika Kecanduan Penggunaan Media Sosial	14
Tabel 4.3 Jumlah Responden	16
Tabel 4.4 Jumlah Responden Pengguna Instagram Berdasarkan Durasi	16
Tabel 4.5 Jumlah Responden yang Memiliki Kontrol Diri Tinggi	17
Tabel 4.6 Tabel Perhitungan Nilai Parameter	17
Tabel 4.7 Nilai Parameter Analisis Kestabilan	21
Tabel 4.8 Tabel Nilai Awal Variabel dan Parameter	26
Tabel 4.9 Tabel Hasil Nilai Error (MAPE) Estimasi Variabel S	28
Tabel 4.10 Tabel Hasil Nilai Error (MAPE) Estimasi Variabel E	29
Tabel 4.11 Tabel Hasil Nilai Error (MAPE) Estimasi Variabel I	30
Tabel 4.12 Tabel Hasil Nilai Error (MAPE) Estimasi Variabel R	31

DAFTAR SIMBOL

S	: Jumlah mahasiswa rentan
E	: Jumlah mahasiswa terpapar
I	: Jumlah mahasiswa kecanduan
R	: Jumlah mahasiswa sembuh
N	: Total populasi mahasiswa yang diteliti
θ	: Laju mahasiswa yang menggunakan <i>instagram</i>
μ	: Laju mahasiswa yang berhenti menggunakan <i>instagram</i>
γ	: Laju perpindahan mahasiswa dari kelas <i>susceptible</i> ke kelas <i>exposed</i> .
α	: Laju perpindahan mahasiswa dari kelas <i>exposed</i> ke kelas <i>infected</i>
β	: Laju perpindahan mahasiswa dari kelas <i>infected</i> ke kelas <i>recovered</i> .
ϵ	: Laju perpindahan mahasiswa kelas <i>exposed</i> yang memiliki kontrol diri tinggi ke kelas <i>recovered</i> .
E_0	: Titik kesetimbangan model
x_k	: Variabel keadaan pada saat k
x_{k+1}	: Variabel keadaan pada saat $k + 1$
z_k	: Data pengukuran pada saat k
w_k	: <i>Noise</i> sistem
v_k	: <i>Noise</i> Pengukuran
A	: Matriks koefisien sistem
B	: Matriks koefisien input sistem
G	: Matriks koefisien <i>noisesistem</i>
H	: Matriks koefisien pengukuran
Q	: Matriks kovariansi <i>errornoise</i> sistem pada saat k
R	: Matriks kovariansi <i>errornoise</i> pengukuran pada saat k
$\hat{x}_0 = \bar{x}_0$: Nilai awal estimasi variabel tahap inisialisasi
$P_0 = P_{x_0}$: Nilai awal kovariansi <i>error</i> tahap inisialisasi
\hat{x}_{k+1}^-	: Estimasi variabel tahap prediksi pada waktu $k + 1$
P_{k+1}^-	: Kovariansi <i>error</i> tahap prediksi pada waktu $k + 1$
K_{k+1}	: <i>Kalman gain</i> pada waktu $k + 1$
\hat{x}_{k+1}	: Estimasi variabel tahap koreksi pada waktu $k + 1$
P_{k+1}	: Kovariansi <i>error</i> tahap koreksi pada waktu $k + 1$

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang permasalahan yang mendasari penulisan Tugas Akhir. Kemudian juga disusun rumusan masalah yang akan diberi batasan-batasan, tujuan, dan manfaat yang dapat diperoleh dari Tugas Akhir.

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada masa pandemi COVID-19 banyak aktivitas yang harus dilakukan secara online dengan menggunakan koneksi internet. Internet akan mempermudah penggunaannya untuk mendapatkan informasi secara praktis dan cepat. Berdasarkan data yang diperoleh dari Internet World Stats, Indonesia berada pada peringkat ketujuh dengan penggunaan internet terbanyak se Asia Tenggara per Juni 2021. Penggunaan internet di Indonesia mencapai 76,8% atau sekitar 212,35 juta jiwa dari perkiraan jumlah populasinya sebanyak 276,36 juta jiwa. Dari internet, pengguna dapat menggunakan berbagai macam media sosial, salah satunya yang paling populer dikalangan remaja adalah instagram. Instagram adalah sebuah aplikasi untuk berbagi foto dan video yang dapat dijadikan kenangan untuk masa mendatang. Dari data statistik yang dirilis oleh Napoleoncat, jumlah pengguna instagram di Indonesia hingga November 2021 mencapai 33,4% dari total populasi atau sekitar 92,52 juta pengguna. Pengguna terbanyak berdasarkan usia berada pada usia 18-24 tahun yaitu sebanyak 37,2%.

Media sosial memang memberikan banyak dampak positif bagi remaja, tetapi juga memberikan dampak negatif bagi kehidupan remaja. Hal tersebut dikarenakan remaja tidak mampu dalam mengontrol penggunaan media sosial. Jika remaja tidak mampu dalam mengontrolnya, maka waktu dalam penggunaannya akan meningkat dan dapat menyebabkan kecanduan terhadap media sosial. Dampak dari kecanduan yaitu remaja menjadi acuh dengan tanggung jawabnya sebagai pelajar yang berdampak pada keterlambatan dalam pengumpulan tugas-tugas, waktu belajar berkurang, dan prestasi mengalami penurunan dikarenakan menghabiskan waktu untuk mengakses media sosial (Apriliani dkk., 2020).

Oleh karena itu, perlu adanya penelitian mengenai tingkat kecanduan penggunaan media sosial. Kecanduan penggunaan media sosial dapat diformulasikan ke dalam bentuk model matematika. Dari model matematika yang telah diperoleh dapat digunakan untuk melihat bagaimana banyaknya individu kecanduan penggunaan media sosial dengan melakukan estimasi variabel yang tujuannya adalah mengestimasi variabel dari model kecanduan penggunaan media sosial pada populasi mahasiswa di waktu yang akan datang. Estimasi variabel pada model tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Kalman Filter*.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Syafruddin dkk pada tahun 2020 yang berjudul "Model Matematika SIR Sebagai Solusi Kecanduan Penggunaan Media Sosial" yang membahas bagaimana pengaruh nilai suatu parameter yaitu laju kesembuhan dengan kontrol diri tinggi untuk mengatasi masalah kecanduan penggunaan media sosial (Side, Sanusi dkk., 2020). Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Annisa pada tahun 2020 yang berjudul "Estimasi Parameter Model Penyebaran Penyakit Malaria dengan Menggunakan Metode Kalman Filter" yang membandingkan nilai estimasi dengan nilai kumulatif pada kasus manusia yang terinfeksi malaria di provinsi Papua pada tahun 2018, serta dari nilai estimasi tersebut diperoleh juga nilai estimasi dari setiap variabel dan parameter yang ada (Maha, 2020).

Berdasarkan uraian diatas, maka hal yang menarik untuk dibahas pada Tugas Akhir ini yaitu dilakukan pemodelan matematika pada kasus kecanduan penggunaan media sosial dan dilakukan estimasi pada model yang telah diperoleh dengan menggunakan metode *Kalman Filter*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam tugas akhir ini berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model matematika pada kasus kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*) ?
2. Bagaimana langkah-langkah metode *Kalman Filter* dalam mengestimasi variabel pada model kecanduan penggunaan media sosial ?
3. Bagaimana hasil dari simulasi untuk estimasi variabel pada model kecanduan penggunaan media sosial menggunakan metode *KalmanFilter*?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, permasalahan dalam penelitian Tugas Akhir ini akan dibatasi sebagai berikut:

1. Model matematika yang digunakan adalah model matematika SEIR.
2. Jenis media sosial dalam penelitian ini adalah Instagram.
3. Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa ITS angkatan 2021 (yang mengikuti mata kuliah bersama)
4. Simulasi dalam penelitian ini menggunakan *software* Maple dan Matlab.

1.4 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan model matematika pada kasus kecanduan penggunaan mediasosial.
2. Mendapatkan langkah-langkah dalam mengestimasi variabel pada model kecanduan penggunaan media sosial dengan menggunakan *KalmanFilter*.
3. Mendapatkan hasil simulasi untuk estimasi variabel pada modelkecanduan penggunaan medis sosial dengan menggunakan metode *Kalman Filter*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan penulis dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Menambah pengetahuan dan gambaran tentang pemodelan dan estimasi variabel menggunakan metode *Kalman Filter* pada kasus kecanduan penggunaan media sosial.
2. Memberikan referensi bagi pembaca tentang pemodelan dan estimasi variabel menggunakan metode *Kalman Filter* pada kasus kecanduan penggunaan media sosial untuk penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas landasan teori yang menjadi dasar materi dalam penulisan Tugas Akhir serta menunjang metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini, termasuk penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini, penulis merujuk pada beberapa penelitian terdahulu yaitu penelitian yang ditulis oleh Syafruddin dkk, pada tahun 2020 dengan judul “Model Matematika SIR sebagai Solusi Kecanduan Penggunaan Media Sosial” yang membahas bagaimana pengaruh nilai suatu parameter yaitu laju kesembuhan dengan kontrol diri tinggi untuk mengatasi masalah kecanduan penggunaan media sosial. Pada penelitian tersebut didapatkan dua titik kesetimbangan yaitu titik kesetimbangan bebas kecanduan dan titik kesetimbangan kecanduan. Kemudian dilakukan analisa kestabilan pada dua titik kesetimbangan tersebut. Selanjutnya juga dilakukan simulasi numerik terhadap laju kesembuhan dengan kontrol diri tinggi dalam model kecanduan penggunaan media sosial menggunakan software *Maple* (Side, Sanusi, dkk., 2020).

Berdasarkan penelitian lain yang ditulis oleh Annisa pada tahun 2020 yang berjudul “Estimasi Parameter Model Penyebaran Penyakit Malaria dengan Menggunakan Metode Kalman Filter”. Pada penelitian tersebut didapatkan titik kesetimbangan non endemik. Selanjutnya dikarenakan model sistem dalam bentuk non linier maka dilakukan pelinieran dan pendiskritan pada sistem yang telah dilinierisasi. Kemudian dilakukan analisa kestabilan menggunakan sistem linier dan diskrit yang telah didapatkan. Kemudian dilakukan simulasi numerik untuk mengestimasi parameter dengan menggunakan *Kalman Filter*. Hasil dari simulasi yaitu membandingkan nilai estimasi dengan nilai kumulatif pada kasus manusia yang terinfeksi malaria di provinsi Papua pada tahun 2018, serta diperoleh juga nilai estimasi dari setiap variabel dan parameter yang ada (Maha, 2020).

Adapula penelitian yang ditulis oleh Syafruddin dkk, pada tahun 2020 yang berjudul “Model SEIR Kecanduan Game Online pada Siswa di SMP Negeri 3 Makasar”. Pada penelitian tersebut didapatkan model SEIR pada kasus kecanduan game online. Kemudian didapatkan dua titik setimbang yaitu titik kesetimbangan bebas kecanduan dan titik kesetimbangan kecanduan yang keduanya bersifat stabil. Hasil dari simulasi model didapatkan suatu solusi bahwa pengawasan orang tua, program bimbingan konseling yang diberikan oleh guru kepada siswa serta seminar tentang game online sangat efektif untuk mengurangi jumlah siswa yang kecanduan game online (Side, Muzakir, et al., 2020).

2.2 Kecanduan Media Sosial

Pada era ini tidak heran lagi dengan keberadaan teknologi dan internet. Dengan adanya teknologi dan internet kita sudah terbiasa hidup praktis dalam berkomunikasi, terutama dengan media sosial. Media sosial atau medsos adalah sebuah wadah yang bisa dimanfaatkan oleh pengguna internet untuk berinteraksi, berbagi, dan berkomunikasi dengan pengguna internet lain dengan mudah dan murah. (Sangadji et al., 2020).

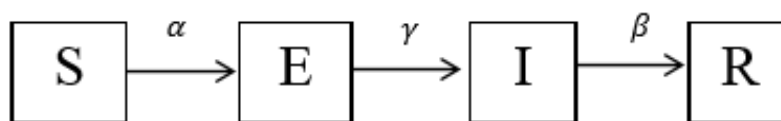
Perkembangan media sosial di era ini berkembang secara pesat dan didukung oleh perkembangan teknologi yang sangat pesat juga. Semakin banyak handphone atau gadget yang canggih dengan biaya internet juga semakin terjangkau membuat hampir semua kalangan bisa sangat mudah memainkan media sosial khususnya para mahasiswa. Semakin banyak media

sosial bisa diakses dengan sangat mudah antara lain google, facebook, twitter, dan instagram (Sangadji et al., 2020).

Para remaja atau mahasiswa yang kecanduan dengan media sosial biasanya mempunyai ciri-ciri, antara lain biasanya para remaja sebelum tidur atau bangun tidur langsung membuka hp dan mengecek media sosial. Selain itu, ciri-ciri para pecandu media sosial juga dilihat pada saat ada waktu senggang pasti para pecandu media sosial bermain media sosial (Sangadji et al., 2020). Definisi mengenai kecanduan menurut Arthur T. Hovart dalam (Dr. Tina Amelia, S.H., 2022), yaitu : “ An activity or substance we repeatedly crave to experience, and for which we are willing if necessary to pay a price (or negative consequences)”. Berdasarkan definisi tersebut, kecanduan berarti suatu aktivitas atau substansi yang dilakukan berulang-ulang dan dapat menimbulkan kecanduan (Dr. Tina Amelia, S.H., 2022). Sedangkan, kecanduan media sosial itu adalah gangguan psikologis dimana penggunaannya menghabiskan banyak waktu untuk berlama-lama dalam menggunakan media sosial yang disebabkan rasa ingin tahu tinggi, kurang kontrol, dan kurang kegiatan (Lestary & Evi Winingsih, 2020).

2.3 Model Matematika SEIR

Model matematika merupakan terjemahan ide atau gagasan matematika dari suatu masalah nyata yang diungkapkan melalui lambang atau simbol matematika dalam pemecahan masalah (Istiqomah, 2020). Model matematika sekarang ini banyak digunakan dalam bidang kesehatan. Seperti model matematika untuk menganalisis penyebaran penyakit diantaranya ada model epidermi SIR (Susceptible-Infected-Recovered), SEIR (Susceptible-Exposed-Infected-Recovered), dan lainnya (Side, Sanusi, et al., 2020). Model SEIR adalah pengembangan dari model SIR, dimana pada model SIR dibagi menjadi tiga kompartemen yaitu *Susceptible* (S) merupakan individu rentan, *Infected* (I) merupakan individu yang telah terinfeksi penyakit, dan *Recovered* (R) merupakan individu yang sembuh dari penyakit (Ndi, 2018). Akan tetapi pada model SEIR ditambahkan sebuah variabel, yaitu *Exposed* (E) yang merupakan individu terpapar atau sudah terdeteksi adanya penyakit namun belum sepenuhnya terinfeksi (Istiqomah, 2020). Selain digunakan dalam bidang kesehatan, model SEIR ini juga dapat digunakan dalam bidang sosial salah satunya yaitu pada kasus kecanduan penggunaan media sosial. Dasar model SEIR dengan empat kompartemen diberikan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Diagram Kompartemen Model SEIR

Sistem persamaan diferensial yang terbentuk dari diagram kompartemen model SEIR di atas adalah :

$$\frac{dS}{dt} = -\alpha SI \quad (2.1)$$

$$\frac{dE}{dt} = \alpha SI - \gamma E \quad (2.2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \gamma E - \beta I \quad (2.3)$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta I \quad (2.4)$$

Parameter α dalam persamaan adalah transmivitas. Sedangkan bentuk αSI merupakan standar kinetik, berdasarkan hal ini mempertemukan setiap unit waktu dalam setiap susceptible dan infected. Transmivitas α didefinisikan dengan pertemuan antara frekuensi dan efisiensi yang menyebabkan sebuah penyakit dapat berkembang atau menular. Parameter γ diberikan sebagai transisi dari keadaan exposed menjadi keadaan terinfeksi. Parameter β mendeskripsikan transisi antara terinfeksi dan recovered (Istiqomah, 2020).

2.4 Perhitungan Nilai Parameter

Perhitungan nilai parameter menurut (Ma & Li, 2009), misal diberikan model yang sangat sederhana untuk menggambarkan penularan SARS di Cina sebagai berikut:

$$\frac{dI(t)}{dt} = \beta(t)I(t) - (\gamma(t) + \mu(t))I(t), I(t_0) = I_0 \quad (2.5)$$

persamaan diatas merupakan persamaan diferensial biasa yang sangat sederhana dan memiliki solusi analitik. Model diatas diubah menjadi model diskrit, sehingga didapatkan model berikut:

$$I(t + 1) = I(t) + \beta(t)I(t) - (\gamma(t) + \mu(t))I(t), I(t_0) = I_0 \quad (2.6)$$

model tersebut mengatakan bahwa jumlah pasien SARS yang didiagnosis besok sama dengan jumlah pasien SARS hari ini ditambah yang baru didiagnosis, dan dikurangi jumlah pasien yang sembuh dan meninggal. Dengan menggunakan data harian yang dilaporkan untuk memperkirakan parameter, dan kemudian menggunakan model diskrit untuk memberikan prediksi. Menurut definisi adalah :

$$\beta(t) = \frac{\text{jumlah pasien SARS yang didiagnosis setiap hari pada waktu } t}{\text{jumlah akumulasi pasien SARS pada waktu } t},$$

$$\gamma(t) = \frac{\text{jumlah pasien SARS yang sembuh setiap hari pada waktu } t}{\text{jumlah akumulasi pasien SARS pada waktu } t},$$

$$\mu(t) = \frac{\text{jumlah pasien SARS yang meninggal setiap hari pada waktu } t}{\text{jumlah akumulasi pasien SARS pada waktu } t}$$

2.5 Titik Setimbang dan Kestabilan Asimtotik Lokal

Titik kesetimbangan merupakan salah satu solusi yang penting dalam pembahasan sistem dinamik. Titik kesetimbangan merupakan titik tetap yang tidak berubah terhadap waktu (Sinaga et al., 2021). Untuk sistem linear akan diambil titik setimbang pada $\bar{x} = 0$ (akan terdapat titik setimbang lain, jika $\det(A) = 0$) (Salmah, 2021). Misal diberikan sistem persamaan diferensial diberikan sebagai berikut:

$$\dot{x} = f(x) \quad (2.7)$$

Sebuah titik \bar{x}_0 dari persamaan (2.7) disebut titik setimbang jika $f(\bar{x}_0) = 0$ (Perko, 2001).

Kestabilan asimtotik lokal pada titik kesetimbangan ditentukan oleh tanda pada bagian real dari akar-akar karakteristik sistem (Musa, 2015). Titik setimbang pada sistem pada umumnya tidak tunggal, maka definisi kestabilan merujuk pada titik setimbang, bukan pada sistem. Akan tetapi, untuk sistem linear dengan matriks koefisien mempunyai

invers(yang berarti hanya mempunyai titik setimbang tunggal), kestabilan dapat merujuk kepada sistem(Salmah, 2021).

Teorema 1(Alexander P. Seyranian, 2003) Sistem linier (1.13) adalah stabil asimtotik jika dan hanya jika semua nilai eigen dari matriks A memiliki bagian real negatif $Re(\lambda) < 0$. Sistem (1.13) adalah stabil jika dan hanya jika semua nilai eigen dari matriks A memiliki bagian real negatif atau nol $Re(\lambda) \leq 0$ dengan semua murni imajiner dan nilai eigen nol sederhana. Akhirnya, sistem linier (1.13) adalah tidak stabil jika dan hanya jika terdapat nilai eigen dari matriks A memiliki bagian real positif ($\lambda > 0$, atau nilai eigen dengan bagian real nol $Re(\lambda) = 0$ yang tidak sederhana).

2.6 Metode Beda Hingga Maju

Persamaan model kecanduan penggunaan sosial media merupakan persamaan sistem linier yang kontinu. Untuk mengestimasi suatu sistem dinamik, diperlukan persamaan sistem linier dalam bentuk diskrit. Oleh karena itu dilakukan diskritisasi model dengan metode beda hingga maju. Metode beda hingga adalah metode numerik yang digunakan untuk mendekati suatu penyelesaian persamaan diferensial dengan menggunakan persamaan beda hingga sebagai pengganti dalam bentuk turunan (Maha, 2020). Jika $v(t_{i+1})$ di sekitar t_i diekspansikan menurut deret Taylor maka didapat (Vivian Siahaan, 2020) :

$$v(t_{i+1}) = v(t_i) + v'(t_i)(t_{i+1} - t_i) + \frac{v''(t_i)}{2!}(t_{i+1} - t_i)^2 + \dots + R_n \quad (2.8)$$

karena nilai $h = (t_{i+1} - t_i)$ sangat kecil sehingga dapat diabaikan, maka potong deret diatas setelah suku derivatif pertama, menjadi

$$v(t_{i+1}) = v(t_i) + v'(t_i)(t_{i+1} - t_i) + R_1 \quad (2.9)$$

diperoleh,

$$v'(t_i) = \frac{v(t_{i+1}) - v(t_i)}{t_{i+1} - t_i} - \frac{R_1}{t_{i+1} - t_i} \quad (2.10)$$

dengan galat atau error pemotongan,

$$\frac{R_1}{(t_{i+1} - t_i)} = O(t_{i+1} - t_i) \quad (2.11)$$

dari persamaan (2.10) diberikan label formal dalam metode numeris, yang dinamakan beda hingga. Secara umum dapat direpresentasikan dengan,

$$f'(x_i) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_i)}{x_{i+1} - x_i} + O(x_{i+1} - x_i) \quad (2.12)$$

atau

$$f'(x_i) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_i)}{h} + O(h) \quad (2.13)$$

maka diperoleh beda hingga maju dengan $h = \Delta x$ persamaan (2.13) dapat ditulis:

$$f'(x_i) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_i)}{\Delta x} \quad (2.14)$$

2.7 Metode Kalman Filter

Kalman Filter (KF) merupakan suatu metode estimasi variabel keadaan dari sistem dinamik stokastik linier diskrit yang meminimumkan kovarian error estimasi dan pertama kali diperkenalkan oleh Rudolp E. Kalman pada tahun 1960 (Fauziah, 2013). Dalam prosesnya, *Kalman Filter* terbagi dalam dua tahapan yaitu tahap prediksi dan tahap koreksi. Tahap prediksi ini adalah tahap estimasi dari sistem model dinamik, dan tahap koreksi adalah tahap estimasi dari model pengukuran. Algoritma dari *Kalman Filter* dapat ditulis sebagai berikut :

Tabel 2.1 Algoritma *Kalman Filter*

Model Sistem dan Pengukuran
$x_{k+1} = Ax_k + Bu_k + Gw_k$ $z_k = Hx_k + v_k$
Asumsi
$x_0 \sim N(\bar{x}_0, P_{x_0}); w_k \sim N(0, Q); v_k \sim N(0, R)$
Inisialisasi
$\hat{x}_0 = \bar{x}_0$ $P_0 = P_{x_0}$
Tahap Prediksi
Estimasi : $\hat{x}_{k+1}^- = A\hat{x}_k^- + Bu_k$ Kovariansi error : $P_{k+1}^- = AP_k A^T + GQG^T$
Tahap Koreksi
Kalman Gain : $K_{k+1} = P_{k+1}^- H^T (HP_{k+1}^- H^T + R)^{-1}$ Estimasi: $\hat{x}_{k+1} = \hat{x}_{k+1}^- + K_{k+1}(z_{k+1} - H\hat{x}_{k+1}^-)$ Kovariansi error: $P_{k+1} = (I - K_{k+1}H)P_{k+1}^-$

dengan keterangan simbol pada Tabel 2.1 adalah sebagai berikut:

- x_k : Variabel keadaan pada waktu ke- k
- x_{k+1} : Variabel keadaan pada waktu ke- $k + 1$
- z_k : Data pengukuran pada waktu ke- k
- z_{k+1} : Data pengukuran pada waktu ke- $k + 1$
- w_k : *Noise* sistem
- v_k : *Noise* Pengukuran
- A : Matriks koefisien sistem (konstan) yang bersesuaian
- B : Matriks koefisien input sistem (konstan) yang bersesuaian
- G : Matriks koefisien *noise* sistem (konstan) yang bersesuaian
- H : Matriks koefisien pengukuran (konstan) yang bersesuaian
- Q : kovariansi *error noise* sistem
- R : kovariansi *error noise* pengukuran
- $\hat{x}_0 = \bar{x}_0$: Nilai awal estimasi variabel tahap inisialisasi
- $P_0 = P_{x_0}$: Nilai awal kovariansi *error* tahap inisialisasi
- \hat{x}_{k+1}^- : Estimasi variabel tahap prediksi pada waktu ke- $k + 1$

- P_{k+1}^- : Kovariansi *error* tahap prediksi pada waktu ke- $k + 1$
- K_{k+1} : *Kalman gain* pada waktu ke- $k + 1$
- \hat{x}_{k+1} : Estimasi variabel tahap koreksi pada waktu ke- $k + 1$
- P_{k+1} : Kovariansi *error* tahap koreksi pada waktu ke- $k + 1$

2.8 Tingkat Ketelitian Estimasi

Ketelitian atau “*accuracy*” dipandang sebagai suatu kriteria untuk menyatakan tingkat kepercayaan suatu hasil estimasi (Safii, 2016). Dalam penelitian ini digunakan ukuran tingkat ketelitian yakni *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE merupakan pengukuran statistik yang digunakan untuk mengukur kesesuaian pada metode peramalan yang dinyatakan dalam bentuk presentase. Dengan MAPE dapat dilihat seberapa besar kesalahan peramalan dari data aktual. Nilai MAPE semakin baik dan dapat dikatakan akurat jika nilainya semakin kecil atau mendekati nol. Rumus untuk menghitung nilai MAPE adalah sebagai beriku (Chase, 2016):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{A_t} \times 100\% \quad (2.15)$$

dengan

A_t = nilai aktual pada saatt,

F_t = nilai estimasi pada saatt,

n = banyakdata.

Terdapat analisa nilai keakuratan hasil peramalan sebagaimana tertulis pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Nilai Akurasi MAPE

Range MAPE	Interpretasi
MAPE < 10%	Akurasi sangat baik
10% < MAPE ≤ 20%	Akurasi baik
20% < MAPE ≤ 50%	Akurasi cukup
MAPE > 50%	Akurasi buruk

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penyelesaian masalah pada Tugas Akhir ini, serta diberikan prosedur pada setiap tahapannya. Berikut adalah metode penelitian yang digunakan:

3.1 Studi Literatur

Tahap ini diperlukan pengkajian literatur sebagai bahan untuk memecahkan masalah. Pengkajian literatur dilakukan dengan mempelajari jurnal, buku, tugas akhir atau tesis yang meliputi pemodelan matematika, titik setimbang, kestabilan sistem, metode *Kalman Filter* dan lain sebagainya yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.2 Membuat Konsep Model Kecanduan Penggunaan Media Sosial

Pada Tugas Akhir ini dikaji tentang model kecanduan penggunaan media sosial. Model persamaan matematika yang digunakan adalah model matematika SEIR. Dari model yang diperoleh, dilakukan analisa dan estimasi banyaknya individu kecanduan menggunakan metode *Kalman Filter*.

3.3 Pengumpulan Data

Pada tahap ini, metode pengumpulan data yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah menggunakan survey angket atau kuisisioner. Proses penyebaran kuisisioner yaitu dengan menggunakan link google form dan ditujukan kepada mahasiswa ITS dengan kuisisioner yang bersifat terbuka dan tertutup, dimana terbuka artinya responden diberi kebebasan menjawab dan tertutup artinya responden tidak diberikan kebebasan menjawab karena jawaban dari pertanyaan telah disediakan oleh peneliti dalam kuisisioner tersebut. Dalam penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari hasil kuisisioner untuk menentukan nilai awal variabel. Dengan demikian, dari nilai awal tersebut juga dapat digunakan untuk menentukan nilai parameternya.

3.4 Mencari Titik Keseimbangan

Berdasarkan pada model kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*) yang diperoleh, maka selanjutnya dilakukan analisis terhadap model sehingga didapatkan titik keseimbangan sistem. Titik keseimbangan diperoleh dengan perhitungan secara manual dan bantuan *software* Maple.

3.5 Analisa Kestabilan Sistem

Tahap ini dilakukan analisa kestabilan lokal untuk mengetahui kestabilan sistem yang ditentukan berdasarkan tanda pada bagian real dari akar-akar persamaan karakteristik sistem. Persamaan karakteristik didapatkan dengan cara $\det(A - \lambda I) = 0$ dimana A merupakan matriks sistem dan I merupakan matriks identitas dengan ukuran yang bersesuaian. Nilai akar –akar persamaan karakteristik sistem didapatkan dengan bantuan *software* Matlab.

3.6 Diskritisasi

Sebelum masuk pada tahap implementasi *Kalman Filter*, perlu dilakukan diskritisasi model terlebih dahulu menggunakan metode beda hingga maju seperti pada persamaan (2.14). Dari persamaan (2.1) - (2.4) dilakukan diskritisasi yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\dot{S} = \frac{dS}{dt} = \frac{S_{k+1} - S_k}{\Delta t} \quad (3.1)$$

$$\dot{E} = \frac{dE}{dt} = \frac{E_{k+1} - E_k}{\Delta t} \quad (3.2)$$

$$\dot{I} = \frac{dI}{dt} = \frac{I_{k+1} - I_k}{\Delta t} \quad (3.3)$$

$$\dot{R} = \frac{dR}{dt} = \frac{R_{k+1} - R_k}{\Delta t} \quad (3.4)$$

hasil diskritisasi kemudian disubstitusikan ke persamaan (2.1), (2.2), (2.3), dan (2.4) sehingga diperoleh sistem dalam bentuk diskrit.

3.7 Implementasi Kalman Filter

Pada tahap ini dijelaskan tahapan dalam estimasi variabel dari model dengan menggunakan metode *Kalman Filter*. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan Model Sistem dan Model Pengukuran

Model sistem:

$$x_{k+1} = Ax_k + Bu_k + Gw_k$$

Model Pengukuran:

$$z_k = Hx_k + v_k$$

- b. Asumsi

Diberikan Asumsi sebagai berikut:

$$x_0 \sim N(\bar{x}_0, P_{x_0}); w_k \sim N(0, Q); v_k \sim N(0, R)$$

Noise pada model sistem (w_k) dan *noise* pada model pengukuran (v_k) diasumsikan berdistribusi normal dengan mean nol dan variansi *noise* diasumsikan konstan sebesar Q dan R.

- c. Tahap Inisialisasi

Pada tahap ini dilakukan inisialisasi nilai estimasi awal variabel keadaan dan kovariansi kesalahan estimasi awal sebagai berikut:

$$\hat{x}_0 = \bar{x}_0; P_0 = P_{x_0}$$

- d. Tahap Prediksi

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai estimasi dan kovarian *error* pada model kecanduan penggunaan media sosial dengan menggunakan nilai awal pada tahap inisialisasi. Estimasi pada tahap prediksi dilihat dari dinamika sistem tanpa mengikutsertakan data pengukuran.

- e. Tahap Koreksi

Pada tahap koreksi ini dilakukan perhitungan *Kalman Gain* untuk meminimumkan kovariansi *error* dan perhitungan kovarian *error* tahap koreksi dengan menggunakan kovarian *error* pada tahap prediksi, serta perhitungan nilai estimasi untuk memperbaiki hasil estimasi tahap prediksi dengan pengaruh data pengukuran. Hasil yang diperoleh dalam perhitungan ini dikatakan baik apabila nilai *error*-nya semakin kecil dan berlaku sebaliknya.

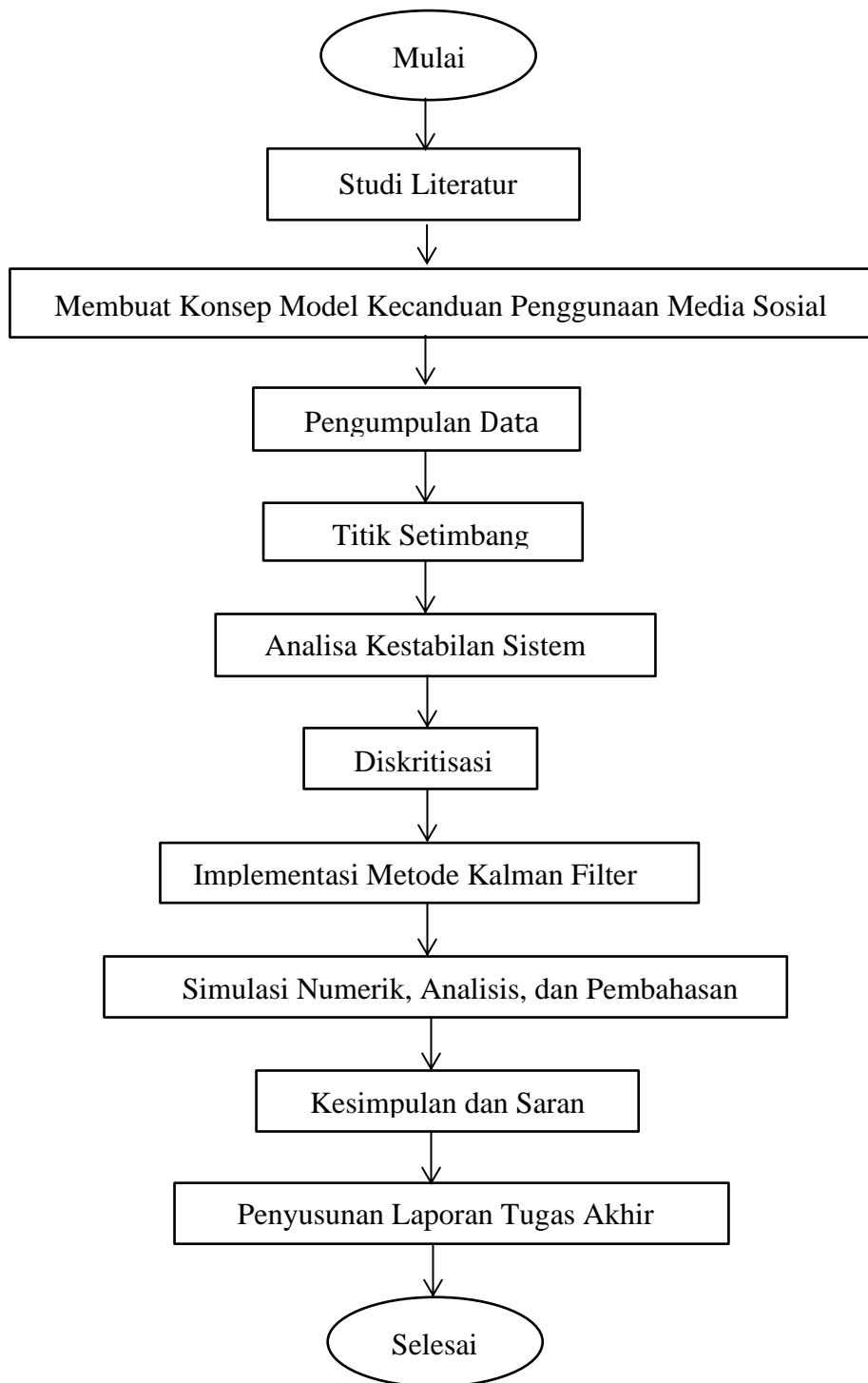
3.8 Simulasi Numerik, Analisis, dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan penerapan model kecanduan penggunaan media sosial. Kemudian dilakukan simulasi menggunakan *software* matlab untuk mengetahui hasil estimasi dan dilakukan analisis terhadap hasil estimasinya. Selanjutnya, dilakukan perbandingan estimasi dengan menggunakan metode *Kalman Filter*. Setelah itu, dilihat keakuratan terhadap nilai MAPE yang apabila memiliki nilai presentase kecil atau mendekati nol, maka metode ini dikatakan memiliki akurasi sangat baik atau akurat dan sesuai dengan model yang diberikan.

3.9 Kesimpulan, Saran, dan Penyusunan Tugas Akhir.

Pada tahap akhir dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil simulasi, analisis, dan pembahasan pada tahap sebelumnya. Kemudian juga diberikan saran yang dibutuhkan untuk penelitian selanjutnya, serta dilakukan penyusunan laporan Tugas Akhir.

Langkah-langkah tersebut diatas dapat digambarkan dalam diagram berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai model matematika kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*), titik kesetimbangan, dan kestabilan sistem. Selain itu dicari estimasi variabel pada model kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*) dan dilakukan simulasi menggunakan metode *Kalman Filter* pada model tersebut dengan menggunakan *software* Matlab.

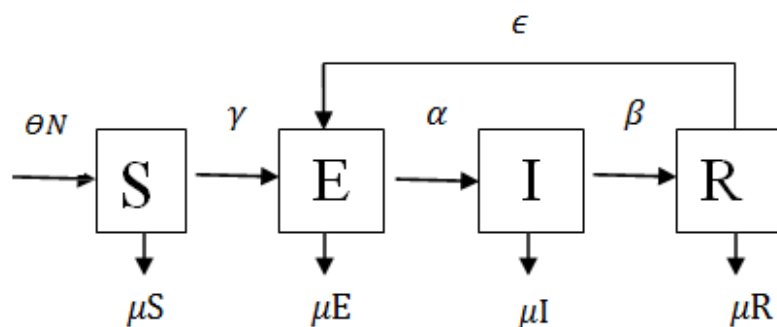
4.1 Model Matematika Kecanduan Penggunaan Media Sosial

Model matematika pada masalah kecanduan penggunaan media sosial yang diusulkan pada penelitian ini terdiri dari empat subpopulasi, yaitu *Susceptible* (S) adalah mahasiswa yang menggunakan *instagram* dengan intensitas waktu rendah (1-2 jam/hari). *Exposed* (E) adalah mahasiswa yang menggunakan media sosial *instagram* dengan intensitas waktu sedang (3-4 jam/hari). *Infected* (I) adalah mahasiswa yang menggunakan media sosial *instagram* dengan intensitas waktu tinggi (> 4 jam/hari). *Recovered* (R) adalah mahasiswa yang menggunakan media sosial dengan intensitas sangat rendah (<1 jam/hari).

Terdapat beberapa asumsi yang diberikan dalam pembentukan model kecanduan penggunaan media sosial yaitu:

1. Terdapat mahasiswa yang menggunakan dan tidak menggunakan *instagram*.
2. Mahasiswa menggunakan media sosial *instagram* atas dasar kemauan sendiri.
3. Mahasiswa kelas *susceptible* masuk dalam kelas *exposed* karena tidak memiliki kontrol diri dalam menggunakan media sosial *instagram*.
4. Mahasiswa kelas *exposed* dapat menjadi kecanduan atau *infected* dikarenakan tidak memiliki kontrol diri tinggi dalam menggunakan sosial media *instagram*.
5. Mahasiswa dalam kelas *exposed* dan *infected* dapat sembuh karena memiliki kontrol diri tinggikan memiliki kesadaran akan dampak negatif penggunaan media sosial yang berlebihan, sehingga masuk dalam kelas *recovered*.
6. Mahasiswa yang masuk dalam kelas sembuh tidak kembali bermain *instagram* dengan waktu lebih dari 1 jam karena memiliki kontrol diri tinggi dalam menggunakan sosial media *instagram*.
7. Setiap mahasiswa yang berhenti menggunakan *Instagram* dari setiap kelas mempunyai laju yang proporsional dengan jumlah individu masing-masing kelas.

Berdasarkan asumsi yang diberikan, maka dapat digambarkan diagram kompartemen model kecanduan penggunaan media sosial ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Diagram Kompartemen Model Kecanduan Penggunaan Media Sosial

Adapun notasi serta definisi dari variabel dan parameter yang digunakan pada model kecanduan penggunaan media sosial tertera pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Tabel Variabel Model Matematika Kecanduan Penggunaan Media Sosial

Variabel	Keterangan
S	Jumlah mahasiswa yang menggunakan Instagram dengan intensitas waktu rendah (1-2 jam/hari)
E	Jumlah mahasiswa yang menggunakan Instagram dengan intensitas waktu sedang (3-4 jam/hari)
I	Jumlah mahasiswa yang menggunakan Instagram dengan intensitas waktu tinggi (> 4 jam/hari)
R	Jumlah mahasiswa yang menggunakan Instagram dengan intensitas waktu sangat rendah (< 1 jam/hari)

Tabel 4.2 Tabel Parameter Model Matematika Kecanduan Penggunaan Media Sosial

Parameter	Keterangan
N	Total populasi mahasiswa yang diteliti.
θ	Laju mahasiswa yang menggunakan instagram
μ	Laju mahasiswa yang berhenti menggunakan instagram
γ	Laju perpindahan mahasiswa dari kelas <i>susceptible</i> ke kelas <i>exposed</i> .
α	Laju perpindahan mahasiswa dari kelas <i>exposed</i> ke kelas <i>infected</i>
β	Laju perpindahan mahasiswa dari kelas <i>infected</i> ke kelas <i>recovered</i> .
ϵ	Laju perpindahan mahasiswa kelas <i>exposed</i> yang memiliki kontrol diri tinggi ke kelas <i>recovered</i> .

Variabel S, E, I, R pada Tabel 4.1 merupakan variabel yang menyatakan jumlah individu dari masing-masing subpopulasi, yaitu $S, E, I, R > 0$ dan untuk setiap parameternya bernilai positif karena menyatakan laju.

Berdasarkan diagram kompartemen pada Gambar 1 model kecanduan penggunaan media sosial dapat disajikan dalam bentuk sistem persamaan diferensial biasa yang linier serta dapat ditulis seperti pada persamaan berikut:

$$\frac{dS}{dt} = \theta N - (\mu + \gamma)S \quad (4.1)$$

$$\frac{dE}{dt} = \gamma S - (\mu + \alpha + \epsilon)E \quad (4.2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha E - (\mu + \beta)I \quad (4.3)$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta I + \epsilon E - \mu R \quad (4.4)$$

dengan total populasi adalah

$$N(t) = S(t) + E(t) + I(t) + R(t) \quad (4.5)$$

dengan syarat awal, $S(0) = S_0 > 0$, $E(0) = E_0 > 0$, $I(0) = I_0 > 0$, $R(0) = R_0 > 0$ dan nilai parameter adalah $\theta, \mu, \alpha, \beta, \gamma, \epsilon > 0$, bernilai positif karena menyatakan laju.

Persamaan (4.1) merepresentasikan laju perubahan individu rentan per satuan waktu. Populasi individu *susceptible* bertambah karena adanya individu yang menggunakan media sosial (*instagram*), berkurang karena adanya individu yang berhenti menggunakan media sosial (*instagram*) dan perpindahan individu kelas *susceptible* yang masuk dalam kelas *exposed* dikarenakan tidak memiliki kontrol diri dalam penggunaan media sosial *instagram*.

Persamaan (4.2) merepresentasikan laju perubahan individu terpapar per satuan waktu. Populasi individu *exposed* bertambah karena adanya individu yang *susceptible* yang tidak memiliki kontrol diri dalam penggunaan media sosial *instagram* sehingga menjadi individu *exposed*, berkurang karena adanya individu yang berhenti menggunakan media sosial *instagram*, adanya perpindahan individu *exposed* menjadi individu kecanduan (*infected*) yang dikarenakan tidak memiliki kontrol diri tinggi dalam penggunaan media sosial *instagram*, dan terdapat perpindahan individu *exposed* menjadi *recovered* dikarenakan memiliki kontrol diri tinggi dan kesadaran akan dampak dari penggunaan media sosial yang berlebihan.

Persamaan (4.3) merepresentasikan laju perubahan individu *infected* per satuan waktu. Populasi individu *infected* bertambah karena adanya individu *exposed* yang tidak memiliki kontrol diri tinggi dalam penggunaan media sosial *instagram* sehingga menjadi individu *infected*, berkurang karena adanya individu yang berhenti menggunakan media sosial *instagram* dan terdapat individu yang sembuh dari kecanduan (*infected*) yang dikarenakan memiliki kontrol diri tinggi serta kesadaran akan dampak negatif penggunaan media sosial yang berlebihan.

Persamaan (4.4) merepresentasikan laju perubahan individu *recovered* per satuan waktu. Populasi individu *recovered* bertambah karena adanya individu *recovered* dan *infected* yang masuk dalam kelas *recovered* dikarenakan memiliki kontrol diri tinggi dan kesadaran akan dampak negatif penggunaan media sosial yang berlebihan, berkurang karena adanya individu yang berhenti menggunakan media sosial *instagram*.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah menggunakan survey angket atau kuisisioner yang ditujukan kepada mahasiswa ITS dan disebarluaskan melalui link *google form* dari tanggal 18 Maret 2022 - 10 April 2022 (24 hari). Dengan demikian, data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh dari hasil kuisisioner. Kuisisioner penelitian ini membutuhkan responden dengan beberapa kriteria yang telah ditentukan, antara lain:

1. Mahasiswa angkatan 2021 yang mengikuti mata kuliah bersama.
2. Pengguna media sosial *Instagram*.
3. Usia 18-24 tahun.

Hasil kuisioner ini digunakan untuk mendapatkan nilai awal variabel keadaan, dimana setiap variabel dibedakan berdasarkan asumsi dari durasi penggunaan media sosial (*Instagram*). Dengan demikian, dari nilai awal variabel tersebut dapat diperoleh pula nilai parameternya. Berikut merupakan beberapa data hasil kuisioner :

4.2.1 Data Jumlah Responden Kuisioner

Hasil kuisioner didapatkan sebanyak 439 responden. Pada tabel dibawah ini ditampilkan data mengenai jumlah responden baik yang sesuai dengan kriteria maupun tidak sesuai kriteria, yaitu:

Tabel 4.3Jumlah Responden

No.	Keterangan	Jumlah
1.	Pengguna <i>instagram</i> usia 18-24 tahun	430
2.	Bukan pengguna <i>instagram</i>	5
3.	Pengguna Instagram usia 17 tahun	3
4.	Data tidak jelas	1
Total		439

4.2.2 Data Responden Pengguna *Instagram*

Berikut adalah data jumlah responden yang menggunakan *Instagram* dan sesuai dengan kriteria lainnya. Data ini di kategorikan berdasarkan durasi, dimana dalam kuisioner terdapat pada pertanyaan nomor sembilan., sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.4 Jumlah Responden Pengguna Instagram Berdasarkan Durasi

No.	Durasi	Jumlah (orang)
1.	<1 jam/hari	88
2.	1-2 jam/hari	199
3.	3-4 jam/hari	90
4.	>4 jam/hari	53
Total		430

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa jumlah populasi variabel S (1-2 jam/hari) sebanyak 199 individu, varibel E (3-4 jam/hari) sebanyak 90 individu, variabel I (>4 jam/hari) sebanyak 53 individu, dan variabel R (<1 jam/hari) sebanyak 88 individu. Jumlah populasi setiap variabel tersebut digunakan sebagai nilai awal variabel. Dengan demikian, total populasi yang diteliti adalah 430 individu.

4.2.3 Data Responden yang Memiliki Kontrol Diri Tinggi

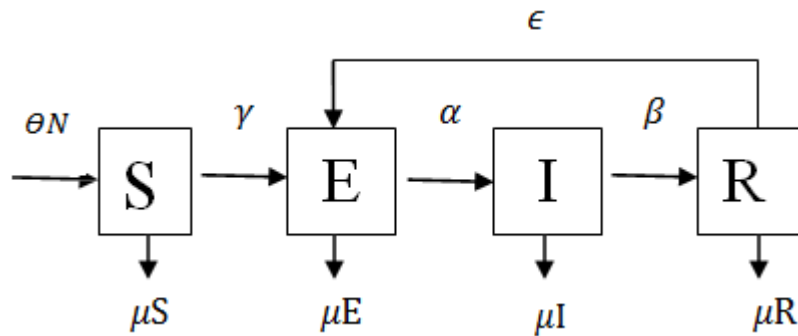
Berikut merupakan data responden yang dalam waktu kedepan dapat mengontrol diri untuk menggunakan sosial media dengan intensitas yang sangat rendah, yaitu durasi penggunaan media sosial kurang dari satu jam,

Tabel 4.5 Jumlah Responden yang Memiliki Kontrol Diri Tinggi

No.	Durasi	Jumlah (orang)
1.	<1 jam/hari	86
2.	1-2 jam/hari	150
3.	3-4 jam/hari	43
4.	>4 jam/hari	19
Total		298

4.2.4 Perhitungan Nilai Parameter

Nilai parameter yang digunakan, yaitu didapatkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan data hasil kuisisioner. Gambar 4.2 merupakan diagram kompartemen model SEIR pada kasus kecanduan penggunaan media sosial (*instagram*),



Gambar 4.2 Diagram Kompartemen SEIR

Berdasarkan diagram kompartemen pada Gambar 4.2 dan data hasil kuisisioner pada Tabel 4.3 – 4.5, maka perhitungan untuk mendapatkan nilai parameter pada model kecanduan penggunaan media sosial menurut (Ma & Li, 2009) adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Tabel Perhitungan Nilai Parameter

Parameter	Perhitungan	Nilai
θ	$\frac{\text{Jumlah populasi S}}{\text{Total populasi SEIR}} = \frac{199}{430}$	0.462790698
γ	$\frac{\text{Jumlah populasi E}}{\text{Total populasi SEIR}} = \frac{90}{430}$	0.209302326
α	$\frac{\text{Jumlah populasi I}}{\text{Total populasi SEIR}} = \frac{53}{430}$	0.123255814
ϵ	$\frac{\text{Jumlah populasi E yang memiliki kontrol diri tinggi}}{\text{Jumlah populasi E}} = \frac{43}{90}$	0.477777778
β	$\frac{\text{Jumlah populasi R}}{\text{Total populasi SEIR}} = \frac{88}{430}$	0.204651163

μ	Jumlah bukan pengguna instagram Total populasi SEIR = $\frac{5}{430}$	0.011600928
-------	---	-------------

Nilai parameter $\theta, \gamma, \alpha, \beta$ didapatkan dari jumlah populasi setiap variabel S, E, I, R seperti tertera pada Tabel 4.4 yang masing-masing dibagi dengan total populasi (N), nilai parameter ϵ diperoleh dari banyak kemungkinan individu pada populasi E yang memiliki kontrol diri yang tertera pada Tabel 4.5 tinggi dibagi dengan jumlah populasi E pada Tabel 4.4, nilai parameter μ diperoleh dari jumlah individu yang bukan pengguna Instagram dibagi dengan total populasi (N).

4.3 Titik Kesetimbangan Model Kecanduan Penggunaan Media Sosial

Titik setimbang adalah titik yang konstan atau tidak berubah terhadap waktu, dimana artinya laju perubahan jumlah populasi tidak mengalami perubahan atau sama dengan nol. Persamaan (4.1)-(4.4) dapat ditulis sebagai berikut:

$$f_1(S, E, I, R) = 0 \quad (4.6a)$$

$$f_2(S, E, I, R) = 0 \quad (4.6b)$$

$$f_3(S, E, I, R) = 0 \quad (4.6c)$$

$$f_4(S, E, I, R) = 0 \quad (4.6d)$$

berdasarkan persamaan (4.1) dan (4.6a) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f_1(S, E, I, R) &= 0 \\ \theta(S + E + I + R) - (\mu + \gamma)S &= 0 \\ (\theta - \mu - \gamma)S + \theta(E + I + R) &= 0 \\ S &= \frac{-\theta(E + I + R)}{(\theta - \mu - \gamma)} \end{aligned} \quad (4.7)$$

kemudian berdasarkan persamaan (4.2) dan (4.6b) dapat ditulis

$$\begin{aligned} f_2(S, E, I, R) &= 0 \\ \gamma S - (\mu + \alpha + \epsilon)E &= 0 \end{aligned} \quad (4.8)$$

Substitusi persamaan (4.7) ke persamaan (4.8)

$$\begin{aligned} \frac{-\gamma\theta(E + I + R)}{(\theta - \mu - \gamma)} - (\mu + \alpha + \epsilon)E &= 0 \\ \frac{-\gamma\theta(E + I + R)}{(\theta - \mu - \gamma)} &= (\mu + \alpha + \epsilon)E \\ -\gamma\theta(E + I + R) &= (\theta - \mu - \gamma)(\mu + \alpha + \epsilon)E \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
-\gamma\theta E - \gamma\theta(I + R) &= (\theta - \mu - \gamma)(\mu + \alpha + \epsilon)E \\
(\gamma\theta + (\theta - \mu - \gamma)(\mu + \alpha + \epsilon)E &= -\gamma\theta(I + R) \\
E &= \frac{-\gamma\theta(I + R)}{(\gamma\theta + (\theta - \mu - \gamma)(\mu + \alpha + \epsilon)} \tag{4.9}
\end{aligned}$$

Selanjutnya berdasarkan persamaan (4.3) dan (4.6c) dapat ditulis sebagai berikut

$$\begin{aligned}
f_3(S, E, I, R) &= 0 \\
\alpha E - (\mu + \beta)I &= 0 \\
I &= \frac{\alpha}{(\mu + \beta)} E \tag{4.10}
\end{aligned}$$

atau

$$E = \frac{(\mu + \beta)}{\alpha} I \tag{4.11}$$

substitusikan persamaan (4.9) ke persamaan (4.10), menjadi

$$\begin{aligned}
I &= \frac{\alpha}{\mu + \beta} \left(\frac{-\gamma\theta(I + R)}{\gamma\theta + (\theta - \mu - \gamma)(\mu + \alpha + \epsilon)} \right) \\
\frac{\mu + \beta}{\alpha} I &= \frac{-\gamma\theta(I + R)}{\gamma\theta + (\theta - \mu - \gamma)(\mu + \alpha + \epsilon)} \\
\left(\frac{\mu + \beta}{\alpha} + \frac{\gamma\theta}{\gamma\theta + (\theta - \mu - \gamma)(\mu + \alpha + \epsilon)} \right) I &= \frac{-\gamma\theta R}{\gamma\theta + (\theta - \mu - \gamma)(\mu + \alpha + \epsilon)}
\end{aligned}$$

dimisalkan $A = \left(\frac{\mu + \beta}{\alpha} + \frac{\gamma\theta}{\gamma\theta + (\theta - \mu - \gamma)(\mu + \alpha + \epsilon)} \right)$ dan $B = \frac{-\gamma\theta R}{\gamma\theta + (\theta - \mu - \gamma)(\mu + \alpha + \epsilon)}$, maka dapat ditulis

$$\begin{aligned}
AI &= BR \\
I &= \left(\frac{B}{A} \right) R \tag{4.12}
\end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan (4.4) dan (4.6d), maka dapat ditulis

$$\begin{aligned}
f_4(S, E, I, R) &= 0 \\
\beta I + \epsilon E - \mu R &= 0 \\
R &= \frac{\beta I + \epsilon E}{\mu} \tag{4.13}
\end{aligned}$$

dengan mensubstitusi persamaan (4.11) ke persamaan (4.13)

$$R = \frac{\beta I + \epsilon \frac{(\mu + \beta)}{\alpha} I}{\mu}$$

$$R = \left(\frac{\beta + \epsilon \frac{(\mu + \beta)}{\alpha}}{\mu} \right) I$$

$$R = \left(\frac{\alpha\beta + \epsilon(\mu + \beta)}{\mu\alpha} \right) I \quad (4.14)$$

dimisalkan $C = \left(\frac{\alpha\beta + \epsilon(\mu + \beta)}{\mu\alpha} \right)$, maka dapat ditulis

$$R = CI \quad (4.15)$$

kemudian substitusi persamaan (4.12) ke persamaan (4.15), menjadi

$$R = C \left(\frac{B}{A} \right) R$$

$$\left(1 - \frac{CB}{A} \right) R = 0$$

$$R^* = 0 \quad (4.16)$$

substitusikan (4.16) ke (4.12), sehingga didapatkan

$$I^* = 0 \quad (4.17)$$

selanjutnya persamaan (4.17) di substitusikan ke persamaan (4.11), didapatkan

$$E^* = 0 \quad (4.18)$$

dengan mensubstitusikan persamaan (4.16)-(4.18) ke persamaan (4.7), maka

$$S^* = 0$$

Berdasarkan perhitungan secara manual seperti diatas dan juga menggunakan bantuan *software* Maple, didapatkan satu titik setimbang pada model kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*). Misal titik setimbang dinyatakan dengan E_1 , maka diperoleh titik setimbang pada model, yaitu $E_1 = (S^*, E^*, I^*, R^*) = (0,0,0,0)$.

4.4 Analisis Kestabilan Sistem

Berikut merupakan model kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*) pada persamaan (4.1) - (4.4) dengan total populasi $N = S + E + I + R$ yang dapat ditulis kembali menjadi :

$$\frac{dS}{dt} = \theta(S + E + I + R) - (\mu + \gamma)S = 0$$

$$= (\theta - \mu - \gamma)S + \theta E + \theta I + \theta R = 0 \quad (4.19)$$

$$\frac{dE}{dt} = \gamma S - (\mu + \alpha + \epsilon)E = 0 \quad (4.20)$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha E - (\mu + \beta)I = 0 \quad (4.21)$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta I + \epsilon E - \mu R = 0 \quad (4.22)$$

Persamaan (4.19) – (4.22) dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} \frac{dS}{dt} \\ \frac{dE}{dt} \\ \frac{dI}{dt} \\ \frac{dR}{dt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \theta - (\mu + \gamma) & \theta & \theta & \theta \\ \gamma & -(\mu + \alpha + \epsilon) & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & -(\mu + \beta) & 0 \\ 0 & \epsilon & \beta & -\mu \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S \\ E \\ I \\ R \end{pmatrix} \quad (4.23)$$

Persamaan (4.23) merupakan model kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*) dalam bentuk state space dan dapat ditulis dalam bentuk:

$$\dot{x} = Ax \quad (4.24)$$

dengan :

$$\dot{x} = \begin{pmatrix} \frac{dS}{dt} \\ \frac{dE}{dt} \\ \frac{dI}{dt} \\ \frac{dR}{dt} \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} \theta - (\mu + \gamma) & \theta & \theta & \theta \\ \gamma & -(\mu + \alpha + \epsilon) & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & -(\mu + \beta) & 0 \\ 0 & \epsilon & \beta & -\mu \end{pmatrix}, \quad \text{dan } x = \begin{pmatrix} S \\ E \\ I \\ R \end{pmatrix}.$$

Berikutnya, untuk menentukan kestabilan sistem yaitu dengan mencari nilai eigen dari persamaan karakteristik dengan $|A - \lambda I| = 0$, dimana A adalah matriks sistem dan I adalah matriks identitas. Dengan demikian, didapatkan nilai eigen dengan perhitungan sebagai berikut:

$$|A - \lambda I| = 0$$

$$\left| \begin{pmatrix} \theta - (\mu + \gamma) & \theta & \theta & \theta \\ \gamma & -(\mu + \alpha + \epsilon) & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & -(\mu + \beta) & 0 \\ 0 & \epsilon & \beta & -\mu \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda \end{pmatrix} \right| = 0$$

$$\left| \begin{pmatrix} \theta - (\mu + \gamma) - \lambda & \theta & \theta & \theta \\ \gamma & -(\mu + \alpha + \epsilon) - \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & -(\mu + \beta) - \lambda & 0 \\ 0 & \epsilon & \beta & -\mu - \lambda \end{pmatrix} \right| = 0$$

Substitusikan nilai parameter seperti yang tertera pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Nilai Parameter Analisis Kestabilan

Parameter	Nilai
θ	0,4627906977
μ	0,01162790698
γ	0,2093023256

Parameter	Nilai
α	0,123255814
β	0,2046511628
ϵ	0,4777777778

Kemudian, didapatkan persamaan karakteristik dari matriks A dengan bantuan *software* Matlab, yaitu :

$$\lambda^4 + 0,598068\lambda^3 - 0,158306\lambda^2 - 0,113081\lambda - 0,013189 = 0$$

dari persamaan karakteristik diatas, didapatkan akar akar karakteristik untuk menentukan kestabilan. Berdasarkan Teorema 1 bahwa apabila nilai eigen $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 < 0$ atau bernilai negatif maka sistem dapat dikatakan stabil asimtotik. Akan tetapi, apabila $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 > 0$ atau minimal terdapat satu nilai eigen bernilai positif maka sistem dikatakan tidak stabil. Dengan demikian, didapatkan nilai eigen dari hasil perhitungan menggunakan bantuan *software* Matlab, yakni :

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 0,4513230 \\ \lambda_2 &= -0,612502 \\ \lambda_3 &= -0,220770 \\ \lambda_4 &= -0,216119\end{aligned}$$

dapat dilihat bahwa terdapat satu nilai eigen yang bernilai positif dan tiga nilai eigen bernilai negatif. Oleh sebab itu, kestabilan sistem ini dikatakan tidak stabil.

4.5 Diskritisasi

Model kecanduan penggunaan sosial media merupakan model persamaan linier yang kontinu sebagaimana dinyatakan dalam persamaan (4.24). Dengan demikian, sebelum diimplementasikan dengan metode *Kalman Filter*, maka model persamaan (4.24) tersebut perlu dilakukan proses diskritisasi terlebih dahulu dengan metode beda hingga maju (2.14) yang di substitusikan ke persamaan (4.24) untuk mendapatkan persamaan linier waktu diskrit dengan langkah-langkah berikut:

dari persamaan (4.24) :

$$\begin{aligned}\dot{x} &= Ax \\ \Leftrightarrow \frac{x_{k+1} - x_k}{\Delta t} &= Ax_k \\ \Leftrightarrow x_{k+1} &= Ax_k(\Delta t) + x_k \\ \Leftrightarrow x_{k+1} &= (A\Delta t + I)x_k \\ \Rightarrow x_{k+1} &= A_d x_k\end{aligned}\tag{4.25}$$

dengan $A_d = (A\Delta t + I)$.

Persamaan (4.25) merupakan bentuk sistem diskrit yang digunakan pada model kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*) sebelum diimplementasikan metode *Kalman Filter*. Berikut adalah hasil pendiskritan model kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*) :

$$S_{k+1} = S_k + \Delta t \left((\theta - (\mu + \gamma))S_k + \theta E_k + \theta I_k + \theta R_k \right) \quad (4.26)$$

$$E_{k+1} = E_k + \Delta t (\gamma S_k - (\mu + \alpha + \epsilon)E_k) \quad (4.27)$$

$$I_{k+1} = I_k + \Delta t (\alpha E_k - (\mu + \beta)I_k) \quad (4.28)$$

$$R_{k+1} = R_k + \Delta t (\beta I_k + \epsilon E_k - \mu R_k) \quad (4.29)$$

Persamaan (4.26) – (4.29) dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut,

$$x_{k+1} = \begin{pmatrix} S_k + \Delta t \left((\theta - (\mu + \gamma))S_k + \theta E_k + \theta I_k + \theta R_k \right) \\ E_k + \Delta t (\gamma S_k - (\mu + \alpha + \epsilon)E_k) \\ I_k + \Delta t (\alpha E_k - (\mu + \beta)I_k) \\ R_k + \Delta t (\beta I_k + \epsilon E_k - \mu R_k) \end{pmatrix}$$

$$x_{k+1} = \begin{pmatrix} 1 + \Delta t(\theta - (\mu + \gamma)) & \Delta t(\theta) & \Delta t(\theta) & \Delta t(\theta) \\ \Delta t(\gamma) & 1 + \Delta t(-(\mu + \alpha + \epsilon)) & 0 & 0 \\ 0 & \Delta t(\alpha) & 1 + \Delta t(-(\mu + \beta)) & 0 \\ 0 & \Delta t(\epsilon) & \Delta t(\beta) & 1 + \Delta t(-\mu) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_k \\ E_k \\ I_k \\ R_k \end{pmatrix} \quad (4.30)$$

dengan $x_{k+1} = \begin{pmatrix} S_{k+1} \\ E_{k+1} \\ I_{k+1} \\ R_{k+1} \end{pmatrix}$ dan nilai $\Delta t = 0.01$ konstan setiap iterasi.

4.6 Implementasi Metode Kalman Filter

Setelah dilakukan distritisasi pada model kecanduan penggunaan media sosial untuk mengubah persamaa linier yang kontinu menjadi persamaan linier dalam bentuk diskrit, selanjutnya dilakukan estimasi variabel menggunakan metode *Kalman Filter*.

4.6.1 Model Sistem dan Model Pengukuran

Model kecanduan penggunaan media sosial pada persamaan (4.30) masih dalam bentuk deterministik, namun seharusnya dalam kondisi yang sebenarnya, sistem persamaan tersebut memuat gangguan. Oleh sebab itu, perlu ditambahkan faktor stokastik dalam bentuk *noise* sistem. Dengan demikian, didapatkan model stokastik dari persamaan (4.30) sebagai berikut :

$$x_{k+1} = \begin{pmatrix} 1 + \Delta t(\theta - (\mu + \gamma)) & \Delta t(\theta) & \Delta t(\theta) & \Delta t(\theta) \\ \Delta t(\gamma) & 1 + \Delta t(-(\mu + \alpha + \epsilon)) & 0 & 0 \\ 0 & \Delta t(\alpha) & 1 + \Delta t(-(\mu + \beta)) & 0 \\ 0 & \Delta t(\epsilon) & \Delta t(\beta) & 1 + \Delta t(-\mu) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_k \\ E_k \\ I_k \\ R_k \end{pmatrix} + GW_k \quad (4.31)$$

dimana $x_{k+1} = \begin{pmatrix} S_{k+1} \\ E_{k+1} \\ I_{k+1} \\ R_{k+1} \end{pmatrix}$ dan G merupakan matriks koefisien *noise* sistem yang bernilai 1

dengan ukuran yang bersesuaian, serta w_k adalah *noise* sistem yang diasumsikan berdistribusi normal dengan mean nol dan kovarian sebesar Q atau dapat ditulis $w_k \sim N(0, Q)$. *Noise* pada sistem dapat berupa pengaruh dari lingkungan yang membuat individu menjadi menggunakan media sosial *Instagram* dan kejujuran dalam pengisian kuisisioner. Persamaan (4.31) digunakan

sebagai model sistem untuk estimasi variabel model kecanduan penggunaan media sosial menggunakan metode *Kalman Filter*.

Model pengukuran yang digunakan, yaitu diasumsikan bahwa semua variabel (S, E, I, R) merupakan variabel yang dapat diukur maka matriks pengukur yang digunakan, yaitu :

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Jadi, diperoleh model pengukuran yang dinyatakan oleh z adalah sebagai berikut :

$$z_k = Hx_k + v_k$$

$$z_k = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_k \\ E_k \\ I_k \\ R_k \end{pmatrix} + v_k$$

dengan v_k adalah *noise* pengukuran yang diasumsikan berdistribusi normal dengan mean nol dan kovarian sebesar R atau biasa ditulis $v_k \sim N(0, R)$.

4.6.2 Inisialisasi

Pada tahap inisialisasi diberikan nilai awal dari variabel keadaan dan kovariansi *error*. Diketahui bahwa pada model kecanduan penggunaan media sosial nilai awal variabel didapatkan dari hasil kuisioner, dimana setiap variabelnya dibedakan berdasarkan durasi penggunaannya *Instagram*, yaitu kelas S dengan durasi 1-2 jam/hari, kelas E dengan durasi 3-4 jam/hari, kelas I dengan durasi lebih dari 4 jam/hari, dan kelas R dengan durasi kurang dari 1 jam/hari. Berdasarkan pada Tabel 4.4 nilai awal variabel digunakan sebagai inisialisasi untuk nilai awal estimasi variabel keadaan pada tahap inisialisasi metode *Kalman Filter*, yakni:

$$\hat{x}_0 = \bar{x}_0 = \begin{pmatrix} S_0 \\ E_0 \\ I_0 \\ R_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 199 \\ 90 \\ 53 \\ 88 \end{pmatrix}$$

selain itu, nilai awal kovariansi *error* diberikan dengan nilai yang kecil, dimana nilai yang digunakan telah dilakukan uji coba dengan beberapa nilai untuk mengetahui nilai mana yang menghasilkan *error* yang kecil atau mendekati nol. Jadi, nilai awal kovariansi *error* adalah sebesar 0.001 dengan matriks diagonal yang bersesuaian sebagai berikut:

$$P_0 = P_{x_0} = \begin{pmatrix} 0.001 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.001 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.001 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.001 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya untuk *noise* sistem (Q) dan *noise* pengukuran (R) diberikan nilai yang sebelumnya telah diuji coba dengan beberapa nilai untuk mengetahui nilai mana yang memiliki hasil *error* paling kecil atau mendekati nol, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut dengan matriks diagonal yang bersesuaian,

$$Q_k = R_k = 0.001$$

4.6.3 Tahap Prediksi

Pada tahap ini dilakukan perhitungan estimasi dan kovariansi error dengan pendekatan terhadap model dinamika sistem tanpa mengikutsertakan data pengukuran. Perhitungan pada tahap prediksi menggunakan persamaan berikut:

Estimasi :

$$\hat{x}_{k+1}^- = A\hat{x}_k$$

Kovariansi *Error* :

$$P_{k+1}^- = AP_k A^T + GQG^T$$

Matriks A diperoleh dari hasil diskritisasi dan diketahui dari persamaan (4.30) adalah sebagai berikut:

$$A = \begin{pmatrix} 1 + \Delta t(\theta - (\mu + \gamma)) & \Delta t(\theta) & \Delta t(\theta) & \Delta t(\theta) \\ \Delta t(\gamma) & 1 + \Delta t(-(\mu + \alpha + \epsilon)) & 0 & 0 \\ 0 & \Delta t(\alpha) & 1 + \Delta t(-(\mu + \beta)) & 0 \\ 0 & \Delta t(\epsilon) & \Delta t(\beta) & 1 + \Delta t(-\mu) \end{pmatrix}$$

dengan $x_k = \begin{pmatrix} S_k \\ E_k \\ I_k \\ R_k \end{pmatrix}$. Pada persamaan kovariansi *error* tahap prediksi, nilai awal kovariansi

error (P) dan nilai Q menggunakan nilai yang telah diberikan pada tahap inisialisasi. Nilai $G = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$, artinya setiap persamaan diferensial masing masing variabel memiliki *noise*.

4.6.4 Tahap Koreksi

Pada tahap ini dilakukan perhitungan estimasi variabel dan kovariansi error yang merupakan perbaikan dari tahap prediksi dengan mengikutsertakan data pengukuran. Data pengukuran didapatkan murni dari hasil pemodelan dalam waktu diskrit dengan ditambahkan *noise* random berdistribusi normal yang dianggap sebagai data sebenarnya, dimana data tersebut dibandingkan dengan hasil dari estimasi tahap koreksi. Pada tahap koreksi juga dilakukan perhitungan *Kalman Gain* yang digunakan untuk meminimumkan kovariansi error tahap prediksi dengan persamaan berikut :

$$K_{k+1} = P_{k+1}^- H^T (HP_{k+1}^- H^T + R)^{-1}$$

dengan P_{k+1}^- adalah nilai kovariansi *error* yang telah didapatkan pada tahap prediksi pada waktu ke- $k + 1$, H adalah matriks pengukuran, dan R adalah kovarian *noise* pengukuran dengan nilai yang diberikan pada tahap inisialisasi. Kemudian perhitungan estimasi pada tahap koreksi menggunakan persamaan berikut:

$$\hat{x}_{k+1} = \hat{x}_{k+1}^- + K_{k+1}(z_{k+1} - H\hat{x}_{k+1}^-)$$

dengan \hat{x}_{k+1}^- adalah nilai estimasi yang telah diperoleh pada tahap prediksi, K_{k+1} adalah *Kalman Gain*, z_{k+1} adalah data pengukuran yang didapatkan dari pemodelan, dan H adalah

matriks pengukuran, yaitu $H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ dengan asumsi semua variabel (S, E, I, R)

merupakan variabel yang dapat diukur. Selanjutnya dilakukan perhitungan kovariansi *error* tahap koreksi dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_{k+1} = (I - K_{k+1}H)P_{k+1}^-$$

dimana I adalah matriks identitas dengan ukuran yang bersesuaian, P_{k+1}^- adalah nilai kovariansi *error* yang telah didapatkan pada tahap prediksi pada waktu ke- $k + 1$, H adalah matriks pengukuran, dan K_{k+1} adalah *Kalman Gain* pada waktu ke- $k + 1$.

4.7 Analisis Hasil Simulasi Numerik

Pada bagian ini dilakukan simulasi numerik untuk mendapatkan estimasi variabel pada model matematika kecanduan penggunaan media sosial (*Instagram*) dengan metode *Kalman Filter* menggunakan *software* MATLAB. Pada simulasi ini nilai estimasi variabel ditampilkan dalam bentuk grafik, selain itu diketahui juga nilai MAPE dari hasil estimasi. Dalam simulasi ini, nilai awal variabel dan parameter yang digunakan sebagai berikut:

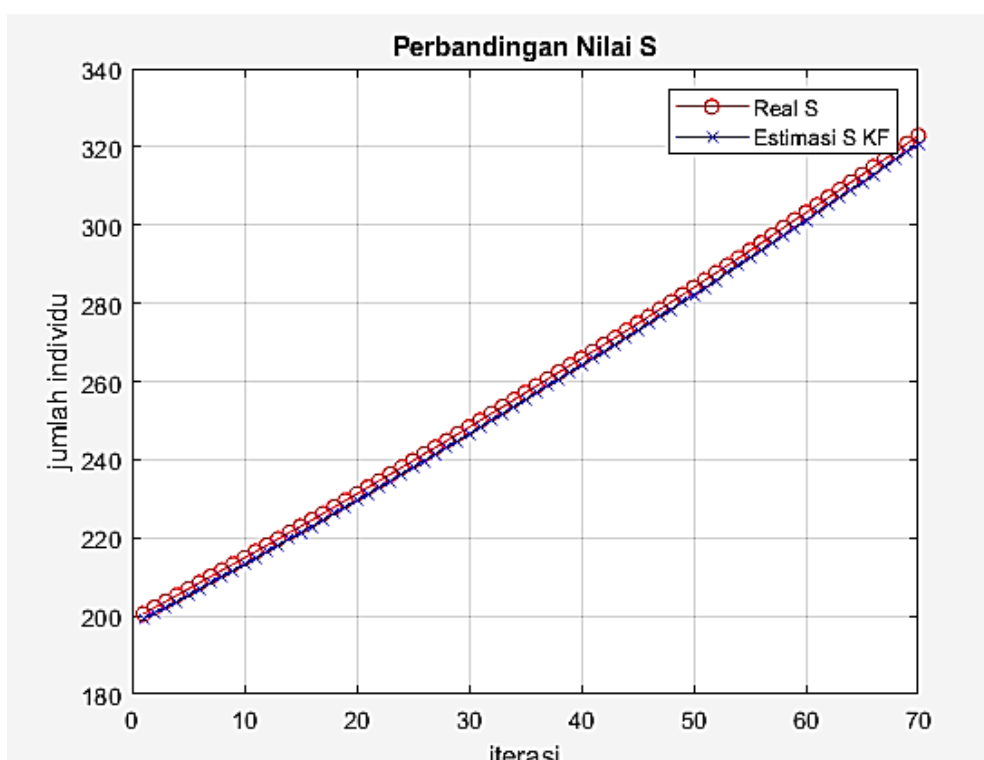
Tabel 4.8 Tabel Nilai Awal Variabel dan Parameter

Simbol	Keterangan	Nilai awal
S	Jumlah mahasiswa yang menggunakan Instagram dengan intensitas waktu rendah (1-2 jam/hari)	199
E	Jumlah mahasiswa yang menggunakan Instagram dengan intensitas waktu sedang (3-4 jam/hari)	90
I	Jumlah mahasiswa yang menggunakan Instagram dengan intensitas waktu tinggi (> 4 jam/hari)	53
R	Jumlah mahasiswa yang menggunakan Instagram dengan intensitas waktu sangat rendah (< 1 jam/hari)	88
θ	Laju mahasiswa yang menggunakan instagram	0,4627906977
μ	Laju mahasiswa yang berhenti menggunakan instagram	0,01162790698
γ	Laju perpindahan mahasiswa dari kelas <i>susceptible</i> ke kelas <i>exposed</i> .	0,2093023256
α	Laju perpindahan mahasiswa dari kelas <i>exposed</i> ke kelas <i>infected</i>	0,123255814
β	Laju perpindahan mahasiswa dari kelas <i>infected</i> ke kelas <i>recovered</i> .	0,2046511628

ϵ	Laju perpindahan mahasiswa kelas <i>exposed</i> yang memiliki kontrol diri tinggi ke kelas <i>recovered</i> .	0,4777777778
------------	---	--------------

Berikut merupakan penjelasan hasil dari simulasi numerik menggunakan metode *Kalman Filter* dengan iterasi sebanyak 70, dimana untuk iterasi kedua yaitu adalah hasil estimasi variabel untuk 24 hari berikutnya dan begitupun seterusnya sampai iterasi ke- 71. Hasil simulasi ditampilkan melalui grafik dengan nilai awal variabel dan parameter yang terdapat pada Tabel 4.8. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan *software* Matlab. Uraian lengkap mengenai *source code* program MATLAB dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.7.1 Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Variabel S



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Populasi Mahasiswa Rentan (S)

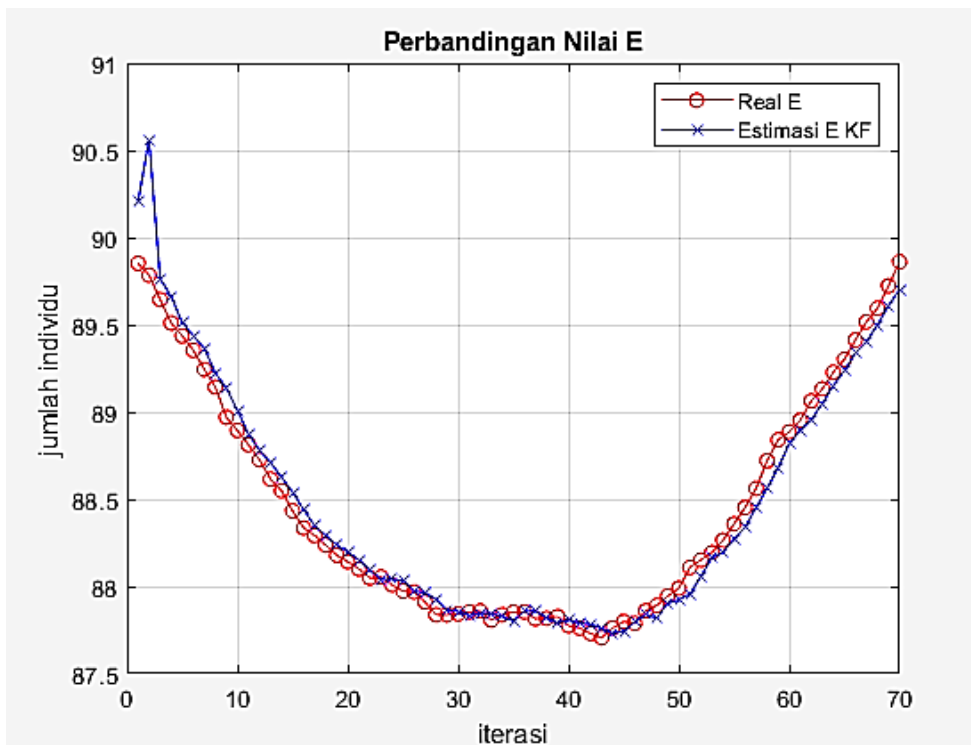
Gambar 4.3 menunjukkan perbandingan nilai real yang memuat noise (lintasan berwarna merah) dan nilai estimasi (lintasan berwarna biru) dari populasi mahasiswa rentan (S) dengan menggunakan metode *Kalman Filter*. Dapat dilihat dari grafik bahwa populasi S mengalami peningkatan. Hal tersebut terjadi karena *instagram* merupakan salah satu media sosial yang paling populer dikalangan remaja (mahasiswa) dengan usia 18 hingga 24 tahun adalah kelompok pengguna terbesar, sehingga mengakibatkan meningkatnya jumlah individu yang menggunakan media sosial *Instagram*. Selain itu, berdasarkan kuisisioner bahwa sebanyak 158 orang dari 199 orang tidak berencana untuk berhenti menggunakan media sosial *instagram*, hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan jumlah individu. Berikut merupakan hasil nilai *error* (MAPE) dari simulasi yang dilakukan sebanyak lima kali:

Tabel 4.9 Tabel Hasil Nilai Error (MAPE) Estimasi Variabel S

Simulasi	Variabel	Error (MAPE)	Waktu Komputasi (detik)
1	S	0,6691	4,654063
2		0,6687	5,297861
3		0,6686	5,114843
4		0,6702	5,098006
5		0,6738	4,737967
rata-rata		0,67008	5

Berdasarkan Tabel 4.9, tingkat ketelitian estimasi variabel S dihitung menggunakan MAPE yang dapat dinyatakan dalam persentase dengan nilai rata-rata sebesar 0,67008% dan rata-rata waktu komputasi 5 detik. Dengan demikian, dari nilai MAPE yang diperoleh dan berdasarkan pada Tabel 2.2, maka dapat dikatakan estimasi pada variabel S memiliki akurasi yang sangat baik.

4.7.2 Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Variabel E



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Populasi Mahasiswa Terpapar (E)

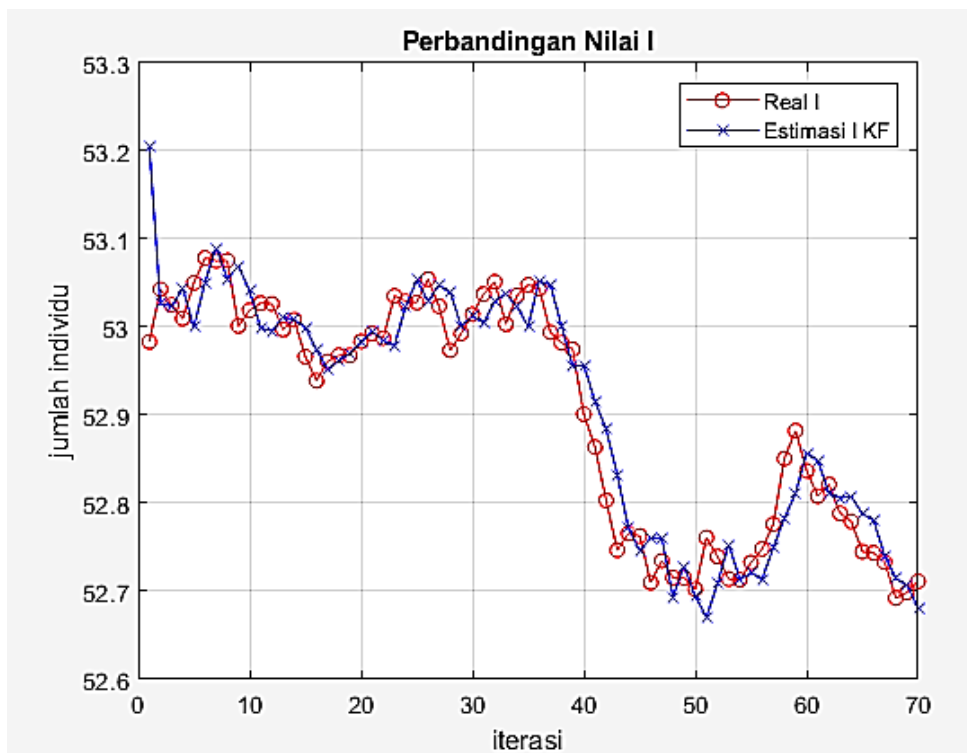
Gambar 4.4 menunjukkan perbandingan nilai real yang memuat noise (lintasan berwarna merah) dan nilai estimasi (lintasan berwarna biru) dari populasi mahasiswa terpapar (E) menggunakan metode *Kalman Filter*. Berdasarkan grafik diatas, populasi E mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak signifikan, hal ini dikarenakan individu pada populasi E memiliki kontrol diri yang tinggi yang mengakibatkan adanya perpindahan individu dari kelas E ke kelas R. Berikut merupakan hasil nilai *error* (MAPE) dari simulasi yang dilakukan sebanyak lima kali :

Tabel 4.10 Tabel Hasil Nilai Error (MAPE) Estimasi Variabel E

Simulasi	Variabel	Error (MAPE)	Waktu Komputasi (detik)
1	E	0,0932	4,654063
2		0,0908	5,297861
3		0,0973	5,114843
4		0,0983	5,098006
5		0,0879	4,737967
rata-rata		0,0935	5

Berdasarkan Tabel 4.10, tingkat ketelitian estimasi variabel E dihitung menggunakan MAPE yang dapat dinyatakan dalam persentase dengan nilai rata-rata sebesar 0,0935% dan rata-rata waktu komputasi 5 detik. Dengan demikian, dari nilai MAPE yang diperoleh dan berdasarkan pada Tabel 2.2, maka dapat dikatakan estimasi pada variabel E memiliki akurasi yang sangat baik.

4.7.3 Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Variabel I



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Populasi Mahasiswa Kecanduan (I)

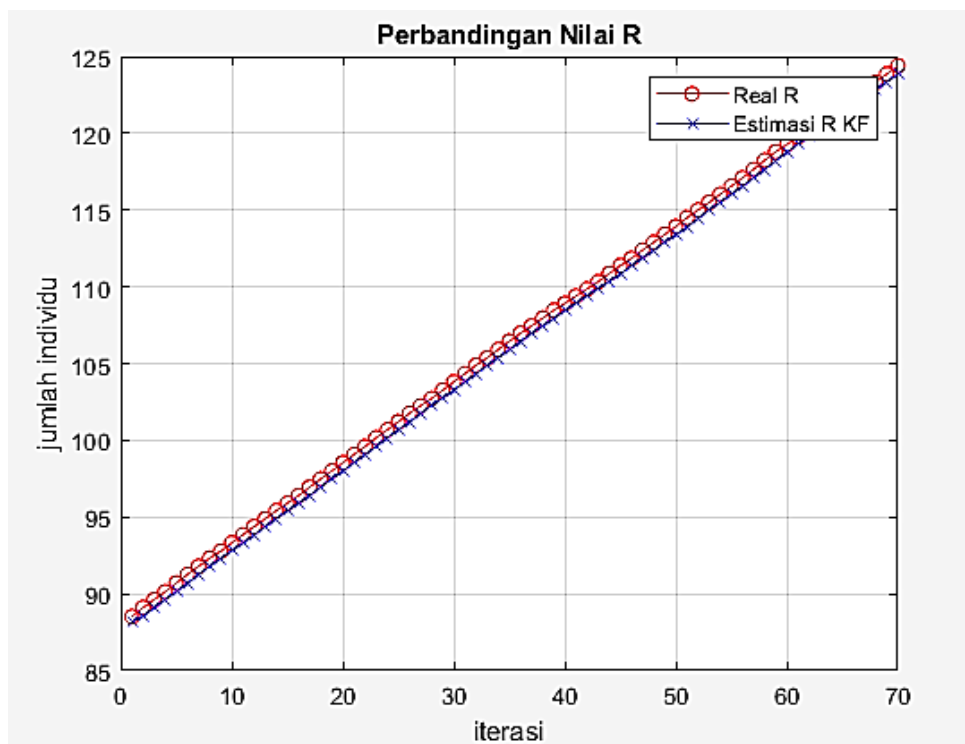
Gambar 4.5 menunjukkan perbandingan nilai real yang memuat noise (lintasan berwarna merah) dan nilai estimasi (lintasan berwarna biru) dari populasi mahasiswa kecanduan (I) dengan menggunakan metode *Kalman Filter*. Dapat dilihat pada grafik bahwa populasi I mengalami penurunan yang tidak signifikan, hal ini dikarenakan individu pada populasi E yang memiliki kontrol diri tinggi sehingga tidak terdapat perpindahan individu dari kelas E ke kelas I. Berikut merupakan hasil nilai *error* (MAPE) dari simulasi yang dilakukan sebanyak lima kali :

Tabel 4.11 Tabel Hasil Nilai Error (MAPE) Estimasi Variabel I

Simulasi	Variabel	Error (MAPE)	Waktu Komputasi (detik)
1	I	0,0574	4,654063
2		0,0567	5,297861
3		0,0628	5,114843
4		0,0698	5,098006
5		0,0603	4,737967
rata-rata		0,0614	5

Berdasarkan Tabel 4.11, tingkat ketelitian estimasi variabel I dihitung menggunakan MAPE yang dapat dinyatakan dalam persentase dengan nilai rata-rata sebesar 0,0614% dan rata-rata waktu komputasi 5 detik. Dengan demikian, dari nilai MAPE yang diperoleh dan berdasarkan pada Tabel 2.2, maka dapat dikatakan estimasi pada variabel I memiliki akurasi yang sangat baik.

4.7.4 Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Variabel R



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Nilai Real dan Estimasi Populasi Mahasiswa Sembuh (R)

Gambar 4.6 menunjukkan perbandingan nilai real yang memuat noise (lintasan berwarna merah) dan nilai estimasi (lintasan berwarna biru) dari populasi mahasiswa sembuh (R) dengan menggunakan metode *Kalman Filter*. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa populasi R mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan adanya perpindahan individu dari populasi E yang memiliki kontrol diri tinggi dan kesadaran akan dampak negatif dari penggunaan media sosial, sehingga masuk ke dalam populasi R. Berikut merupakan hasil nilai *error* (MAPE) dari simulasi yang dilakukan sebanyak lima kali :

Tabel 4.12 Tabel Hasil Nilai Error (MAPE) Estimasi Variabel R

Simulasi	Variabel	Error (MAPE)	Waktu Komputasi (detik)
1	R	0,4771	4,654063
2		0,4764	5,297861
3		0,4778	5,114843
4		0,4813	5,098006
5		0,4859	4,737967
rata-rata		0,4797	5

Berdasarkan Tabel 4.12, tingkat ketelitian estimasi variabel R dihitung menggunakan MAPE yang dapat dinyatakan dalam persentase dengan nilai rata rata sebesar 0,4797% dan rata rata waktu komputasi 5 detik. Dengan demikian, dari nilai MAPE yang diperoleh dan berdasarkan pada Tabel 2.2, maka dapat dikatakan estimasi pada variabel R memiliki akurasi yang sangat baik.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil simulasi, analisis, dan pembahasan pada tahap sebelumnya. Kemudian diberikan saran sebagaibahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Model matematika pada kasus kecanduan penggunaan media sosial adalah:

$$\frac{dS}{dt} = \theta N - (\mu + \gamma)S$$

$$\frac{dE}{dt} = \gamma S - (\mu + \alpha + \epsilon)E$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha E - (\mu + \beta)I$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta I + \epsilon E - \mu R$$

2. Langkah-langkah untuk melakukan estimasi variabel pada model kecanduan penggunaan media sosial menggunakan metode *Kalman Filter*, yaitu langkah pertama adalah melakukan pendiskritan pada model untuk mendapatkan persamaan dalam waktu diskrit. Selanjutnya mengimplementasikan metode *Kalman Filter* dengan menentukan model sistem, model pengukuran, dan asumsi. Metode *Kalman Filter* terdapat tiga tahapan, yaitu inialisasi, tahap prediksi, dan tahap koreksi. Pada Tahap prediksi dilakukan perhitungan estimasi tanpa mengikutsertakan data pengukuran dan kovariansi *error* dengan menggunakan nilai awal pada inialisasi. Pada tahap koreksi dilakukan perhitungan *kalman gain*, kovariansi *error*, dan estimasi yang mengikutsertakan data pengukuran.
3. Berdasarkan analisis hasil simulasi numerik dapat disimpulkan bahwa estimasi variabel dengan iterasi sebanyak 70, yaitu variabel S dengan nilai awal estimasi sebanyak 199 individu menjadi 322 individu, variabel E dengan nilai awal dan hasil estimasi sebanyak 90 individu, variabel I dengan nilai awal dan hasil etimasi sebanyak 53, dan variabel R dengan nilai awal estimasi sebanyak 88 individu menjadi 124 individu. Nilai MAPE *Kalman Filter* untuk estimasi variabel (*S, E, I, R*) didapatkan dengan persentase kurang dari 10%. maka estimasi variabel pada model kecanduan penggunaan media sosial menggunakan metode *Kalman Filter* dapat dikatakan memiliki akurasi yang sangat baik. Berdasarkan hal tersebut, maka cukup untuk menyatakan bahwa model yang diberikan sudah valid.

5.2 Saran

Adapun saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini hanya mengestimasi variabel, sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan estimasi parameter pada model kecanduan penggunaan media sosial menggunakan metode *Kalman Filter*.
2. Mendapatkan hubungan antara hasil analisis kestabilan sistem dengan hasil estimasi variabel.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander P. Seyranian, A. A. M. (2003). *Multiparameter Stability Theory with Mechanical Applications*. World Scientific. <https://www.google.co.id/shorturl.at/bruxV>
- Apriliani, R., Sriati, A., & Hendrawati, S. (2020). Tingkat Kecanduan Media Sosial pada Remaja. *Journal of Nursing Care*, 3(1), 41–53. <https://jurnal.unpad.ac.id/jnc/article/view/26928>
- Chase, C. W. (2016). *Next Generation Demand Management People, Process, Analytics, and Technology*. Wiley. [shorturl.at/itP37](https://www.google.co.id/shorturl.at/itP37)
- Dr. Tina Amelia, S.H., M. H. C. (2022). *Kecanduan Sekolah : Dr. Harry Budi Artono, S.E., S.Sos., S.H., S.Ipem., M.M., M.H., M.Si., Ak.* Penerbit SEGAP Pustaka. [shorturl.at/kqxC2](https://www.google.co.id/shorturl.at/kqxC2)
- Fauziah, A. (2013). *Perbandingan metode Kalman Filter dan Metode Ensemble Kalman Filter pada Estimasi Konsentrasi dalam Darah*. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/6264>
- Istiqomah, M. (2020). Analisa Numerik Model Matematika pada Kasus Kecanduan Game Online Menggunakan Metode Runge-Kutta Orde 14. In *Digital Repository Universitas Jember* (Issue September 2019). <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/102421>
- Lestary, Y. D., & Evi Winingsih. (2020). Penerapan Koseling Kelompok dengan Strategi Self Management untuk Mengurangi Kecanduan Media Sosial Siswa di SMAN 1 Driyorejo. *Jurnal BK UNESA*, 11. [shorturl.at/euzCQ](https://www.google.co.id/shorturl.at/euzCQ)
- Ma, Z., & Li, J. (Eds.). (2009). *Dynamical Modeling and Analysis of Epidemics*. World Scientific. [shorturl.at/iEJOU](https://www.google.co.id/shorturl.at/iEJOU)
- Maha, A. R. (2020). *Estimasi Parameter Model Penyebaran Penyakit Malaria dengan Menggunakan Metode Kalman Filter*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Musa, M. (2015). *Analisis Kestabilan Dan Bifurkasi Mundur Pada Model Infeksi Virus Hepatitis B Dan C Pada Tubuh Pasien*.
- Ndii, M. Z. (2018). *Pemodelan Matematika Dinamika Populasi Dan Penyebaran Penyakit Teori, Aplikasi, Dan Numerik*. Deepublish. [shorturl.at/iDP57](https://www.google.co.id/shorturl.at/iDP57)
- Perko, L. (2001). *Equations and Dynamical Systems*. <https://www-users.cse.umn.edu/~scheel/teaching/8501-fall18/perko.pdf>
- Safii, M. I. (2016). *Filter Untuk Estimasi Transmisi Implementation of Extended Kalman Filter for Estimation of Filariasis Transmission*. [https://repository.its.ac.id/886/3/1211100033-undergraduate thesis.pdf](https://repository.its.ac.id/886/3/1211100033-undergraduate%20thesis.pdf)
- Salmah. (2021). *Teori Sistem Kendali Linear dan Aplikasinya* (Yuni (Ed.)). UGM PRESS. [shorturl.at/cjnBG](https://www.google.co.id/shorturl.at/cjnBG)
- Sangadji, Z. P., Ruhmah, A. A., Fauzi, Hasibi, M. I. Q., Putri, T. Y., Utami, W. S., Amrullah, H., Nahumarury, S. A., Sahputra, F. A., Noviani, V. D., Thohari, G. I. A., Handayanto, Dwi, K., & Raz S, Y. P. R. (2020). *Literasi Media dan Peradaban Masyarakat*. Prodi

Ilmu Komunikasi Universitas Muhammadiyah Malang bekerjasama dengan Inteligencia Media (Intrans Publishing Group). shorturl.at/jnwBU

Side, S., Muzakir, N. A., Pebriani, D., & Utari, S. N. (2020). *Model SEIR kecanduan game online pada siswa di SMP Negeri 3 Makassar (SEIR model of online game addiction on students in Junior High)*. *IX*(1), 91–102.

<https://ojs.unm.ac.id/sainsmat/article/view/19904/10514>

Side, S., Sanusi, W., & Rustan, N. K. (2020). Model Matematika SIR Sebagai Solusi Kecanduan Penggunaan Media Sosial. *Journal of Mathematics Computations and Statistics*, *3*(2), 126. <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v3i2.20124>

Sinaga, L. P., Dinda, K., & Nasution, H. (2021). *Pengantar Sistem Dinamik* (T. Trisnawati (Ed.)). Amal Insani.

https://www.google.co.id/books/edition/Pengantar_Sistem_Dinamik/NONTEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1

Vivian Siahaan, R. H. S. (2020). *Pemrograman MATLAB Untuk Komputasi Numerik dan Pengolahan Sinyal Digital*. Sparta Publishing. shorturl.at/crBR8

LAMPIRAN 1

PERBANDINGAN DATA REAL DAN ESTIMASI VARIABEL S (POPULASI MAHASISWA *SUSCEPTIBLE*) MENGGUNAKAN METODE KALMAN FILTER

ITERASI	DATA REAL VARIABEL S (PEMODELAN)	DATA ESTIMASI VARIABEL S (KALMAN FILTER)
1	199	199
2	201	199
3	202	201
4	204	202
5	205	204
6	207	205
7	209	207
8	210	209
9	212	210
10	213	212
11	215	213
12	217	215
13	218	217
14	220	218
15	221	220
16	223	222
17	225	223
18	226	225
19	228	226
20	230	228
21	231	230
22	233	231
23	235	233
24	236	235
25	238	236
26	240	238
27	242	240
28	243	242
29	245	243
30	247	245
31	248	247
32	250	248
33	252	250
34	254	252
35	256	254
36	257	256
37	259	257
38	261	259
39	263	261
40	264	263

41	266	264
42	268	266
43	270	268
44	272	270
45	273	272
46	275	273
47	277	275
48	279	277
49	281	279
50	283	281
51	285	283
52	286	285
53	288	286
54	290	288
55	292	290
56	294	292
57	296	294
58	298	296
59	300	298
60	302	300
61	304	302
62	306	304
63	308	306
64	309	308
65	311	310
66	314	311
67	316	314
68	318	315
69	320	318
70	322	320
71	324	322

LAMPIRAN 2

PERBANDINGAN DATA REAL DAN ESTIMASI VARIABEL E (POPULASI MAHASISWA *EXPOSED*) MENGGUNAKAN METODE KALMAN FILTER

ITERASI	DATA REAL VARIABEL E (PEMODELAN)	DATA ESTIMASI VARIABEL E (KALMAN FILTER)
1	90	90
2	90	90
3	90	90
4	90	90
5	90	90
6	89	90
7	89	89
8	89	89
9	89	89
10	89	89
11	89	89
12	89	89
13	89	89
14	89	89
15	89	89
16	89	89
17	88	89
18	88	88
19	88	88
20	88	88
21	88	88
22	88	88
23	88	88
24	88	88
25	88	88
26	88	88
27	88	88
28	88	88
29	88	88
30	88	88
31	88	88
32	88	88
33	88	88
34	88	88
35	88	88
36	88	88
37	88	88
38	88	88
39	88	88
40	88	88

41	88	88
42	88	88
43	88	88
44	88	88
45	88	88
46	88	88
47	88	88
48	88	88
49	88	88
50	88	88
51	88	88
52	88	88
53	89	88
54	89	89
55	89	89
56	89	89
57	89	89
58	89	89
59	89	89
60	89	89
61	89	89
62	89	89
63	89	89
64	89	89
65	90	89
66	90	90
67	90	90
68	90	90
69	90	90
70	90	90
71	90	90

LAMPIRAN 3

PERBANDINGAN DATA REAL DAN ESTIMASI VARIABEL I (POPULASI MAHASISWA *INFECTED*) MENGGUNAKAN METODE KALMAN FILTER

ITERASI	DATA REAL VARIABEL I (PEMODELAN)	DATA ESTIMASI VARIABEL E (KALMAN FILTER)
1	53	53
2	53	53
3	53	53
4	53	53
5	53	53
6	53	53
7	53	53
8	53	53
9	53	53
10	53	53
11	53	53
12	53	53
13	53	53
14	53	53
15	53	53
16	53	53
17	53	53
18	53	53
19	53	53
20	53	53
21	53	53
22	53	53
23	53	53
24	53	53
25	53	53
26	53	53
27	53	53
28	53	53
29	53	53
30	53	53
31	53	53
32	53	53
33	53	53
34	53	53
35	53	53
36	53	53
37	53	53
38	53	53
39	53	53
40	53	53

41	53	53
42	53	53
43	53	53
44	53	53
45	53	53
46	53	53
47	53	53
48	53	53
49	53	53
50	53	53
51	53	53
52	53	53
53	53	53
54	53	53
55	53	53
56	53	53
57	53	53
58	53	53
59	53	53
60	53	53
61	53	53
62	53	53
63	53	53
64	53	53
65	53	53
66	53	53
67	53	53
68	53	53
69	53	53
70	53	53
71	53	53

LAMPIRAN 4

PERBANDINGAN DATA REAL DAN ESTIMASI VARIABEL R (POPULASI MAHASISWA *RECOVERED*) MENGGUNAKAN METODE KALMAN FILTER

ITERASI	DATA REAL VARIABEL R (PEMODELAN)	DATA ESTIMASI VARIABEL R (KALMAN FILTER)
1	88	88
2	89	88
3	89	89
4	90	89
5	90	90
6	91	90
7	91	91
8	92	91
9	92	92
10	93	92
11	93	93
12	94	93
13	95	94
14	95	95
15	96	95
16	96	96
17	97	96
18	97	97
19	98	97
20	98	98
21	99	98
22	99	99
23	100	99
24	100	100
25	101	100
26	101	101
27	102	101
28	102	102
29	103	102
30	103	103
31	104	103
32	105	104
33	105	104
34	106	105
35	106	106
36	107	106
37	107	107
38	108	107
39	108	108
40	109	108

41	109	109
42	110	109
43	110	110
44	111	110
45	111	111
46	112	111
47	112	112
48	113	112
49	113	113
50	114	113
51	114	114
52	115	114
53	115	115
54	116	115
55	117	116
56	117	117
57	118	117
58	118	118
59	119	118
60	119	119
61	120	119
62	120	120
63	121	120
64	121	121
65	122	121
66	122	122
67	123	122
68	123	123
69	124	123
70	124	124
71	125	124

LAMPIRAN 5

SOURCE CODE ANALISIS KESTABILAN SISTEM (NILAI EIGEN)

```
clc
clear all
close all
format long;

%---Nilai Parameter---
pi=0.462791;
mu=0.011468;
gamma=0.209302;
alpha=0.123256;
beta=0.204651;
epsilon=0.477778;

A(1,1)=(pi-(mu+gamma));
A(1,2)=pi;
A(1,3)=pi;
A(1,4)=pi;
A(2,1)=gamma;
A(2,2)=-(mu+alpha+epsilon);
A(2,3)=0;
A(2,4)=0;
A(3,1)=0;
A(3,2)=alpha;
A(3,3)=-(mu+beta);
A(3,4)=0;
A(4,1)=0;
A(4,2)=epsilon;
A(4,3)=beta;
A(4,4)=-mu;

%---Matriks Sistem---
disp('Matriks A :')
A=[ A(1,1) A(1,2) A(1,3) A(1,4); A(2,1) A(2,2) A(2,3) A(2,4);
A(3,1) A(3,2) A(3,3) A(3,4); A(4,1) A(4,2) A(4,3) A(4,4) ]

%---Persamaan Karakteristik Matriks A---
disp('Persamaan karakteristik :')
L=poly(A);
disp(L);

%---Mencari nilai eigen---
disp('Akar-Akar Persamaan Karakteristik (nilai eigen):')
K=eig(A);
disp(K);
```


LAMPIRAN 6

SOURCE CODE KALMAN FILTER

```
%function Kalman Filter
clc;
clear all;
close all;
disp('PROGRAM SIMULASI TUGAS AKHIR');
disp('PEMODELAN MATEMATIKA DAN ESTIMASI VARIABEL DENGAN METODE
KALMAN FILTER');
disp('PADA MASALAH KECANDUAN PENGGUNAAN MEDIA SOSIAL
(INSTAGRAM) ');
disp('-----
-----');

tic
%Nilai Variabel
S=199;
E=90;
I=53;
R=88;

%Nilai Parameter
theta=0.462791;
mu=0.011468;
gamma=0.209302;
alpha=0.123256;
beta=0.204651;
epsilon=0.477778;

%nilai delta t
dt=0.01;

%Matriks sistem,matriks G, matriks H
% A=[(theta-(mu+gamma))*dt+1 theta*dt theta*dt theta*dt
%     gamma*dt -(mu+alpha+epsilon)*dt+1 0 0
%     0 alpha*dt -(mu+beta)*dt+1 0
%     0 epsilon*dt beta*dt -(mu)*dt+1];
A=[(theta-(mu+gamma)) theta theta theta
    gamma -(mu+alpha+epsilon) 0 0
    0 alpha -(mu+beta) 0
    0 epsilon beta -(mu)]; %matriks A (sistem kontinu)
Ad=A*dt+eye(4); %matriks A (sistem diskrit)
G=[1;1;1;1]; %koefisien noise
H=[1 0 0 0;0 1 0 0;0 0 1 0;0 0 0 1]; %diasumsikan variabel
S,E,I,R dapat diukur
```

```

%----INISIALISASI----
xbar_0=[199;90;53;88];
xtopi(:, :, 1)=xbar_0;
xa(:, :, 1)=xbar_0;
S(1)=xbar_0(1,1);
E(1)=xbar_0(2,1);
I(1)=xbar_0(3,1);
R(1)=xbar_0(4,1);
Po=0.001*eye(4); %nilai awal kovariansii error
Qk=0.001*eye(1); %kovarian error noise sistem
Rk=0.001*eye(1); %kovarian error noise pengukuran
P(:, :, 1)=Po;
N=100; %iterasi
xasli=[];
xcor=[];

for i=1:N
%----NILAI SEBENARNYA----
xa(:, :, i+1)= Ad*xa(:, :, i)+normrnd(0, sqrt(Qk), 1, 1);
za(:, :, i)=H*xa(:, :, i)+normrnd(0, sqrt(Rk), 1, 1); %model
pengukuran untuk KF
xasli=[xasli xa(:, :, i+1)];

%----TAHAP PREDIKSI KF-----
xtopi_min(:, :, i+1) = Ad*xtopi(:, :, i); %Estimasi
P_min(:, :, i+1) = Ad*P(:, :, i)*Ad'+G*Qk*G'; %Kovariansi error

%-----TAHAP KOREKSI KF DENGAN KALMAN GAIN-----
K(:, :, i+1) = P_min(:, :, i+1)*H'*inv(H*P_min(:, :, i+1)*H'+Rk);
%Kalman gain
P(:, :, i+1) =(eye(4)-K(:, :, i+1)*H)*P_min(:, :, i+1); %Kovariansi
error
xtopi(:, :, i+1) = xtopi_min(:, :, i+1)+K(:, :, i+1)*(za(:, :, i)-
H*xtopi_min(:, :, i+1)); %Estimasi

xcor=[xcor xtopi(:, :, i+1)];

%----Menghitung Tingkat Ketelitian Estimasi Menggunakan MAPE-
-----
e1=mean((abs(xa(1, :)-xtopi(1, :))/xa(1, :))*100); %error var. S
e2=mean((abs(xa(2, :)-xtopi(2, :))/xa(2, :))*100); %error var. E
e3=mean((abs(xa(3, :)-xtopi(3, :))/xa(3, :))*100); %error var. I
e4=mean((abs(xa(4, :)-xtopi(4, :))/xa(4, :))*100); %error var. R

end

for i=1:N
disp('====NILAI SEBENARNYA====');
disp('nilai real:');
x_a=xa(:, :, i+1);

```

```

disp(x_a)

z_a=za(:, :, i);
disp('nilai z :');
disp(z_a)

disp('====TAHAP PREDIKSI KALMAN FILTER====');

disp('>>> Nilai Hasil Estimasi Prediksi');
x_estimasi_prediksi=xtopi_min(:, :, i+1);
disp(x_estimasi_prediksi)

disp('>>> Nilai Hasil Kovariansi Error ');
P_kov_prediksi=P_min(:, :, i+1);
disp(P_kov_prediksi)

disp('====TAHAP KOREKSI KALMAN FILTER====');

disp('>>> Nilai Kalman Gain');
kalman_gain=K(:, :, i+1);
disp(kalman_gain)

disp('>>> Nilai Hasil Kovariansi Error');
P_kov_koreksi=P(:, :, i+1);
disp(P_kov_koreksi)

disp('>>> Nilai Hasil Estimasi Koreksi');
x_estimasi_koreksi=xtopi(:, :, i+1);
disp(x_estimasi_koreksi)

disp ('==== Nilai Error Estimasi S =====')
Error1 = e1;
disp(Error1)

disp ('==== Nilai Error Estimasi E=====')
Error2= e2;
disp(Error2)

disp ('==== Nilai Error Estimasi I=====')
Error3 = e3;
disp(Error3)

disp ('==== Nilai Error Estimasi R =====')
Error4 = e4;
disp(Error4)

end

%==== Grafik Nilai Real dan Estimasi =====
figure(1)

```

```

plot(1:N,xasli(1,:), '-or', 1:N,xcor(1,:), '-xb')
hold on;
title('Perbandingan Nilai S', 'fontweight', 'bold');
hold on;
xlabel('iterasi');
ylabel('jumlah individu');
legend('Real S', 'Estimasi S KF');
grid on;

```

```

figure(2)
plot(1:N,xasli(2,:), '-or', 1:N,xcor(2,:), '-xb')
hold on;
title('Perbandingan Nilai E', 'fontweight', 'bold');
hold on;
xlabel('iterasi');
ylabel('jumlah individu');
legend('Real E', 'Estimasi E KF');
grid on;

```

```

figure(3)
plot(1:N,xasli(3,:), '-or', 1:N,xcor(3,:), '-xb')
hold on;
title('Perbandingan Nilai I', 'fontweight', 'bold');
hold on;
xlabel('iterasi');
ylabel('jumlah individu');
legend('Real I', 'Estimasi I KF');
grid on;

```

```

figure(4)
plot(1:N,xasli(4,:), '-or', 1:N,xcor(4,:), '-xb')
hold on;
title('Perbandingan Nilai R', 'fontweight', 'bold');
hold on;
xlabel('iterasi');
ylabel('jumlah individu');
legend('Real R', 'Estimasi R KF');
grid on;

```

```

disp('Nilai real S')
xa(1,:)
disp('Nilai real E ')
xa(2,:)
disp('Nilai real I')
xa(3,:)
disp('Nilai real R')
xa(4,:)

```

```

disp('Nilai Estimasi KF S')
xtopi(1,:)

```

```
disp('Nilai Estimasi KF E')
xtopi(2,:)
disp('Nilai Estimasi KF I')
xtopi(3,:)
disp('Nilai Estimasi KF R')
xtopi(4,:)
toc
```


LAMPIRAN 7

KUISIONER PENGAMBILAN DATA PENELITIAN TUGAS AKHIR

Identitas

- Email :
- Nama lengkap :
- No. WA/ID Line :
- Umur :
- Departemen:

Pernyataan persetujuan bersedia menjadi responden



Dengan ini saya bersedia untuk menjadi responden dalam penelitian ini dan saya menjawab pertanyaan yang ada dalam kuisisioner dengan keadaan yang sebenarnya. Saya mengetahui bahwa informasi yang saya berikan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian Tugas Akhir oleh peneliti.

- o Berikutnya
- 1. Apakah anda pengguna internet?
 - o Ya
 - o Tidak
- 2. Apa saja yang anda lakukan dengan adanya internet? *boleh isi lebih dari satu
 - o Bermain media sosial (Facebook, Instagram, Youtube, dll)
 - o Mencari informasi akademik dan non-akademik
 - o Komunikasi jarak jauh
 - o Lainnya isi sendiri : _____
- 3. Apa yang anda lakukan ketika memiliki waktu senggang ? *Boleh isi lebih dari satu
 - o Belajar
 - o Bermain media sosial
 - o Bersosialisasi
 - o Lainnya isi sendiri : _____
- 4. Media sosial apa yang sering anda gunakan saat ini? *boleh isi lebih dari satu
 - o Instagram
 - o Facebook
 - o Twitter
 - o lainnya isi sendiri : _____
- 5. Apakah anda mengetahui media sosial Instagram?
 - o Ya

- Tidak
6. Apakah anda memiliki aplikasi instagram pada gadget anda ?
- Ya
 - Tidak
7. Apakah anda saat ini menggunakan instagram ?
- Ya
 - Tidak

Jika no. 7 menjawab ya, lanjut

Jika no. 7 menjawab tidak, berhenti

8. Apa alasan anda memulai untuk menggunakan instagram? *boleh isi lebih dari satu
- Media untuk mencari informasi
 - Mendapatkan hiburan
 - Untuk berbisnis
 - Mengikuti tren
 - Lainnya isi sendiri _____
9. Berapa durasi anda menggunakan instagram dalam sehari ?
- < 1 Jam/hari
 - 1-2 jam/hari
 - 3 - 4 jam/hari
 - > 4 jam/hari
10. Apakah anda dapat mengontrol diri untuk bermain instagram dengan intensitas waktu sangat rendah (< 1 jam/hari) ?
- Ya
 - Tidak
11. Apakah anda berencana untuk berhenti menggunakan instagram ?
- Ya
 - Tidak
12. Jika anda berhenti menggunakan Instagram, apa alasannya ? *boleh pilih lebih dari satu
- Membuat kecanduan
 - Membuang-buang waktu
 - Mengganggu kesehatan mental
 - Lainnya isi sendiri : _____
13. Menurut anda apa dampak positif dari penggunaan media sosial Instagram? *boleh pilih lebih dari satu

- Sebagai media informasi
- Sarana bersosialisasi
- Menunjang ekonomi (berbisnis)
- Lainnya isi sendiri: _____

14. Menurut anda apa dampak negatif dari penggunaan media sosial instagram dengan intensitas waktu tinggi atau berlebihan? *boleh isi lebih dari satu

- Menimbulkan kecanduan
- Mengganggu waktu belajar
- Merusak kesehatan mental
- Lainnya isi sendiri : _____

15. Apa alasan yang membuat anda tetap menggunakan Instagram walaupun anda tahu akan dampak negatif dari penggunaan media sosial tersebut? *boleh pilih lebih dari satu

- Mengikuti tren
- Hiburan
- Jangkauan luas
- Berbisnis
- Lainnya isi sendiri : _____

BIODATA PENULIS



Windy Nabila Arisanti atau biasa dipanggil Windy lahir di Surabaya, 22 Oktober 1999. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan di SD Muhammadiyah 4 Surabaya (2006-2012), SMP Negeri 12 Surabaya (2012-2015) dan SMA Negeri 15 Surabaya (2015-2018). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang S1 di Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2018 dan terdaftar dengan NRP 06111840000105.

Selama masa perkuliahan penulis tidak hanya aktif di bidang akademik, namun juga aktif di bidang non-akademik yaitu diantaranya adalah sebagai Staff Departemen Produksi di Unit Kegiatan Tari dan Karawitan ITS periode 2018/2019 dan menjadi Staff Sub-Divisi *Liaison Officer* GERIGI ITS 2019. Kemudian di tahun berikutnya menjadi Kepala Departemen Produksi di Unit Kegiatan Tari dan Karawitan ITS periode 2019/2020. Selain itu, penulis juga aktif di Himpunan Mahasiswa Matematika ITS sebagai Kepala Divisi Seni periode 2020/2021. Selama menempuh pendidikan di Departemen Matematika ITS, penulis mengambil bidang minat Matematika Terapan yang terdiri atas Pemodelan Matematika, Riset Operasi, dan Pengolahan Data. Demikian biodata penulis, untuk kritik dan saran terkait buku Tugas Akhir ini dapat menghubungi *e-mail*: windyabilaa@gmail.com. Terimakasih dan semoga buku ini bermanfaat.