

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mayoritas situasi dunia nyata mengandung ketidakpastian. Ketidakpastian mungkin timbul karena kurangnya data, kompleksitas masalah, atau perubahan lingkungan atau demografi seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, pemodelan matematika dinamis diperlukan untuk memahami fenomena sistem dengan melakukan simulasi eksperimen sebelum dilakukan atau meneliti dinamika sistem yang seringkali sulit atau bahkan tidak mungkin dikendalikan melalui eksperimen. Diperlukan kajian untuk memodelkan permasalahan matematika, mengenai metode perolehan solusi, dan proses estimasi parameter model dengan memasukan faktor ketidakpastian pada nilai awal dan parameter dalam model.

Persamaan Lotka-Volterra merupakan persamaan yang mensimulasikan dan meramalkan dinamika populasi spesies dalam suatu ekosistem. Memprediksi dinamika populasi, misalnya, dapat membantu para peneliti di bidang dan manfaatnya adalah dapat membantu pelestarian bakteri menguntungkan. Model LV mencakup sejumlah karakteristik yang menggambarkan perilaku populasi, termasuk laju pertumbuhan, daya dukung, dan persaingan antarspesies. Model LV dapat memperkirakan bagaimana populasi akan bervariasi dari waktu ke waktu berkat parameter ini. Misalnya, faktor-faktor spesifik dapat mengkategorikan dinamika populasi tiga atau lebih spesies sebagai keseimbangan stabil, di mana setiap populasi spesies mencapai dan mempertahankan nilai bukan nol tertentu, atau siklus batas, di mana setiap siklus populasi spesies.

Persamaan SIR ("*Susceptible, Infected and Recovered*") menggambarkan dinamika penyakit menular. Dalam perspektif ini, populasi manusia dibagi menjadi tiga kelompok dimana kelompok tersebut adalah kelompok rentan (*Susceptible*), kelompok rentan terinfeksi (*Infected*), dan kelompok pulih (*Recovered*)[1].

Persamaan Lorenz yang merupakan persamaan yang membahas bahwa sebuah sistem persamaan diferensial biasa dimana nilai parameter dan kondisi awal dimana akan menghasilkan solusi Model Lorenz memiliki solusi "*Chaotic*".

Mempelajari persamaan diferensial sangat penting bagi kita karena merupakan konsep dasar penerapan kehidupan sehari-hari [2]. Salah satu contoh yang paling umum adalah penerapan kelajuan dan percepatan seseorang pada saat jatuh bebas, dimana dalam fisika biasanya hanya dihitung ketika ada kejadian

tetap, tetapi persamaan diferensial dapat digunakan untuk menghitung orang yang terjun bebas sebelum dan sesudah melepas/menyebarkan parasut untuk penghitungan yang lebih akurat dan lebih aman.

Sebenarnya estimasi parameter tidak hanya terjadi pada PDB (Persamaan Diferensial Biasa). Selain itu, ada masalah yang melibatkan proses stokastik dan deret waktu selain yang menggunakan persamaan diferensial parsial.

Dalam Tugas Akhir ini, kita akan melakukan estimasi parameter tersebut dengan Metode kuadrat terkecil. Metode ini berasal dari referensi [3] dan dalam skripsi ini yang berbeda adalah selain estimasi parameter untuk model LV, kita juga melakukan estimasi parameter untuk model SIR dan model Lorenz. Metode akurasi yang kita akan diggunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Root-Mean-Squared Error* (RMSE).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang ada, diharapkan penelitian ini dapat menjawab masalah-masalah berikut.

1. Bagaimana prosedur mencari nilai parameter dari suatu model Persamaan Diferensial Biasa dengan memanfaatkan metode kuadrat terkecil?
2. Bagaimana mengevaluasi hasil prediksi parameter jika diterapkan pada beberapa model Persamaan Diferensial Biasa dan pada beberapa kondisi solusi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Dalam sub-bab ini merupakan Tujuan penelitian dalam Tugas Akhir ini. Dimana tujuan penelitian dinyatakan sebagai berikut.

1. Mencari nilai parameter dari suatu model Persamaan Diferensial Biasa dengan memanfaatkan metode kuadrat terkecil.
2. Mengevaluasi hasil prediksi parameter jika diterapkan pada beberapa model Persamaan Diferensial Biasa.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam sub-bab ini merupakan beberapa batasan masalah dan asumsi yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Dimana batasan masalah dan asumsi dinyatakan sebagai berikut.

1. Data yang digunakan untuk mengestimasi parameter berasal dari data simulasi (solusi numerik PDB).
2. Model Persamaan Diferensial Biasa yang dipakai adalah model LV (*Lotka-Volterra*), model SIR (*Susceptible – Infected – Recovered*) dan model Lorenz.
3. Perangkat lunak yang digunakan adalah *R-Studio* dan *Excel*.
4. *Package R* yang digunakan adalah *deSolve*, *FME* dan *tidyverse*.
5. Metode *Runge Kutta* Orde 4 digunakan untuk mencari solusi numerik.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut

### 1.5.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kita sesuatu teori dasar bagaimana caranya mengestimasi parameter.
2. Mendapat perbandingan metode estimasi parameter yang manakah yang lebih baik dan tepat.

### 1.5.2 Manfaat Praktis

1. Prosedur dalam mengestimasi parameter akan berguna ketika diterapkan dalam mengestimasi parameter pada model yang memiliki data asli.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Struktur penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

## 1. **BAB I - PENDAHULUAN**

Latar belakang penelitian dan rumusan masalah disajikan pada Bab I, serta tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini, batasan masalah dalam penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

## 2. **BAB II - LANDASAN TEORI**

Teori dan terminologi yang digunakan dalam penelitian diberikan pada Bab II sebagai pedoman untuk mencapai tujuan penelitian. Teori yang akan diuraikan mencakup Persamaan Diferensial Biasa, Solusi Numerik Persamaan Diferensial Biasa, beberapa contoh model PDB dan Regresi Linear (*Linear Regression*) dan Akurasi Prediksi untuk sebuah data.

## 3. **BAB III - METODOLOGI**

Pada Bab III ditunjukkan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian ini, yaitu mengestimasi parameter pada model *Lotka-Volterra* (LV), model SIR (*Susceptible, Infected and Recovered*) dan model Lorenz.

## 4. **BAB IV - ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada Bab IV dilakukan simulasi, analisis hasil dan pembahasan dari model *Lotka-Volterra* (LV), model SIR (*Susceptible, Infected and Recovered*) dan model Lorenz. Pada bab ini akan diuraikan proses mulai dari pemilihan parameter untuk ketiga model tersebut hingga mengestimasi parameter dengan menggunakan metode kuadrat terkecil.

## 5. **BAB V - KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada Bab V ditarik kesimpulan dari hasil analisis, serta saran agar penelitian dapat dilakukan dengan lebih efektif.