

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Berdasarkan Q.S. Al-Furqan ayat 48, Allah berfirman:

وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ ۗ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا.

Artinya:

“Dialah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira dekat sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); dan kami turunkan dari langit air yang amat bersih.”

Ayat tersebut menjelaskan bahwa angin adalah sebagai pertanda sebelum turunnya hujan. Kemudian pada tahun 1963, ada seorang pakar meteorologi yang membuktikannya, yaitu bernama Edward Lorenz dan penemuannya ini dikenal dengan sistem Lorenz. Sistem ini menggambarkan aliran angin di atmosfer untuk kebutuhan peramalan cuaca.

Sistem Lorenz merupakan sebuah model yang menggambarkan pergerakan angin di atmosfer yang mengalami turbulensi karena adanya perubahan temperatur [2]. Sistem Lorenz ini identik dengan kata *chaos*, yaitu perilaku dari suatu sistem yang memiliki kesensitifan terhadap kondisi awal [18]. Ini bermula ketika Edward Lorenz akan meramal cuaca, namun Edward menemukan sebuah perilaku aneh, yaitu lintasan yang tidak teratur. Jadi, apabila ada perubahan kecil pada kondisi awal akan merubah hasil akhir. Sehingga sistem ini sangat bergantung pada kondisi awal [2].

Secara matematis, sistem Lorenz merupakan persamaan diferensial biasa nonlinier [1]:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= a(y - x) \\ \dot{y} &= cx - xz - y \\ \dot{z} &= xy - bz \end{aligned} \tag{1.1}$$

Dari sistem tersebut kita dapat mencari titik tetap serta menganalisis kestabilan dari masing-masing titik tetap, dan kemungkinan adanya perubahan kestabilan. Perubahan kestabilan ini biasanya disebabkan adanya perubahan parameter atau biasa disebut dengan bifurkasi.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik mengambil tema dengan judul “Bifurkasi pada Sistem Lorenz Modifikasi”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana konstruksi dari model Lorenz modifikasi?
2. Bagaimana analisis kestabilan dari sistem Lorenz modifikasi?
3. Bagaimana simulasi dinamik dari sistem Lorenz modifikasi?
4. Bagaimana bifurkasi pada sistem Lorenz modifikasi?

## **1.3. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, untuk menjawab rumusan masalah di atas maka diperlukan batasan masalah diantaranya:

1. Diasumsikan bahwa fluida yang dibahas adalah angin.
2. Model yang dibahas adalah sistem Lorenz yang dimodifikasi.
3. Semua parameter merupakan parameter real.
4. Untuk menganalisa kestabilan dilakukan dengan mengetahui nilai eigen, menggunakan Routh-Hurwitz serta kestabilan Lyapunov.

## **1.4. Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui konstruksi dari model Lorenz modifikasi.
2. Untuk mengetahui kestabilan dari sistem Lorenz modifikasi.
3. Untuk mengetahui simulasi dinamik dari sistem Lorenz modifikasi.
4. Untuk mengetahui bifurkasi pada sistem Lorenz modifikasi.

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu mengetahui pembentukan model Lorenz modifikasi dengan menganalisa kestabilan dan bifurkasinya. Selain itu,

semoga dapat bermanfaat bagi pembaca yang ingin mengkaji lebih jauh penelitian ini.

### **1.5. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan adalah tinjauan pustaka, yaitu tinjauan dengan pendekatan teoritis melalui buku, jurnal atau skripsi yang berkaitan dengan sistem Lorenz. Selain tinjauan pustaka, metode yang digunakan adalah analisis. Analisis disini dengan mengkontruksi serta menganalisis model dengan cara mencari titik kesetimbangan dan kestabilannya. Dan metode yang terakhir adalah simulasi, yaitu memberikan gambaran geometris dari analisis yang sudah dilakukan. Simulasi ini menggunakan *software* matematika, yaitu *Maple*.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan Skripsi ini terdiri dari lima bab dengan rincian sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini membahas mengenai landasan teori pada masalah yang akan dibahas, diantaranya atmosfer, sistem Lorenz, pemodelan matematika, persamaan diferensial, titik ekuilibrium, matriks Jacobi, nilai eigen dan vektor eigen, kriteria kestabilan, bifurkasi, dan *limit cycle*.

#### **BAB III BIFURKASI PADA SISTEM LORENZ MODIFIKASI**

Pada bab ini akan dipaparkan hasil penelitian meliputi hal-hal yang mempengaruhi model, cara menentukan titik ekuilibrium serta menganalisis kestabilan dengan menentukan nilai eigen, Routh-Hurwitz serta kestabilan Lyapunov, dan analisis kestabilan global menggunakan bifurkasi *transcritical*.

#### BAB IV SIMULASI DAN INTERPRETASI

Pada bab ini akan ditunjukkan beberapa simulasi, yaitu simulasi dinamik dari sistem Lorenz modifikasi, simulasi dari pengambilan beberapa kondisi dengan parameter yang berbeda, serta simulasi *limit cycle* dari sistem Lorenz modifikasi yang kemudian diinterpretasikan.

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini terdapat kesimpulan dan saran, yang dimana kesimpulan ini adalah jawaban dari rumusan masalah serta saran untuk pengembangan penulisan selanjutnya.

