

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 latar belakang

Sistem dinamik non-linear telah menjadi topik yang menarik untuk dipelajari sejak tahun 1900-an. ULFV merupakan suatu sistem osilator berpasangan yang menggunakan model dua-lapisan atmosfer global diformulasikan dalam bentuk pola aliran (EOFs) yang menyatakan interaksi antara pola aliran di atmosfer (aliran udara, panas dan lainnya) dengan komponen yang lebih lambat pada sistem cuaca (laut, lautan es dan lainnya). Dalam model atmosfer ini rentang waktunya sangat panjang (bertahun-tahun untuk beberapa dekade). Interaksi kedua dinamik tersebut terjadi di permukaan laut. Selain terjadi perpindahan air melalui penguapan dan hujan, pada permukaan laut juga terjadi interaksi momentum dari atmosfer dengan momentum dari lautan. Unsur-unsur yang mempengaruhi interaksi ini adalah tekanan permukaan, suhu dan uap air pada suatu lapisan di atmosfer.

Pada tahun 2003 dan 2004 Tuwankotta melakukan penelitian yang termotivasi oleh sistem ULFV yang dimodelkan oleh Crommelin. Sebelum melakukan analisa dinamik dari sistem tersebut, Tuwankotta melakukan penormalan ke dalam bentuk yang sederhana yang dikenal dengan bentuk normal. Simplifikasi ke bentuk normal yang dilakukan oleh Tuwankotta tersebut yang dibahas dalam tulisan ini.

Persoalan fisika dalam model sistem Tuwankotta yang berhasil disimplifikasi sebagian besar mengandung parameter-parameter yang saling berhubungan. Pada umumnya bifurkasi terjadi dalam sistem dinamik yang memuat satu atau lebih parameter dan lebih ditekankan pada perubahan perilaku

pada penyelesaian yang mungkin dialami jika parameter-parameter tersebut berubah. Perubahan parameter dalam persamaan diferensial dapat menyebabkan perubahan kestabilan. Perubahan parameter tersebut juga mempengaruhi keadaan titik kritis. Titik kritis mungkin akan terbagi menjadi beberapa bagian, atau bergabung, atau menghilang seluruhnya. Dengan demikian ada dua hal yang diperhatikan pada bifurkasi, yaitu masalah kestabilan dan muncul atau hilangnya titik kritis.

Pandanglah bentuk normal sistem persamaan diferensial Tuwankotta di \mathbb{R}^3 berikut ini:

$$\begin{aligned} \dot{r} &= \epsilon k_1 r + \delta x r \\ \dot{x} &= -\epsilon k_2 x + \Omega y - \delta r^2 \\ \dot{y} &= -\epsilon k_1 y - \Omega x \end{aligned} \tag{1.1}$$

dimana $\Omega = \omega + \alpha x + \beta y$ dan $|1 < \epsilon \ll 1$ adalah parameter yang terperturbasi.

Berdasarkan hasil simplifikasi Tuwankotta dalam bentuk normal di atas, penulis tertarik untuk menganalisa perilaku bifurkasi yang terjadi dalam sistem yang tanpa perturbasi. Perilaku yang diteliti penulis adalah perilaku bifurkasi satu parameter yakni bifurkasi *Saddle-Node*. Selain itu, penulis tertarik untuk mengamati kondisi perubahan yang terjadi pada bifurkasi *Saddle-Node*, dan serta ingin menunjukkannya melalui 3 cara yakni secara numerik melalui proses komputasi Matcont, simulasi pemograman Maple 16 dan analitik bentuk normal yang menunjukkan bifurkasi *Saddle-Node*. Untuk itulah penulis mengambil judul "Bifurkasi *Saddle-Node* Pada Sistem Interaksi Nonlinear Sepasang Osilator Tanpa Perturbasi".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah

1. Apakah dengan menggunakan Matcont, dapat diidentifikasi adanya bi-

furkasi *Saddle-Node* dalam Sistem Interaksi Nonlinear Sepasang Osilator yang Tanpa Perturbasi?

2. Bagaimanakah perilaku bifurkasi *Saddle-Node* Pada Sistem Interaksi Nonlinear Sepasang Osilator Tanpa Perturbasi melalui simulasi Maple 16?
3. Apakah dapat ditunjukkan secara analitik, bentuk normal adanya bifurkasi *Saddle-Node* dalam Sistem Interaksi Nonlinear Sepasang Osilator yang Tanpa Perturbasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk,

1. Mengidentifikasi secara numerik adanya bifurkasi *Saddle-Node* dalam Sistem Interaksi Nonlinear Sepasang Osilator yang Tanpa Perturbasi dengan menggunakan Matcont..
2. Mengamati perubahan perilaku bifurkasi *Saddle-Node* Pada Sistem Interaksi Nonlinear Sepasang Osilator Tanpa Perturbasi melalui simulasi Maple 16.
3. Menunjukkan secara analitik, bentuk normal adanya bifurkasi *Saddle-Node* dalam Sistem Interaksi Nonlinear Sepasang Osilator yang Tanpa Perturbasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat mengembangkan keilmuan di bidang matematika murni dan juga untuk menunjukkan adanya bifurkasi *Saddle-Node* dari sistem interaksi sepasang osilator tanpa perturbasi melalui 3 cara yaitu secara numerik dengan

menggunakan Matcont, simulasi dengan menggunakan Maple 16 dan analitik yang menunjukkan bentuk normal adanya bifurkasi