

Bifurkasi *pitchfork* pada sistem *flutter* sayap pesawat terbang (Pitchfork bifurcation on a flutter system of aircraft wings)

Hartono¹⁾ dan Kus Prihantoso Krisnawan²⁾

Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta (UNY),
Kampus Karangmalang, Sleman, DI Yogyakarta 55281, tel. 08122753549, faks. (0274) 548203
dan ¹⁾e-mail: hartono@uny.ac.id, ²⁾e-mail: kuspk@uny.ac.id.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis terjadinya bifurkasi pada sistem *flutter*. Sistem *flutter* merupakan model matematika dari fenomena ketidakstabilan dinamik yang terjadi pada struktur fleksibel pesawat terbang karena adanya gaya aerodinamis yang ditambahkan. Analisis dilakukan dengan cara mentransformasi sistem berdasarkan teori *center manifold* sehingga didapatkan bentuk normal suatu bifurkasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada sistem *flutter* terjadi bifurkasi *pitchfork*.

Kata kunci: bifurkasi *pitchfork*, sistem *flutter*, *center manifold*

Abstract

The goal of this research is to analyze a bifurcation on a flutter system. Flutter system is a mathematics model of instability phenomenon on the flexible structures of an aeroplane due to the aerodynamic force. The analysis is done by system transformation based on the center manifold theorem. The transformation end is to get the normal form of a certain bifurcation. The result shows that there is a pitchfork bifurcation on the flutter system.

Keywords: pitchfork bifurcation, flutter system, center manifold

Pendahuluan

Flutter merupakan fenomena ketidakstabilan dinamik yang terjadi pada struktur fleksibel pesawat dan bersifat merusak. Menurut Keiichi Imamura [1], fenomena ini muncul sebagai hasil interaksi antara gaya aerodinamis, kekakuan (atau kelenturan), dan gaya inersia pada struktur. Vinayagamurthy, et al. [2] menyatakan bahwa saat pesawat bergerak (terbang), dimungkinkan terdapat titik pada struktur pesawat yang tidak dapat meredam gerakan yang semakin cepat (getaran yang diperkuat) karena adanya gaya aerodinamis yang ditambahkan ketika kecepatan angin semakin tinggi. Getaran ini dapat mengakibatkan kerusakan struktur pesawat, terutama pada permukaan aerodinamik seperti misalnya sayap, ekor vertikal dan horisontal. Oleh karenanya, Hodges dan Pierce [3]

mengatakan bahwa pertimbangan aeroelastisitas mutlak diperlukan dalam mendesain sebuah pesawat, karena *flutter* dapat menyebabkan kelelahan struktur dan bencana.

Sebenarnya, fenomena *flutter* tidak terjadi pada awal dibuatnya pesawat. Pada masa itu, sayap pesawat dibuat rigid. Namun kemudian sayap pesawat pada generasi-generasi berikutnya dibuat lebih lentur. Hal ini dimaksudkan agar bobot pesawat lebih ringan. Alasannya, benda yang lentur lebih ringan daripada benda rigid. Memang benar terjadi, bobot pesawat jadi makin ringan dan gerak pesawatpun jadi makin cepat. Namun ternyata dengan dibuatnya sayap yang lentur menyebabkan munculnya fenomena *flutter*. Dari sini muncul permasalahan, yaitu jika sayap pesawat dibuat rigid maka pesawat jadi makin berat sehingga gerak pesawat menjadi lambat