

ABSTRACT

STUDY OF THE DYNAMICS AND BIFURCATION OF A THREE-DIMENSIONAL PLANKTON-OXYGEN MODEL

By

Luis Imanuel Sangap Mugabe

This study investigates the dynamics and bifurcation of a three-dimensional plankton-oxygen model involving interactions among phytoplankton, zooplankton, and oxygen. The plankton-oxygen model is first formulated in an explicit form to facilitate numerical analysis. The system dynamics are analyzed using numerical methods through trajectory visualization and time series under stable conditions and during the occurrence of Hopf bifurcation. To examine the characteristics of the emerging periodic oscillations, Poincaré Section visualization is employed. Hopf bifurcation is numerically detected by varying certain parameters and observing changes in the system solutions, which are subsequently illustrated using bifurcation diagrams. Bifurcation analysis is performed by comparing the relationships between phytoplankton and oxygen, oxygen and zooplankton, as well as phytoplankton and zooplankton. The results show that parameter variations can induce a transition from a stable state to periodic oscillations due to Hopf bifurcation, reflecting the complex dynamics of the three-dimensional plankton-oxygen system.

Keywords: plankton-oxygen model, system dynamics, Hopf bifurcation, numerical methods.

ABSTRAK

STUDI DINAMIKA DAN BIFURKASI MODEL PLANKTON-OKSIGEN DIMENSI TIGA

Oleh

Luis Imanuel Sangap Mugabe

Penelitian ini mengkaji dinamika dan bifurkasi pada model plankton-oksigen tiga dimensi yang melibatkan interaksi antara fitoplankton, zooplankton, dan oksigen. Model plankton-oksigen terlebih dahulu diformulasikan dalam bentuk eksplisit untuk memudahkan analisis numerik. Analisis dinamika sistem dilakukan dengan menggunakan metode numerik melalui visualisasi trajektori dan deret waktu (*time series*) pada kondisi stabil serta pada kondisi terjadinya bifurkasi Hopf. Untuk mengamati karakteristik osilasi periodik yang muncul, digunakan visualisasi *Poincaré Section*. Deteksi bifurkasi Hopf dilakukan secara numerik dengan memvariasikan parameter tertentu dan mengamati perubahan perilaku solusi sistem, yang selanjutnya divisualisasikan dalam diagram bifurkasi. Analisis bifurkasi dilakukan dengan membandingkan hubungan antara fitoplankton dan oksigen, oksigen dan zooplankton, serta fitoplankton dan zooplankton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan parameter dapat menyebabkan peralihan dari kondisi stabil menuju osilasi periodik akibat bifurkasi Hopf, yang mencerminkan dinamika kompleks pada sistem plankton-oksigen.

Kata-kata kunci: model plankton–oksigen, dinamika sistem, bifurkasi Hopf, metode numerik.