

INTISARI

KLASIFIKASI TIPE DINAMIKA PADA *COUPLED MAP LATTICE* MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Oleh:

Raihan Rizki Dwiputra

21/480554/PA/20878

Teori *chaos* merupakan salah satu cabang ilmu fisika yang dipopulerkan oleh Edward Lorenz melalui temuannya bahwa kondisi awal yang sangat mirip dalam model cuaca dapat menghasilkan prediksi yang sangat berbeda. Salah satu model dalam studi dinamika *chaos* adalah *Coupled Map Lattice* (CML). CML terdiri atas sejumlah titik dinamis dan saling berinteraksi dengan titik-titik tetangganya. Setiap titik mewakili suatu sistem nonlinier lokal seperti *logistic map* dan interaksi antar titik membentuk dinamika spasial-temporal yang kompleks. Sistem ini memiliki dinamika sistem sangat sensitif terhadap perubahan parameter kontrol dan kopling sehingga dapat menghasilkan tiga tipe dinamika utama: *stable*, *critical*, dan *chaotic*. Tipe dinamika sistem dapat diidentifikasi seperti eksponen Lyapunov untuk menentukan seberapa sensitif sistem dinamis tersebut. Penelitian ini bertujuan mengklasifikasi tipe dinamika menggunakan pembelajaran mesin dengan memanfaatkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dan hasilnya dibandingkan dengan metode *Lyapunov Exponent Rosentain* (LER). Dataset penelitian berasal dari simulasi evolusi CML 1D dengan variasi parameter kontrol dan kopling. Hasil menunjukkan CNN memiliki akurasi 95.82% dan membutuhkan waktu komputasi 6.6% dari metode LER. Metode CNN terbukti unggul dalam kecepatan dan akurasi, serta dapat menjadi metode alternatif yang efisien dalam klasifikasi tipe dinamika sistem dinamis.

Kata kunci : Coupled Map Lattice, Pembelajaran Mesin, Eksponen Lyapunov, Klasifikasi Tipe Dinamika



ABSTRACT

CLASSIFICATION OF DYNAMIC TYPES IN COUPLED MAP LATTICE USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Oleh:

Raihan Rizki Dwiputra

98/123919/PA/07519

Chaos theory is a branch of physics popularized by Edward Lorenz through his discovery that even slightly different initial conditions in a weather model can lead to vastly different predictions. One of the models used in studying chaotic dynamics is the Coupled Map Lattice (CML). CML consists of a set of dynamic points that interact with their neighboring points. Each point represents a local nonlinear system, such as a logistic map, and their interactions form complex spatio-temporal dynamics. The system is highly sensitive to variations in control and coupling parameters, giving rise to three main types of dynamics: stable, critical, and chaotic. These dynamic types can be identified using chaos quantification methods such as the Lyapunov exponent, which measures the system's sensitivity to initial conditions. This study aims to classify these dynamic types using a machine learning approach, specifically through a Convolutional Neural Network (CNN) model, and compares the results with the Lyapunov Exponent Rosenstein (LER) method. The dataset was generated from 1D CML simulations with varying control and coupling parameters. The CNN model achieved an accuracy of 95.82% and was approximately 17 times faster in computation compared to the LER method. These results demonstrate that the CNN approach is both accurate and computationally efficient, offering a promising alternative for classifying dynamic types in chaotic systems.

Keywords : Coupled Map Lattice, Machine Learning, Lyapunov Exponent, Dynamic Type Classification