

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Selama beberapa dekade terakhir, pendekatan numerik semakin diakui sebagai sebuah metode matematika yang sangat efektif dalam menyelesaikan persamaan nonlinier yang dapat memodelkan berbagai permasalahan dunia nyata (Gao et al., 2019). Metode numerik telah diterapkan dalam penyelesaian berbagai jenis persamaan diferensial nonlinier, termasuk persamaan dengan orde sembarang (Ghanbari & Nisar, 2020). Salah satu fenomena nonlinier di dunia nyata adalah *chaos*.

Teori *chaos* adalah sebuah teori yang menginvestigasi fenomena nonlinier yang berada di antara keadaan yang terdeterminasi dan acak. Teori ini mengungkapkan temuan menarik bahwa sistem dinamis dengan dimensi yang rendah dapat menunjukkan perilaku yang kompleks, sulit untuk diprediksi, dan sangat bergantung pada kondisi awal (Sambas et al., 2015).

Swedia merupakan negara pertama kali ditemukannya *chaos*, tepatnya pada tahun 1885. Raja Oscar II mengadakan sayembara bagi pemenang yang dapat menjawab pertanyaan tentang '*Three Body Problem*' yaitu pergerakan tiga planet yang bergerak satu sama lain dengan gravitasi yang sama. Masalah ini dianggap salah satu fenomena *chaos* karena sulit untuk memprediksi perilaku jangka panjang dari sistem tersebut, sebab interaksi kompleks antara ketiga benda (Krishnaswami & Senapati, 2019). Pada tahun 1880, seorang matematikawan bernama Henri Poincare menemukan bahwa prediksi orbit tiga benda langit di bawah pengaruh gravitasi sangat sensitif terhadap kondisi awal (Chenciner, 2014). Kemudian pada tahun 1963, seorang pakar meteorologi bernama Edward Lorenz melakukan penelitian mengenai prediksi cuaca. Ia membuat 12 sistem persamaan diferensial untuk model iklim.

Namun di tahun berikutnya ia melakukan hal yang sama, tetapi hasilnya sangat berbeda. Dengan demikian ia menyimpulkan bahwa kondisi awal sangat sensitif terhadap persamaan nonlinier (Sprott & Linz, 2000).

Penemuan-penemuan tentang *chaos* telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti fisika (Zou et al., 2020), robotika (Added et al., 2021), ilmu sosial politik (Lane, 2018) dan enkripsi citra (Wang et al., 2022).

Sistem Arneodo-Couillet-Tresser adalah suatu sistem dinamis nonlinier yang menghasilkan perilaku *chaos* yang terdiri dari tiga persamaan diferensial nonlinier yang menggambarkan evolusi variabel-variabelnya seiring perubahan waktu. Sistem ini ditemukan oleh R. Arneodo, P. Couillet dan Tresser pada tahun 1981 (Arneodo et al., 1981), kemudian pada tahun 2005 dilakukan penelitian dengan penambahan variasi parameter (Lu, 2005), dan disempurnakan dengan metode numerik pada tahun 2019 (Adelakun et al., 2019).

Dalam beberapa tahun terakhir, sistem keamanan teknologi komunikasi telah menarik banyak perhatian para ilmuwan, karena bisa diterapkan dalam *Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan seperti analisis kendaraan, pengenalan tubuh manusia, detektor wajah manusia, dan penilaian kualitas gambar retina. Sistem komunikasi ini dapat dilakukan dengan gambar maupun video, tetapi rentan terjadi kejahatan selama transmisi yang akan menyebabkan kerugian (D. Xu et al., 2023).

Meskipun setiap teknik enkripsi memiliki keunggulan dan kelemahan, tetap saja masalah pembagian kunci enkripsi belum teratasi oleh teknik kriptografi tersebut. Oleh karena itu, kriptografi *chaos* muncul sebagai alternatif yang menarik untuk mengatasi situasi ini karena menawarkan tingkat keamanan yang tinggi dan memiliki banyak opsi kunci enkripsi (Mokhnache et al., 2022). Dalam beberapa dekade terakhir, pentingnya penelitian mengenai teknik enkripsi berbasis *chaos* telah ditekankan oleh para peneliti. Mereka telah mengembangkan algoritma-algoritma yang didasarkan pada teori *chaos* untuk meningkatkan efektivitas kriptografi (Elsadany et al., 2023).

Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk menerapkan konsep *chaos* dalam pengembangan sistem kriptografi citra. Beberapa contohnya ialah sistem *chaos* 1D (Essaid et al., 2019), sistem *chaos* 2D dan 3D (Broumandnia, 2019), dan bahkan sistem *hyperchaos* (Liu et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan metode enkripsi gambar yang lebih aman dan dapat menjaga kerahasiaan data dengan menggunakan prinsip-prinsip *chaos*.

Secara umum, penelitian sebelumnya telah mengindikasikan bahwa penerapan sistem *chaos* dalam kriptografi menghasilkan tingkat keamanan yang baik. Namun,

penting dilakukan penelitian lanjutan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang keamanannya. *Chaos* merupakan sistem yang kompleks dan tidak dapat diprediksi, oleh karena itu penulis mengajukan sebuah metode kriptografi citra berdasarkan sistem *chaos* Arneodo-Coulet-Tresser dan melakukan analisis terhadapnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan metode kriptografi citra dan menganalisis tingkat keamanan yang dihasilkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana fenomena *chaos* yang dihasilkan oleh sistem Arneodo-Coulet-Tresser?
2. Bagaimana proses pengaplikasian sistem Arneodo-Coulet-Tresser pada kriptografi citra digital?
3. Bagaimana tingkat keamanan yang dihasilkan oleh sistem Arneodo-Coulet-Tresser pada kriptografi citra digital?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis fenomena *chaos* yang dihasilkan oleh sistem Arneodo-Coulet-Tresser.
2. Mengaplikasikan sistem Arneodo-Coulet-Tresser pada kriptografi citra digital.
3. Menganalisis tingkat keamanan yang dihasilkan oleh sistem Arneodo-Coulet-Tresser pada kriptografi citra digital.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan memberikan beberapa manfaat, di antaranya :

1. Manfaat Teoritis, persamaan diferensial yang ditemukan dapat dijadikan referensi pembentuk sinyal *chaos*.
2. Manfaat Praktis, opsi tambahan dalam sistem keamanan komunikasi citra digital.

## 1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah agar penelitian memiliki batasan demi tercapainya suatu tujuan penelitian, di antara nya yaitu :

1. Penelitian ini menggunakan software Python 3.9 untuk melakukan analisis numerik.
2. Aplikasi penelitian ini adalah kriptografi pada citra digital.
3. Pengujian efektivitas algoritma pada kriptografi citra digital dilakukan beberapa analisis : analisis histogram, uji korelasi, analisis NPCR dan UACI, analisis entropi dan analisis serangan *noise*.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Skripsi ini disusun ke dalam tiga buah bab dengan sistematika sebagai berikut.

### BAB I : PENDAHULUAN

Menerangkan perihal latar belakang mengapa dilakukannya penelitian ini, beserta rumusan masalah yang terkandung di dalam penelitian yang dilakukan, tujuan dilakukannya penelitian, Manfaat yang akan dirasakan setelah penelitian selesai, batasan masalah yang ada di dalam penelitian, dan rangkuman dari keseluruhan penelitian yang diuraikan didalam sistematika penulisan.

### BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang tinjauan pustaka atau beberapa teori terkait penelitian ini yang dijadikan rujukan atas dilakukannya penelitian ini dan berisi penjelasan Bagaimana suatu sistem membentuk sinyal *chaos*.

### BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi informasi mengenai kapan dan di mana penelitian ini dilaksanakan, daftar alat dan bahan, serta membahas alur penelitian termasuk alur dalam analisis secara analitik maupun numerik.

### BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, berisi analisis fundamental sistem *chaos* Arneodo-Coulet-Tresser serta penyajian hasil eksperimental dan uji efektivitas algoritma penerapan sistem Arneodo-Coulet-Tresser pada kriptografi citra digital.

### BAB V : PENUTUP

Bagian ini berisi kesimpulan dan penjelasan mengenai kekurangan pada penelitian, sehingga diajukan saran untuk pengembangan penelitian yang lebih baik.

