BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital meningkatkan kebutuhan terhadap sistem keamanan data, khususnya pada data berbentuk citra. Citra sering memuat informasi sensitif yang perlu dijaga kerahasiaan dan keasliannya, seperti dokumen identitas, sertifikat, rekam medis, dan hasil laboratorium. Oleh karena itu, diperlukan metode enkripsi yang mampu menyamarkan citra tanpa menghilangkan kemampuan untuk didekripsi dengan benar, guna menjaga integritas data visual. Salah satu jenis citra yang banyak digunakan adalah citra RGB (*Red, Green, Blue*), yang tersusun atas tiga kanal warna utama pada setiap pikselnya. Model RGB digunakan dalam pengolahan citra digital karena mampu merepresentasikan variasi warna secara detail (Santoso et al., 2024). Citra RGB memiliki kompleksitas lebih tinggi dibandingkan citra *grayscale*, karena setiap piksel memiliki tiga komponen warna, sehingga banyak digunakan dalam multimedia, komunikasi digital, bidang medis, penginderaan jauh, keamanan dokumen, dan sistem identifikasi visual. Oleh karena itu, dibutuhkan mekanisme pengamanan yang menjaga privasi dan keutuhan data.

Dalam enkripsi citra RGB, setiap kanal warna dapat diproses menggunakan operasi kriptografi seperti XOR yaitu operasi *exclusive OR* yang menggabungkan nilai piksel dengan kunci sehingga bersifat reversibel dan cepat. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah *stream cipher*, yaitu metode enkripsi yang bekerja dengan membangkitkan *keystream* yang kemudian dioperasikan menggunakan XOR terhadap data citra. Keamanan *stream cipher* sangat dipengaruhi oleh kualitas *keystream* yang dihasilkan. Penelitian Dinu dan Frunzete (2025) menjelaskan bahwa *chaotic map* banyak digunakan sebagai pembangkit *keystream* dalam enkripsi citra. Sementara itu, Rahul et al. (2023) mengembangkan metode yang mengombinasikan *multiple chaotic maps*, *dynamic DNA encoding*, dan *SHA-256 hash function* untuk menghasilkan *keystream* yang

lebih kompleks. Namun, pemanfaatan struktur matematis dalam teori graf sebagai pembangkit *keystream* masih relatif terbatas.

Dalam konteks tersebut, teori graf dapat dimanfaatkan sebagai dasar pembangkitan *keystream* karena menyediakan struktur matematis berupa titik, sisi, lintasan, pelabelan, dan bobot yang dapat membentuk pola kunci dinamis. Salah satu konsep yang dapat diterapkan adalah *Strong Rainbow Antimagic Coloring* (SRAC). SRAC mensyaratkan bahwa lintasan pelangi yang digunakan merupakan lintasan terpendek (*geodesic*) (Lestari et al., 2023). *Geodesic* dalam teori graf adalah lintasan terpendek antara dua titik dalam sebuah graf, tanpa mengulangi simpul. Karakteristik ini menghasilkan bobot sisi yang unik melalui pelabelan bijektif, sehingga setiap sisi memiliki bobot yang berbeda dan dapat membentuk deret *keystream* yang lebih bervariasi serta sulit diprediksi. Dengan demikian, bobot SRAC dapat dimanfaatkan sebagai *keystream* dalam proses enkripsi citra RGB.

Dalam penelitian ini, bobot SRAC pada graf roda, graf helm, graf *shell-butterfly*, graf *octopus*, dan graf *lotus* dikonstruksi sebagai *keystream* dalam skema *stream cipher*. *Keystream* tersebut digunakan untuk mengenkripsi citra RGB melalui operasi XOR pada setiap kanal warna, sedangkan proses dekripsi dilakukan menggunakan *keystream* yang sama untuk mengembalikan citra ke bentuk semula. Pemilihan kelima graf tersebut didasarkan pada perbedaan karakteristik struktur dan kompleksitas lintasan yang diharapkan menghasilkan bobot SRAC yang unik serta dinamis sebagai pembangkit *keystream*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut.

1. Berapa *strong rainbow antimagic coloring number* dari graf roda, graf helm, graf *shell-butterfly*, graf *octopus*, dan graf *lotus*?
2. Bagaimana aplikasi bobot *strong rainbow antimagic coloring* pada graf roda, graf helm, graf *shell-butterfly*, graf *octopus*, dan graf *lotus* sebagai

keystream dalam skema *stream cipher* untuk proses enkripsi dan dekripsi citra RGB?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan *strong rainbow antimagic coloring number* dari graf roda, graf helm, graf *shell-butterfly*, graf *octopus*, dan graf *lotus*.
2. Mengaplikasikan bobot *strong rainbow antimagic coloring* pada graf roda, graf helm, graf *shell-butterfly*, graf *octopus*, dan graf *lotus* sebagai *keystream* dalam skema *stream cipher* untuk proses enkripsi dan dekripsi citra RGB.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis dan praktis dalam bidang teori graf dan kriptografi. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan teori graf, khususnya SRAC, melalui penentuan nilai SRAC pada graf roda, graf helm, graf *shell-butterfly*, graf *octopus*, dan graf *lotus*, serta memperluas pemanfaatannya sebagai pembangkit *keystream* dalam skema *stream cipher*.
2. Secara praktis, penelitian ini menyediakan alternatif metode enkripsi citra RGB berbasis *stream cipher* menggunakan bobot SRAC yang sistematis, dinamis, dan mudah diimplementasikan untuk meningkatkan keamanan data visual digital.
3. Bagi penelitian selanjutnya, penelitian ini dapat menjadi rujukan dalam pengembangan metode enkripsi citra berbasis teori graf, khususnya pada pengembangan *keystream*, eksplorasi kelas graf lain, maupun pengembangan algoritma kriptografi citra yang lebih kompleks.

1.5 Kebaharuan

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa kebaharuan yang belum pernah diteliti oleh peneliti lain yaitu sebagai berikut.

1. *Strong rainbow antimagic coloring number* pada graf roda, graf helm, graf *shell-butterfly*, graf *octopus*, dan graf *lotus*.
2. Aplikasi bobot *strong rainbow antimagic coloring* pada graf roda, graf helm, graf *shell-butterfly*, graf *octopus*, dan graf *lotus* sebagai *keystream* dalam skema *stream cipher* untuk proses enkripsi dan dekripsi citra RGB.