

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem steganografi LSB-AES, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. **Kualitas Visual Sangat Baik** Implementasi steganografi LSB-AES berhasil menyisipkan pesan terenkripsi tanpa merusak kualitas visual citra. Rata-rata nilai *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) mencapai **60.88 dB**, jauh di atas standar kelayakan (40 dB), sehingga keberadaan pesan sulit dideteksi oleh mata manusia.
2. **Ketahanan Bergantung pada Lokasi (*Location Dependent*)** Ketahanan data terhadap serangan *cropping* sangat ditentukan oleh posisi pemotongan, bukan hanya persentase kerusakan:
  - **Skenario *Top-Left***: Mengalami kegagalan total (100%) pada semua intensitas karena hilangnya *Initialization Vector* (IV) di piksel awal.
  - **Skenario *Center***: Mampu bertahan hingga pemotongan 50% karena data pesan yang tersimpan di baris awal (*header*) tidak tersentuh. Kegagalan baru terjadi pada intensitas 75% saat area potong mengenai data pesan.
3. **Paradoks Kualitas Visual** Tingkat kerusakan visual citra pasca-serangan tidak berbanding lurus dengan keberhasilan dekripsi. Citra yang rusak berat secara visual masih dapat didekripsi dengan sukses asalkan struktur data *header* tetap utuh. Kegagalan dekripsi murni disebabkan oleh sifat sensitif algoritma AES (*avalanche effect*) yang tidak mentoleransi hilangnya bit data sedikitpun.

### 5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, penulis menyarankan:

1. **Penerapan *Random Embedding*** Mengganti metode penyisipan sekuensial dengan penyisipan acak agar data tersebar merata, sehingga kerusakan pada

satu area spesifik (seperti sudut kiri-atas) tidak langsung menghancurkan seluruh data.

2. **Penambahan *Error Correction Code* (ECC)** Menerapkan mekanisme koreksi kesalahan (seperti *Reed-Solomon*) sebelum enkripsi agar sistem mampu memulihkan bit-bit yang hilang akibat *cropping* ringan.
3. **Redundansi Data Vital** Menyimpan salinan *Initialization Vector* (IV) dan informasi panjang pesan di beberapa lokasi berbeda pada citra untuk mencegah kegagalan total saat *header* utama terpotong.

