

## BAB V

### SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

#### 5.1 Simpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem steganografi video berbasis web yang mampu menyisipkan pesan rahasia ke dalam video menggunakan kombinasi metode *Least Significant Bit (LSB)*, *Caesar Cipher termodifikasi*, dan *Transposisi Cipher*. Berdasarkan hasil implementasi, pengujian, dan evaluasi, beberapa simpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut

1. Pengembangan Sistem Steganografi Video Berbasis *Golang*  
Sistem yang dikembangkan berhasil memenuhi tujuan penelitian, yaitu menghasilkan aplikasi berbasis web yang mampu melakukan proses enkripsi, penyisipan pesan, dan dekripsi pesan pada video berformat AVI. Sistem ini menggunakan bahasa pemrograman *Golang* dengan dukungan pustaka *OpenCV* untuk manipulasi video dan *FFmpeg* untuk pengolahan media. Kombinasi metode *kriptografi* dan *steganografi* yang digunakan memungkinkan penyisipan pesan secara aman tanpa mengorbankan kualitas visual video.
2. Kinerja Sistem
  - a. Teknik *Least Significant Bit (LSB)* berhasil menyisipkan pesan terenkripsi ke dalam video tanpa mengubah kualitas visual secara signifikan. Hal ini ditunjukkan melalui nilai *MSE* rata-rata sebesar 1.14902 dan nilai *PSNR* rata-rata sebesar 51.2028 dB, yang menunjukkan bahwa perubahan visual pada video hampir tidak terdeteksi oleh mata manusia.
  - b. Waktu Proses: Sistem menunjukkan performa yang cukup baik dalam menangani proses enkripsi, penyisipan, dan ekstraksi pesan. Rata-rata waktu enkripsi adalah 35,07 detik, sedangkan waktu dekripsi adalah 30,56 detik, meskipun waktu ini meningkat seiring bertambahnya jumlah karakter pesan.

- c. Ukuran File: Proses embedding menyebabkan peningkatan ukuran file video, dari 35,06 MB menjadi rata-rata 46,06 MB. Hal ini disebabkan oleh karakteristik *lossless compression* yang digunakan untuk menjaga kualitas video.
  - d. Pengujian menggunakan Koefisien Korelasi Pearson menunjukkan bahwa hubungan linier antara *plaintext* dan *ciphertext* sangat lemah, dengan rata-rata nilai korelasi yang mendekati nol. Hal ini menandakan bahwa sistem telah berhasil menjaga kerahasiaan pesan dan mempersulit upaya kriptanalisis.
3. Fungsionalitas Aplikasi
- Aplikasi berbasis web yang dikembangkan berhasil memenuhi spesifikasi yang dirancang, termasuk validasi input, proses enkripsi dan dekripsi, serta pengunduhan hasil video. Pengujian black box menunjukkan bahwa semua fitur berjalan sesuai dengan harapan tanpa adanya kesalahan fungsi.

## 5.2 Implikasi

Aplikasi berbasis web yang dikembangkan berhasil memenuhi spesifikasi yang dirancang, termasuk validasi input, proses enkripsi dan dekripsi, serta pengunduhan hasil video. Pengujian *black box* menunjukkan bahwa semua fitur berjalan sesuai dengan harapan tanpa adanya kesalahan fungsi.

- 1. Implikasi Teoritis
  - a. Penelitian ini memperluas pemahaman tentang penggabungan teknik kriptografi klasik dan modern dengan steganografi digital, khususnya dalam konteks media video.
  - b. Modifikasi pada algoritma *Caesar Cipher* dan integrasinya dengan *Transposisi Cipher* memberikan pendekatan baru dalam pengembangan algoritma kriptografi yang lebih aman dan kompleks.
  - c. Evaluasi kualitas video menggunakan metrik *MSE* dan *PSNR* memberikan wawasan tambahan tentang bagaimana penyisipan pesan dapat dilakukan tanpa merusak kualitas visual video.

## 2. Implikasi Praktis

- a. Sistem ini dapat digunakan untuk melindungi data sensitif, seperti pesan rahasia, informasi pribadi, atau dokumen penting, dengan menyisipkannya ke dalam video.
- b. Aplikasi ini memiliki potensi untuk digunakan dalam berbagai bidang, seperti komunikasi rahasia, perlindungan hak cipta digital, dan keamanan data multimedia.
- c. Dengan dukungan format AVI, sistem ini memberikan fleksibilitas dalam menangani video berkualitas tinggi tanpa kehilangan data.

## 5.3 Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian dan batasan yang ditemukan selama proses pengembangan, beberapa rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

### 1. Dukungan Format Video yang Lebih Luas

Sistem saat ini hanya mendukung format video AVI. Penelitian di masa depan dapat memperluas dukungan ke format video lain seperti MP4, MKV, atau MOV agar lebih relevan dengan kebutuhan pengguna modern.

### 2. Optimasi Waktu Proses dan Ukuran File

Meskipun sistem sudah menunjukkan performa yang baik, optimasi lebih lanjut dapat dilakukan untuk mempercepat proses enkripsi dan dekripsi, terutama untuk menangani pesan dengan ukuran besar. Selain itu, metode kompresi yang lebih efisien dapat diterapkan untuk mengurangi peningkatan ukuran file video.

### 3. Peningkatan Keamanan

- a. Penambahan algoritma kriptografi modern dapat meningkatkan keamanan sistem lebih jauh.
- b. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengintegrasikan mekanisme deteksi serangan terhadap *stegano* video, seperti serangan analisis statistik atau manipulasi video.

### 4. Pengembangan Antarmuka Pengguna

- a. Antarmuka aplikasi dapat dirancang lebih intuitif dan ramah pengguna, sehingga dapat diakses oleh pengguna tanpa latar belakang teknis.
  - b. Penambahan fitur seperti pratinjau video hasil enkripsi sebelum diunduh dapat meningkatkan pengalaman pengguna.
5. Integrasi dengan Sistem Cloud
- Sistem dapat dikembangkan untuk mendukung pengolahan berbasis cloud, memungkinkan pengguna untuk mengakses aplikasi dari perangkat apa pun tanpa memerlukan instalasi lokal. Pendekatan ini juga dapat meningkatkan efisiensi dalam menangani data berukuran besar.
6. Skalabilitas dan Pengujian Lebih Lanjut
- a. Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk menguji sistem dengan berbagai jenis video, resolusi, dan skenario dunia nyata untuk mengevaluasi performa dan keandalannya.
  - b. Sistem juga dapat dikembangkan untuk mendukung penyisipan data selain teks, seperti gambar atau file dokumen.
7. Penerapan pada Industri
- Sistem ini memiliki potensi untuk diintegrasikan ke dalam berbagai aplikasi industri, seperti pengamanan data perusahaan, perlindungan hak cipta konten digital, atau komunikasi rahasia dalam sektor keamanan.

Penelitian ini telah menunjukkan bahwa kombinasi metode LSB, *Caesar Cipher* termodifikasi, dan *Transposisi Cipher* memberikan solusi yang aman dan efisien untuk menyisipkan pesan rahasia ke dalam video. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini memiliki potensi untuk menjadi alat yang kuat dalam meningkatkan keamanan informasi di era digital. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi penelitian-penelitian selanjutnya dalam bidang steganografi, kriptografi, dan keamanan multimedia.