

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang membandingkan metode Discrete Wavelet Transform (DWT), Integer Wavelet Transform (IWT), Fast Fourier Transform (FFT), dan Discrete Cosine Transform (DCT) dalam steganografi pesan rahasia dengan menggunakan metode evaluasi Analytical Hierarchy Process (AHP), dapat disimpulkan bahwa Metode DWT, IWT, FFT, dan DCT berhasil diterapkan dalam sistem steganografi citra digital dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. Empat metode tersebut mampu memasukkan pesan rahasia ke dalam citra berwarna grayscale maupun RGB tanpa menimbulkan perubahan visual yang terlihat jelas pada citra hasil penyisipan. Ini menunjukkan bahwa seluruh metode tersebut dapat diterapkan dalam proses menyembunyikan pesan pada domain transformasi.

Berdasarkan hasil pengujian perbandingan kinerja dengan menggunakan parameter PSNR, MSE, SSIM, payload, serta waktu proses, metode berbasis wavelet yaitu DWT dan IWT menunjukkan hasil yang paling baik. DWT dan IWT menghasilkan nilai PSNR lebih dari 60 dB, nilai MSE yang sangat kecil, serta nilai SSIM mendekati 1, sehingga kualitas citra hasil steganografi hampir sama dengan citra aslinya. Metode FFT menunjukkan hasil yang memadai dengan kualitas gambar yang tetap baik, tetapi menghasilkan nilai MSE yang lebih tinggi dibandingkan metode wavelet. Sementara itu, metode DCT menunjukkan performa terburuk, terutama pada gambar berwarna RGB, yang dapat dilihat dari nilai PSNR yang lebih rendah dan nilai MSE yang lebih besar. Dari segi payload, semua metode menghasilkan kapasitas penyisipan yang hampir sama karena menggunakan pesan rahasia dengan panjang yang identik.

Berdasarkan evaluasi secara menyeluruh dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) yang memberikan bobot masing-masing yaitu PSNR sebesar 25%, SSIM 25%, MSE 20%, Payload 15%, dan Time 15%, metode Integer Wavelet Transform (IWT) menunjukkan hasil terbaik

dibandingkan dengan metode lainnya. IWT menghasilkan skor sebesar 0,8112 pada citra skala abu-abu dan 0,9162 pada citra RGB, dengan nilai rata-rata keseluruhan mencapai 0,86370. Hasil tersebut menunjukkan bahwa IWT menawarkan keseimbangan terbaik dalam hal kualitas gambar, tingkat kesalahan, kapasitas menyisipkan pesan, serta efisiensi dalam proses perhitungan. Oleh karena itu, metode IWT dapat disarankan sebagai metode steganografi yang paling efektif dalam penelitian ini.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Menambahkan variasi dataset citra dengan karakteristik yang lebih beragam agar hasil penelitian lebih representatif dan dapat digeneralisasikan dengan lebih baik.
2. Mengembangkan metode hybrid seperti DWT-DCT atau DWT-FFT untuk meningkatkan kualitas dan keamanan penyisipan pesan.
3. Mengembangkan metode steganografi berbasis Artificial Intelligence seperti Deep Learning atau Neural Network.
4. Melakukan pengujian ketahanan metode terhadap berbagai serangan, seperti kompresi, noise, cropping, dan filtering untuk mengetahui tingkat robustness masing-masing metode.
5. Mengoptimalkan parameter penyisipan secara adaptif agar diperoleh keseimbangan yang lebih baik antara kualitas citra, kapasitas penyisipan, dan keamanan pesan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknik steganografi citra digital, khususnya dalam pemilihan metode terbaik berdasarkan pendekatan multi-kriteria. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam bidang keamanan informasi dan pengolahan citra digital.