

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. *Watermarking* citra *digital* dalam domain DCT dengan algoritma *Double Embedding* dapat direalisasikan.
2. Berdasarkan hasil pengujian dengan T_{e1} (*thresholds* energi) & T_{d1} (*thresholds* variansi) dengan *range* <10% dan T_{e2} & T_{d2} >60% dari e_k (energi) dan d_k (variansi), $P1=1$ & $P2=0$, $\Delta_{R1}=8$, $\Delta_{R2}=16$, $\Delta_{R3}=24$, menghasilkan:
 - a. Citra *ber-watermark* dengan nilai PSNR > 30dB dan nilai MOS > 3, dengan artian pengurangan kualitas cukup rendah dan perubahannya tidak terlalu terlihat oleh *Human Visual System* (HVS).
 - b. Citra *watermark* hasil ekstraksi dengan nilai NCC > 0,6, dengan artian citra masih dapat dilihat oleh *Human Visual System* (HVS).
 - c. Perubahan nilai T tidak memberi dampak yang signifikan terhadap nilai PSNR. Akan tetapi semakin sedikit penyisipan *watermark* yang dilakukan pada R_1 (kategori citra dengan energi dan variansi rendah), nilai NCC akan semakin baik.
 - d. *Watermark* dari komponen AC mampu meningkatkan kualitas *watermark* hasil ekstraksi dari komponen DC dengan peningkatan nilai NCC dari citra *watermark* hasil ekstraksi dari komponen DC hingga 0,01.
3. Ketahanan *watermark* terhadap *image processing*:
 - a. *Watermark* memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap beberapa *image processing*, terutama :
 1. *Filtering* dengan *median filter* 3x3 piksel dan *wiener filter* 3x3,
 2. *Pepper-salt noise* dengan penambahan *noise density* 0,005.
 3. Kompresi JPG dengan faktor kualitas 50% & 80% dan,

4. *Scalling* dengan skala 1:2 dan skala 1:1/2
 5. *Rotate* pada 90° dan 270°.
- b. *Watermark* tidak tahan terhadap *image processing*, berupa:
1. *Rotate* pada 45° atau yang mengubah bentuk atau ukuran citra,
 2. *Scalling* dengan skala 1:1/4,
 3. Kompresi JPG dengan faktor kualitas 40%,
 4. *Filtering* dengan *wiener filter* 5x5,
 5. *Pepper-salt noise* dengan *noise density* 0,01 dan 0,02, serta
 6. *Gaussian noise*.
- c. *Watermark* yang disisipkan pada daerah citra dengan energi yang tinggi, lebih tahan terhadap *image processing*.
- d. *Watermark* dari komponen AC lebih tidak tahan terhadap *image processing* daripada *watermark* pada komponen DC. Namun *watermark* dari komponen AC, umumnya mampu meningkatkan kualitas *watermark* hasil ekstraksi dari komponen DC.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki dan mengembangkan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengembangkan metode penyisipan citra *watermark* pada komponen AC (*mid-freq subbands*), yang memiliki ketahanan lebih baik dari berbagai *image processing*,
2. Mengembangkan metode penyisipan ini untuk citra berwarna.