

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kehidupan di dunia digital membuat internet menjadi salah satu media utama yang banyak digunakan, namun perkembangan teknologi ini juga terdapat dampak negatif terhadap pertukaran informasi, informasi menjadi lebih rentan terhadap penyimpangan, seperti manipulasi, pencurian, dan penggunaan informasi tanpa izin. Untuk menjaga keamanan dan keaslian citra digital, maka dibutuhkan penyisipan informasi tambahan ke dalam citra. Proses penyisipan informasi disebut juga dengan *digital watermarking*, proses tersebut melindungi citra digital dari berbagai serangan yang membuat kualitas citra menurun bahkan rusak. Proses *watermarking* akan menyisipkan informasi dalam bentuk biner ke nilai piksel citra *host* [1]. Informasi yang disisipkan berupa data digital, seperti teks, audio, citra dan video yang dapat menjadi autentikasi kepemilikan citra [2].

Pada pengujian yang dilakukan oleh Saeid Jahandar mengenai *watermarking* citra digital menggunakan *Hybrid DWT-HD-SVD* yang bersumber pada penelitian yang dilakukan oleh Junxiu Liu, dkk [3] membuktikan bahwa metode *watermarking* berbasis pada domain DWT sulit untuk menahan serangan geometris. Maka dari itu penggunaan metode DWT memerlukan dekomposisi matriks untuk menahan pemrosesan citra seperti HD dan SVD dari berbagai serangan geometri seperti *cropping*, *scaled*, dan *rotate* [3]. Selain dekomposisi matriks, menggabungkan dua atau lebih transformasi juga dapat meningkatkan kinerja *watermarking* yang mengutamakan *robustness* dari serangan geometri [4].

Pada Tugas Akhir ini dilakukan teknik *watermarking* pada citra pada domain transformasi menggunakan *Hybrid DWT, DCT, HD dan SVD*. Penggunaan teknik tersebut bertujuan untuk menghasilkan *watermarking* yang *robust* (tahan) dari berbagai serangan terutama serangan geometri serta perlindungan hak cipta. Perbedaan pada penelitian sebelumnya [3] adalah penambahan metode transformasi DCT yang bertujuan untuk memperbaiki ketahanan *watermark* terkhusus pada

serangan geometris yang kemudian diuji performanya. Perbedaan lainnya terdapat pada penggunaan optimasi menggunakan Algoritma Genetika yang bertujuan untuk menemukan parameter terbaik sehingga dapat meningkatkan sifat *imperceptibility* dan *robustness* pada skema watermarking [5]. Penggabungan transformasi DWT-DCT juga telah dilakukan pada *paper* [4] yang menghasilkan sistem *watermarking* dengan kinerja yang berfokus pada *robustness*, khususnya pada serangan geometri yang menunjukkan nilai NC dan BER yang baik pada serangan geometri. DCT digunakan karena memiliki sifat yang baik dalam pengkonsentrasian energi citra ke koefisien yang kecil (*compaction energy*) dan digunakan untuk menghitung kuantitas bit citra dimana informasi disembunyikan di dalamnya [7]. Skema yang diusulkan diuji dengan berbagai serangan dan hasil pengujian dilakukan dengan beberapa skenario pengujian menggunakan beberapa parameter kinerja *watermarking*, yaitu *Bit Error Rate* (BER), *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), *Structural Similarity Index Metric* (SSIM), dan *Normalized Correlation* (NC).

1.2. Penelitian Terkait

J. Liu, dkk [3] mengusulkan teknik *watermarking* menggunakan metode DWT-HD-SVD yang dioptimasi menggunakan *fruit fly optimization*. Citra watermark yang digunakan berupa logo *copyright* dengan tiga ukuran citra, yaitu 64×64 piksel, 128×128 piksel, dan 256×256 piksel. SVD pada teknik *watermarking* ini juga diterapkan pada citra *watermark*. Penggunaan *fly fruit optimization algorithm* digunakan untuk mencari faktor skala terbaik pada beberapa skenario pengujian menggunakan serangan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan hasil yang baik antara *robustness* dan *invisibility* dengan berbagai ukuran citra *watermark*. Dengan nilai PSNR rata-rata 38, 16 dB pada ketiga ukuran citra *watermark* dan NC 1. Namun penelitian ini menunjukkan hasil yang kurang baik pada serangan geometri.

P. Jain, dkk [8] mengusulkan teknik *robust watermarking* menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) dan *Singular Value Decomposition* (SVD) pada citra bertekstur dengan Transformasi Arnold. Citra *watermark* berupa logo melewati proses kompresi menggunakan SVD sehingga koefisien diagonal cukup signifikan untuk disematkan pada citra *host*. SVD digunakan pada citra

watermark karena algoritma tersebut juga memenuhi syarat *imperceptibility*. Pengujian tersebut menghasilkan *watermarking* pada citra dengan *imperceptibility* yang tinggi dengan nilai PSNR rata-rata sebesar 62,7 dB dan ketahanan *watermark* yang baik dengan NC diatas 0,87 pada beberapa serangan seperti *rotation*, *cropping*, dan *mean filter*.

Q. Su, dkk [9] mengusulkan teknik *blind watermarking* menggunakan matriks *Hessenberg* atas dan transformasi arnold untuk meningkatkan keamanan *watermarking*. Pada proses penyematan *watermark*, informasi *watermark* akan disematkan ke dalam elemen energi terbesar dari matriks *Hessenberg* dengan teknik kuantisasi. Citra yang telah terbagi menjadi beberapa blok gambar akan dipilih secara acak yang selanjutnya akan dilakukan transformasi *Hessenberg* untuk mencari energi terbesar matriks untuk daerah penyematan citra *watermark*. Hasil simulasi dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan metode yang diusulkan memiliki kinerja yang lebih baik untuk karakteristik *watermark* yaitu *invisibility*, *robustness*, *capacity* dan *computational complex* dengan nilai parameter tanpa serangan PSNR sebesar 37,39 dB dan NC sebesar 0,99 namun kinerja *watermarking* dengan serangan *rotate* harus dipertimbangkan lebih lanjut di penelitian berikutnya.

Gang Wang, dkk [10] mengusulkan *blind watermarking* dengan menggunakan metode dekomposisi *Hessenberg* dan transformasi Contourlet yang bertujuan untuk melindungi hak cipta pada citra berwarna. Citra berwarna akan melewati proses transformasi contourlet dan *sub-band* frekuensi rendahnya dibagi menjadi blok koefisien 4x4 yang tidak saling tumpang tindih. Setelah dibagi menjadi menjadi beberapa blok, blok koefisien yang dipilih akan didekomposisi *Hessenberg*. Dari metode yang diusulkan dapat membuktikan bahwa *sub-band* frekuensi rendah yang digunakan dapat meningkatkan *robustness watermark* dengan nilai rata-rata NC sebesar 0,9127, energi terbesar matriks yang didapat dari dekomposisi *Hessenberg* dapat meningkatkan *imperceptibility* dengan nilai rata-rata sebesar 48,3 dB.

Pada penelitian yang dilakukan oleh A. Anand, dkk [11] yang mengusulkan teknik *watermarking* pada citra medis menggunakan domain DWT-SVD dan

menggunakan tiga teknik kompresi yaitu Huffman, LZW dan gabungan keduanya. Citra medis yang digunakan berupa citra MRI berukuran 512x512 yang akan diproses dengan DWT tingkat 2 untuk membagi citra menjadi beberapa *sub-band*. *Sub-band* HL dan LH akan dilakukan proses SVD dan citra *watermark* dibagi menjadi 2 bagian yang sama lalu kemudian kedua bagian tersebut disematkan ke dalam bagian matriks tunggal S_{HL1} dan S_{LH1} . Penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa teknik yang diusulkan memiliki kinerja yang baik dalam *imperceptibility* dengan nilai tertinggi sebesar 36,1 dB, *robustness* dengan nilai NC tertinggi sebesar 0,99 dan BER 0, serta rasio keamanan dan kompresi.

C..Lai dan C. Tsai pada penelitian [12] yang mengembangkan teknik *watermarking* citra untuk meningkatkan *imperceptibility* dan *robustness watermarking* menggunakan transformasi *hybrid* berbasis DWT-SVD. Penyematan citra *watermark* tidak dilakukan di koefisien *wavelet*, namun pada nilai singular *sub-band* DWT pada citra *host*. SVD diterapkan pada *sub-band* LH dan HL yang didapat dari transformasi menggunakan DWT. Hasil penelitian membuktikan bahwa metode yang digunakan memberikan ketahanan yang pada citra *watermarking* dan ketahanan tersebut juga dipengaruhi dari besarnya faktor skala yang digunakan. Jika faktor skala yang digunakan semakin besar, maka semakin kuat ketahanan skema *watermarking* yang digunakan dan begitu juga sebaliknya. Penelitian ini juga membuktikan bahwa metode yang digunakan dapat memulihkan citra *watermark* dengan kualitas yang cukup tinggi.

Penelitian *crypto-watermarking* yang diusulkan oleh A. Al-Haj, dkk pada [13] menggunakan SVD di domain DWT pada citra medis yang ditujukan untuk menjaga kerahasiaan dan keaslian citra medis saat melalui pertukaran informasi medis. Citra medis yang digunakan dipisahkan menjadi dua zona wilayah, yaitu ROI dan RONI. Wilayah ROI tidak dapat digunakan karena merupakan wilayah dimana terdapat informasi penting untuk kepentingan diagnosis. Semua *sub-band* pada citra digunakan untuk skema yang diusulkan. *Sub-band* LH digunakan untuk menyematkan informasi pasien, *sub-band* HL dan LH untuk menyematkan logo rumah sakit, dan *sub-band* HH untuk *cryptographic hash watermark*. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah algoritma yang diusulkan dapat menahan berbagai serangan yang dilakukan dan *watermark* yang berupa informasi pasien dan

logo rumah sakit dapat diidentifikasi dengan baik untuk mengautentikasi kepemilikan dan sumber asal citra dengan nilai NC diatas 0,96.

A. Abduldaim, dkk [14] mengusulkan teknik *watermarking* pada citra digital menggunakan *Hessenberg Matrix Decomposition* (HMD) dan DWT. Citra *host* berwarna yang digunakan diubah menjadi citra *grayscale* yang kemudian ditransformasi DWT 1 yang selanjutnya akan diterapkan HMD pada setiap blok. Setelah melewati proses HMD yang akan memisahkan menjadi matriks 4×4 H dan P. penyematan citra biner *watermark* dilakukan di sub-matriks H yang telah melalui proses HMD. Dengan pengujian menggunakan NC yang menghasilkan nilai 1, maka dapat disimpulkan bahwa citra *watermark* asli dan terekstraksi memiliki kualitas yang sama. Namun pengujian juga dilakukan dengan menggunakan berbagai serangan dan metode yang diusulkan memberikan nilai NC 1% pada pengujian serangan JPEG dan hasil NC yang tidak baik pada serangan *histogram equalization* dengan nilai NC dibawah 0,6.

S. Sejpal dan D. Borse [15] mengusulkan teknik *blind watermarking* pada citra berwarna menggunakan dekomposisi *Hessenberg* dan dekomposisi Schur yang lebih ditujukan untuk keamanan *watermarking*. S. Sejpal, dkk membandingkan teknik *watermarking* menggunakan dekomposisi tersebut. Citra *watermark* berupa QR diacak menggunakan transformasi Fibonacci-Lucas menjadi bit-bit. Setelah itu matriks citra *host* akan dilakukan dekomposisi *Hessenberg* atau dekomposisi Schur pada setiap blok yang telah dipisahkan sebelumnya menjadi blok 4×4 yang tidak tumpang tindih dan dilakukan pada setiap bit *watermark*. Hasil akhir menunjukkan kedua dekomposisi menghasilkan kebutuhan kualitas yang baik dalam teknik *watermarking* citra, namun dekomposisi *Hessenberg* memiliki kualitas dan ketahanan *watermark* yang lebih baik. Pengujian menggunakan berbagai serangan juga dilakukan, namun kedua dekomposisi menghasilkan kualitas yang kurang baik saat dilakukan serangan *blurring* dengan nilai NC sebesar 0,6 pada dekomposisi *Hessenberg* dan 0,5 pada dekomposisi Schur.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh D. Maheshwari [16] mengusulkan teknik *watermarking* pada citra ganda menggunakan SVD berbasis pada DWT dan juga meneliti penggunaan SVD dan DWT secara terpisah dengan tujuan penelitian yang sama. Citra ganda yang digunakan merupakan citra

watermark yang terdapat dua citra yang akan disematkan pada satu citra *host*. Citra *host* akan melewati proses DWT terlebih dahulu untuk membagi citra menjadi empat *sub-band* frekuensi yang kemudian SVD akan diterapkan pada setiap *sub-band*. Kedua citra *watermark* akan disematkan satu persatu. Analisis sistem dengan metode DWT-SVD secara terpisah menunjukkan bahwa DWT memiliki PSNR yang lebih baik dibanding SVD yang diuji dengan berbagai serangan seperti *rotate*, *cropping*, *histogram equalization*, dll. Pengujian menggunakan metode *hybrid* DWT-SVD menunjukkan bahwa DWT dan SVD memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga gabungan dari kedua metode tersebut memiliki nilai pengujian nilai PSNR dan NC yang lebih tinggi pada dibandingkan dengan metode tunggal DWT atau SVD dengan nilai NC DWT-SVD sebesar 0,88 dan nilai NC sebesar 0,23 pada DWT dan 0,74 pada SVD serta memberikan ketahanan lebih saat terjadi serangan seperti serangan geometris dan manipulasi pemrosesan citra lainnya.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara perancangan teknik optimasi menggunakan algoritma genetika pada *watermarking* citra dengan menggunakan metode DWT-DCT-HD-SVD.
2. Bagaimana kualitas performa *imperceptibility* dan *robustness* dari teknik *watermarking* menggunakan metode DWT-DCT-HD-SVD yang dilakukan dengan serangan dan tanpa serangan.
3. Apakah teknik *watermarking* menggunakan metode DWT-DCT-HD-SVD dapat memberikan hasil performa yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Merancang dan mensimulasikan teknik optimasi menggunakan algoritma genetika pada *watermarking* citra menggunakan metode DWT-DCT-HD-SVD.

2. Menganalisa performa sistem dalam *imperceptibility* dan *robustness* teknik *watermarking* menggunakan metode DWT-DCT-HD-SVD yang dilakukan dengan serangan dan tanpa serangan menggunakan parameter pengujian *watermarking*.
3. Membandingkan hasil *watermarking* menggunakan metode DWT-DCT-HD-SVD dengan penelitian sebelumnya.

1.5. Manfaat

Penelitian ini memiliki manfaat untuk melindungi kepemilikan citra atas penyalahgunaan dan pendistribusian ilegal karya sehingga dapat meminimalisir kerugian yang akan berdampak pada pemilik hak cipta dan juga negara.

1.6. Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini terdapat beberapa hal yang dibatasi sebagai fokus kerja penelitian. Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Citra *host* berupa citra *grayscale* Lena, *Pepper*, *Cameraman* dan citra medis MRI dalam format bmp.
2. Citra *watermark* berupa citra *grayscale* Logo dalam format bmp.
3. Citra *host* yang digunakan berukuran 512×512 piksel dan citra *watermark* yang digunakan berukuran 64×64 piksel, 128×128 piksel dan 256×256 piksel.
4. Citra *host* Lena, *Pepper* dan *cameraman* diambil dari *Signal and Image Processing Institute (SIPI) database* dan citra medis MRI diambil dari *MedPix™ Medical Image Database*
5. Pengujian dengan serangan akan diuji dengan serangan *filter*, serangan *noise*, serangan *compression*, serangan *geometric*, serangan pemrosesan sinyal dan serangan gabungan
6. Pengujian kualitas watermark dilakukan dengan berbagai parameter karakteristik watermark, seperti BER, PSNR, SSIM dan NC.

1.7. Metode Penelitian

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Teoritis

Mengumpulkan dan mempelajari materi terkait citra digital, konsep *watermarking*, optimasi menggunakan algoritma genetika, metode yang digunakan pada *watermark*, terkhususnya transformasi DWT, DCT, SVD dan HD.

2. Analisis Masalah

Menganalisis masalah yang ditemukan pada literatur dan penelitian sebelumnya dengan berdiskusi bersama dosen pembimbing untuk mencari solusi dari permasalahan yang ditemukan.

3. Perancangan Sistem

Mempelajari dan membuat skema diagram alir proses *watermarking* pada citra digital dari proses *embedding*, *extraction* dan optimasi dengan Algoritma Genetika yang akan dianalisis terlebih dahulu sebelum masuk ke tahap perancangan sistem.

4. Simulasi Sistem

Mensimulasi metode dan algoritma *watermarking* yang telah dirancang sebelumnya dengan berbagai parameter performa ke perangkat lunak Matlab.

5. Pengujian Sistem

Sistem diuji dan dianalisis dengan melihat hasil dari perancangan. Tujuan perancangan sistem tercapai jika sistem yang dirancang dapat menyematkan dan mengekstraksi citra dengan ketahanan yang kuat. Pengujian sistem dilakukan tanpa serangan dan dengan berbagai serangan, baik sebelum optimasi maupun setelah optimasi. Performa sistem akan diuji menggunakan parameter karakteristik *watermarking*, yaitu BER, PSNR, SSIM dan NC.

6. Penarikan Kesimpulan

Setelah melakukan semua tahapan, maka dilakukan penarikan kesimpulan yang akan dilanjutkan dengan penulisan laporan hasil penelitian yang telah dilakukan.

1.8. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB II KONSEP DASAR

Membahas konsep dasar mengenai citra, digital *watermarking*, sistem, kriteria, dan serangan pada *watermarking*, *Discrete Wavelet Transform* (DWT), *Discrete Cosine Transform* (DCT), *Hessenberg Decomposition* (HD), *Singular Value Decomposition* (SVD) dan optimasi Algoritma Genetika.

BAB III MODEL DAN PERANCANGAN SISTEM

Membahas mengenai perancangan sistem *watermarking* yang diusulkan, yaitu tahap *embedding*, tahap ekstraksi, dan tahap optimasi.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Menjelaskan hasil analisis yang didapatkan pada skenario pengujian dengan parameter pengujian

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Penarikan kesimpulan dari sistem yang digunakan untuk sistem *watermarking* yang *robust*, serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya