

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pesatnya perkembangan teknologi menimbulkan beragam dampak yang tidak dapat dihindari. Salah satu bentuknya ialah cepat dan mudahnya pertukaran informasi. Sesederhana menggerakkan jari dan mengetuk beberapa tombol, informasi yang telah dikirim dapat diakses oleh siapa pun yang menjadi target penyampaian informasi tersebut. Mengumpulkan informasi pendukung kegiatan sehari-hari baik dalam bentuk teks, gambar, maupun video kini menjadi lebih efisien.

Citra, atau yang umum dikenal sebagai gambar, kerap dijumpai pada aktivitas sehari-hari. Tersusun atas piksel, sebuah citra dapat berisi berbagai data, kejadian, atau peristiwa. Penyebaran sebuah citra kini menjadi kian mudah. Hal tersebut menjadi keuntungan sekaligus kerugian tersendiri. Mudahnya penyebaran sebuah citra membuat citra tersebut tidak luput dari risiko *copyright issue*.

Pada *medical image* (citra medis) seperti *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), *Computerized Tomography scan* (CT scan), serta X-ray, urgensi pemberian *watermark* adalah untuk memberikan pengamanan dan perlindungan atas dokumen pasien serta menghindari penyalahgunaan dokumen tersebut [1].

Berangkat dari persoalan tersebut, diperlukan teknologi yang memungkinkan pembubuhan tanda kepemilikan akan sebuah citra medis. Dalam hal ini, teknologi yang dimaksud merujuk pada yang disebut *digital watermarking*. *Digital watermarking* merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan penyematannya data atau pesan ke dalam berbagai jenis data digital seperti teks, citra, audio, atau bahkan video. Penyematannya data atau pesan tersebut ditujukan sebagai salah satu cara identifikasi pemilik sah dari sebuah data digital [2].

Melalui Tugas Akhir ini, pemberian *watermark* pada sebuah citra medis tanpa merusak kualitas dari citra medis itu sendiri diwujudkan dengan menggunakan

teknik *Multibit Spread Spectrum*. Dalam teknik *Multibit Spread Spectrum*, *PN code* disebar ke spektrum sebuah host citra, di mana hal tersebut dapat memberikan ketahanan lebih terhadap serangan [3]. *PN code* atau kumpulan bit yang disebar ke spektrum sebuah host citra didapatkan secara acak menggunakan distribusi. Pada Tugas Akhir ini, distribusi Uniform, distribusi Gaussian, serta matriks Hadamard dibandingkan guna melihat distribusi mana yang paling baik dan mampu menghasilkan citra ter-*watermark* yang kokoh terhadap serangan.

1.2 Penelitian Terkait

Telah dilakukan beberapa penelitian mengenai topik terkait yang pada akhirnya dijadikan referensi dalam penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1 Jurnal “Medical Image Watermark and Tamper Detection Using Constant Correlation Spread Spectrum Watermarking” menjelaskan *watermarking* yang dilakukan dengan *Constant Correlation Spread-Spectrum*. Parameter evaluasi yang digunakan adalah *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan *Structural Similarity Index Measure* (SSIM). Penelitian tersebut membuahkan hasil berupa citra medis ter-*watermark* dengan PSNR sebesar 45 dB yang mana hanya sedikit di bawah 50 dB. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *watermark* tidak mengganggu citra medis secara signifikan. Selain itu, tidak ada nilai SSIM yang di bawah 0.98. Sebesar 94.18% memiliki SSIM sekitar 1.0 [2].
- 2 Jurnal “Implementasi Teknik Watermarking menggunakan FFT dan Spread Spectrum Watermark pada Data Audio Digital”. Penelitian ini menggunakan salah satu algoritma yang paling sering digunakan dalam menganalisis dan manipulasi data digital yaitu *Fast Fourier Transform* (FFT), suatu transformasi yang mengubah dari data digital menjadi domain frekuensi. Proses *watermarking* dilakukan dengan cara menyebarkan watermark ke sepanjang spektrum *magnitude* dari data audio host. untuk meningkatkan ketahanan dan kualitas yang dihasilkan. Uji ketahanan sistem *watermarking* dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa serangan yaitu

filtering, kompresi, *resampling*, serta *noise*. Kinerja penelitian ini dinilai berdasarkan dua parameter, SNR dan BER.. Hasil dari penelitian ini adalah nilai SNR di atas 20 dB dan MOS di atas 4 dengan BER di bawah 1% [3].

- 3 Jurnal “Robust Reversible Watermarking using Stationary Wavelet Transform and Multibit Spread Spectrum in Medical Images”. *Watermarking* dilakukan dengan cara menyisipkan watermark ke dalam *subband* ke dalam citra medis. *Watermark* dengan basis kode PN dimasukkan ke citra medis dengan menggunakan teknik *Multibit Spread Spectrum*. Hasil dari proses *watermarking* menggunakan teknik ini adalah *imperceptibility* yang baik serta citra ter-*watermark* yang memiliki ketahanan terhadap serangan karena kode PN didistribusikan secara acak menggunakan distribusi Gaussian. Penggunaan distribusi Gaussian memberikan ketahanan citra ter-*watermark* yang baik karena Gaussian sulit untuk diserang [4].
- 4 Jurnal “Wavelet Based Imperceptible Medical Image Watermarking Using Spread-Spectrum”. Penelitian ini menggunakan algoritma *Spread Spectrum* baru berbasis *Discrete Wavelet Transform* (DWT) untuk menyisipkan *string watermarks*, dimana *string watermarks* tersebut diubah ke dalam bentuk biner dengan format kode ASCII. Performa sistem *watermarking* pada penelitian ini dinilai berdasarkan PSNR, BER, dan *robustness*. BCH digunakan guna mengurangi jumlah *error* pada hasil *watermarking*. Kendati demikian, tetap ditemukan beberapa *error*, sehingga dari sini terbuka ide penilitan baru menggunakan alternatif lain seperti *turbo codes* untuk mengurangi jumlah *error* pada citra yang sudah dibubuhi *watermark* [5].
- 5 Jurnal “Compressive Sampling with Multiple Bit Spread Spectrum-Based Data Hiding”. Pada jurnal ini digunakan metode *Compressive Sampling* atau *Compressed Sensing* (CS) dan *Multibit Spread Spectrum*. *Watermark* yang digunakan berupa citra dan disisipkan ke dalam host audio. Sampel sinyal audio diambil dan disisipkan *watermark* pada saat yang sama sehingga ukuran sampel lebih kecil. Host audio dikonversi ke domain frekuensi dengan menggunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT) terlebih dahulu sebelum penyisipan dan kompresi, kemudian audio yang sudah direkonstruksi diubah

kembali ke dalam domain waktu dengan menggunakan IDCT. Kinerja penelitian ini dinilai berdasarkan berbagai parameter, yaitu payload, CR, ODG, dan BER. Penelitian ini menghasilkan *watermarking* dengan *imperceptibility* yang tinggi, payload 729-5292 bps serta rasio kompresi 1,47-4,84 [6].

- 6 Jurnal “Spread Spectrum Audio Watermarking using Multiple Orthogonal PN Sequences and Variable Embedding Strengths and Polarities”. Penelitian ini menggunakan teknik *Spread Spectrum* serta *Discrete Cosine Transform* (DCT). Proses penyisipan watermark pada penelitian ini melibatkan segmen DCT serta modifikasi koefisien DCT. Urutan kode PN digunakan untuk mengekstraksi bit watermark yang disisipkan pada audio. Modifikasi koefisien DCT sinyal audio, ditujukan untuk mengontrol kekuatan urutan PN pada proses penyisipan. Hasil dari mekanisme yang diusulkan oleh penelitian ini adalah kinerja *watermarking* pada audio yang memiliki ketahanan tinggi terhadap banyak serangan serta kapasitas penyisipan yang tinggi tanpa mengorbankan *imperceptibility* [7].
- 7 Jurnal “Medical Image Watermarking using Spread Spectrum and Compressive Sensing Techniques”. Penelitian ini menggunakan teknik *Spread Spectrum* serta *Compressive Sensing* (CS) dengan basis *Singular Value Decomposition* (SVD). Melalui *Compressive Sensing* (CS), ukuran data dapat dikompresi tanpa kehilangan informasi aslinya karena teknik kompresi tersebut bersifat lossless. Penyisipan watermark dilakukan pada *Electronic Patient Record* (EPR) dan menggunakan distribusi Gaussian untuk mendapatkan kode PN. Penelitian ini menghasilkan nilai BER dengan rata-rata 0 saat dilakukan serangan Gaussian *noise*, serta PSNR 30-38 dB dan rasio kompresi 0,2656 [8].
- 8 Jurnal “Compressive Sensing for Image Watermarking Discrete Wavelet Transform and Spread Spectrum”. Pada jurnal ini digunakan metode *Compressive Sampling* atau *Compressed Sensing* (CS), *Discrete Wavelet Transform* (DWT), serta *Spread Spectrum*. *Compressed Sensing* digunakan dengan *LS Regularized L1* sebagai metode rekonstruksi untuk *watermarking*

pada citra. Penelitian ini menghasilkan nilai PSNR 52,35 dB, nilai MSE 0,38 untuk file host D dengan serangan kompresi JPEG, nilai SSIM 0,67722 untuk file host C dengan serangan kompresi JPEG, nilai BER 0.26377 untuk host file E dengan serangan kompresi JPEG [9].

- 9 Jurnal “DWT SS Image Watermarking with Compressive Sensing”. Pada jurnal ini digunakan metode Compressive Sampling atau Compressed Sensing (CS), Discrete Wavelet Transform (DWT), serta Spread Spectrum. Compressed Sensing digunakan dengan LS Regularized L1 sebagai metode rekonstruksi untuk watermarking pada citra. Penelitian ini menghasilkan nilai PSNR di atas 62,707 dB, nilai MSE 0,052, serta nilai SSIM mendekati 1 [10].
- 10 Jurnal “Audio Watermarking Berbasis DWT-DCT Menggunakan Multibit Spread Spectrum”. Pada jurnal ini digunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT), *Discrete Cosine Transform* (DCT), dan *Multibit Spread Spectrum* pada data watermark berupa citra untuk disisipkan ke host audio. Metode DWT-DCT dan *Multibit Spread Spectrum* digunakan pada proses *embedding* atau proses penyisipan terhadap host audio. Pada proses ekstraksi, pada audio ter-*watermark* dilakukan uji coba serangan. Hasil dari penelitian ini diharapkan memiliki $SNR \geq 20\text{dB}$, BER mendekati 0, $ODG \geq -2$, $MOS \geq 3$, dan kapasitas yang tinggi [11].

Pada Tugas Akhir ini, teknik atau metode yang digunakan untuk mengimplementasikan sistem *watermarking* adalah *Multibit Spread Spectrum*. *Multibit Spread Spectrum* merupakan sebuah teknik atau metode di mana prinsip PN *code* digunakan. Dipilihnya teknik *Multibit Spread Spectrum* disebabkan teknik tersebut dinilai memiliki ketahanan yang lebih terhadap serangan jika dibandingkan dengan metode Spread Spectrum yang konvensional karena PN *code* yang digunakan lebih banyak.

Proses *embedding* atau penyisipan *watermark* dilakukan dengan menggunakan distribusi. Distribusi Uniform, distribusi Gaussian, dan matriks Hadamard dibandingkan. Kemudian, guna membuktikan kepemilikan, *watermark* dideteksi kembali melalui proses ekstraksi.

1.3 Rumusan Masalah

Di samping mampu memberikan bukti kepemilikan yang sah, pemberian *watermarking* pada citra medis diharapkan tidak mengganggu keaslian dari citra medis tersebut, mengingat terdapat pesan penting yang terkandung dalam citra tersebut. Tugas Akhir ini menjawab keinginan tersebut dengan mengacu pada rumusan masalah, yakni sebagai berikut:

1. Bagaimana ketahanan citra medis ter-*watermark* yang menggunakan distribusi Uniform, distribusi Gaussian, serta matriks Hadamard ketika diberi serangan?
2. Bagaimana kualitas citra medis setelah disisipkan *watermark* dalam PSNR, SSIM, BER, dan MOS?

1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang serta rumusan masalah yang ada pada Tugas Akhir ini, tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini disampaikan melalui poin-poin berikut:

1. Menganalisa ketahanan citra medis ter-*watermark* yang menggunakan distribusi Uniform, distribusi Gaussian, serta matriks Hadamard ketika diberi serangan.
2. Menganalisa kualitas citra medis setelah disisipkan *watermark* dalam PSNR, SSIM, BER, dan MOS.

1.5 Batasan Masalah

Cangkupan persoalan pada topik *Medical Image Watermarking* dapat menjadi begitu luas, maka guna memperjelas apa saja hal-hal yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini, diberikan batasan masalah sebagai berikut:

- 1 Jenis citra medis yang digunakan sebagai *host* adalah X-ray
- 2 *Watermark* yang disisipkan ke dalam *host* berupa citra
- 3 Jenis gangguan atau serangan yang diujikan pada citra medis yang sudah ter-*watermark* adalah serangan rotasi, serangan *cropping*, serangan *resize*,

serangan *salt and pepper noise*, serangan *speckle noise*, serta serangan kompresi (jpeg).

- 4 Teknik penyisipan yang digunakan adalah *Multibit Spread Spectrum*.
- 5 Perbandingan distribusi dilakukan pada distribusi Uniform, distribusi Gaussian, serta matriks Hadamard.
- 6 Parameter evaluasi yang digunakan sebagai acuan untuk menilai kualitas citra medis yang sudah ter-*watermark* adalah *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), *Structural Similarity Index Measure* (SSIM), *Bit Error Rate* (BER), *Mean Opinion Score* (MOS).

1.6 Metodologi

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini digunakan beberapa pendekatan atau metodologi, yakni sebagai berikut:

1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan guna memperoleh sebanyak-banyaknya informasi yang dapat mendukung penyusunan Tugas Akhir, yakni mengenai *Digital Watermarking*, *Image Watermarking*, *Spread Spectrum*, *Multibit Spread Spectrum*, berbagai jurnal internasional sebagai referensi, maupun buku-buku berisi pembahasan tentang ilmu terkait.

2 Perancangan Sistem

Setelah melakukan studi literatur, dilakukan perancangan sistem *watermarking* dengan menggunakan *software* MATLAB.

3 Implementasi

Implementasi atau penerapan dilakukan setelah sistem berhasil dirancang. Penyisipan *watermark* dilakukan dengan menggunakan teknik *Multibit Spread Spectrum*.

4 Pengujian

Diberikan serangan berupa *additive noise* pada citra medis yang sudah ter-*watermark* ditujukan untuk menguji ketahanan citra medis yang sudah ter-*watermark*.

5 Analisis

Kualitas citra medis dinilai untuk membuktikan bahwa *watermarking* dengan

teknik *Multibit Spread Spectrum* mampu memberikan informasi kepemilikan tanpa mengganggu kualitas citra *host*.

6 Penarikan Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, implementasi, pengujian, dan analisa, dilakukan penarikan kesimpulan guna memperjelas dan mempertegas hasil yang diperoleh dari Tugas Akhir ini.

1.7 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini memiliki sistematika penulisan yaitu sebagai berikut:

1. BAB 1 KONSEP DASAR

Bab ini menjelaskan mulai dari latar belakang masalah, penelitian terkait, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi, serta sistematika penulisan.

2. BAB 2 KONSEP DASAR

Bab ini menjelaskan mulai dari citra, citra medis, *watermarking*, klasifikasi *watermarking*, *image watermarking*, *karakteristik image watermarking*, serangan pada *image watermarking*, parameter *image watermarking*, serta teknik *multibit spread spectrum*

3. BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang desain sistem, proses *embedding* atau penyisipan, serta proses ekstraksi.

4. BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini menjelaskan tentang kebutuhan sistem, spesifikasi data masukan, analisis pengaruh parameter *watermarking* pada kinerja sistem, analisis parameter terbaik, analisis ketahanan sistem *watermarking* terhadap serangan, serta perbandingan dengan penelitian terkait

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan yang di dapat dari penelitian serta saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.