

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Dengan berkembangnya teknologi internet, setiap orang dapat dengan mudah bertukar informasi satu sama lain. Dalam proses pertukaran file melalui internet, keamanan dan kerahasiaan sangat penting karena proses ini tidak dapat menjamin bahwa file yang dikirimkan bebas dari akses pihak yang tidak berwenang. Tanpa keamanan, pihak yang tidak berwenang dapat dengan mudah mendapatkan file yang dikirimkan melalui internet. Oleh karena itu, teknik keamanan file diperlukan [1].

Dalam upaya melindungi keamanan data, terdapat berbagai metode yang dapat diimplementasikan, termasuk kriptografi, *watermarking*, dan steganografi. Kriptografi adalah seni dan disiplin ilmu yang melindungi kerahasiaan data dengan menyandikannya sehingga tidak dapat dimengerti lagi maksudnya [2]. *Digital watermarking* merupakan suatu metode yang digunakan untuk menanamkan informasi tertentu ke dalam data digital dalam bentuk *watermark*. *Watermark* ini dapat berupa teks yang mengandung informasi hak cipta, gambar seperti logo, elemen suara dalam data audio, atau sekumpulan bit yang tidak memiliki makna langsung [3]. Steganografi adalah sebuah teknik yang digunakan untuk menyembunyikan data dalam berbagai media. Dalam proses penyembunyiannya, data disisipkan ke dalam media pembawa, yang dapat berupa teks, gambar, audio, atau video [4].

Beragam teknik digunakan untuk melindungi informasi yang bersifat rahasia dari pihak yang tidak berwenang. Dalam konteks pertukaran data melalui internet, steganografi dipilih karena tidak hanya melindungi data, tetapi juga menyembunyikan keberadaan data itu sendiri. Berbeda dengan kriptografi dan *watermarking* yang masih menampakkan adanya informasi tersembunyi, steganografi dirancang untuk meminimalkan kecurigaan pihak lain terhadap keberadaan data [5].

Salah satu media yang digunakan untuk menyisipkan data rahasia adalah audio. Teknik steganografi berbasis audio memiliki keunggulan dalam kapasitas penyembunyian data, tergantung pada teknik yang digunakan. Namun, tantangan utamanya adalah memastikan bahwa perubahan pada sinyal audio tidak terdeteksi oleh pendengaran manusia.

Beberapa metode steganografi audio yang umum digunakan adalah *Least Significant Bit (LSB)*, *Parity Coding*, *Phase Coding*, *Echo Data Hiding*, dan *Spread Spectrum*, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangan dalam hal kapasitas penyembunyian dan transparansi [6].

Metode *Spread Spectrum* memiliki sejumlah keunggulan yang menjadikannya pilihan ideal untuk steganografi audio. Metode ini menyebarkan data rahasia ke seluruh spektrum frekuensi audio dengan menggunakan kode *Pseudo-Random Noise* (PRN) sequence yang tidak bergantung pada sinyal asli atau media pembawa. Dalam aplikasi steganografi audio menggunakan *Spread Spectrum*, data rahasia dimodulasikan dengan sinyal *Pseudo Random* dan kemudian disematkan pada audio pembawa. Sinyal *Pseudo Random* ini memiliki pengaruh signifikan pada proses ekstraksi data. Semakin besar energi yang disematkan dalam sinyal tersebut, semakin mudah data tersebut diekstrak. Namun, peningkatan energi watermark secara berlebihan dapat menurunkan kualitas audio stego dan menyebabkan perbedaan yang dapat terdeteksi oleh pendengaran manusia. Sebaliknya, jika energi yang disematkan lebih kecil, ekstraksi data akan menjadi lebih sulit, dan data yang diterima bisa tidak sesuai dengan yang dikirimkan[7]. Metode *Spread Spectrum* terinspirasi dari sistem komunikasi yang menggunakan teknik penyebaran sinyal pada *bandwidth* yang lebih luas, dibandingkan dengan *bandwidth* sinyal informasi pada umumnya. Penyebaran ini bertujuan untuk mengurangi masalah penyadapan, karena data yang dikirim akan tampak acak dan menyerupai *noise*.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, metode *Spread Spectrum* telah mengalami peningkatan, yang dikenal dengan *Improved Spread Spectrum*. Peningkatan ini bertujuan untuk memperbaiki kekurangan pada metode sebelumnya, salah satunya adalah dengan mengurangi *error* saat ekstraksi informasi yang tersembunyi dalam sinyal[8]. Metode *Improved Spread Spectrum* memiliki keuntungan dalam menurunkan penggunaan *Watermark Energy* jika dibandingkan dengan metode *Spread Spectrum* biasa. *Watermark Energy* yang lebih rendah mengindikasikan bahwa audio lebih sulit dideteksi, sementara semakin tinggi *Watermark Energy*, semakin mudah audio tersebut terdeteksi. Selain itu, *Improved Spread Spectrum* juga memungkinkan pengaturan nilai *embedding energy* dengan menambahkan parameter baru, yaitu  $\alpha$  dan  $\lambda$ . Oleh karena itu, *Improved Spread Spectrum* memberikan tingkat ketahanan terhadap deteksi yang lebih baik dibandingkan metode *Spread Spectrum*[9]. Penerapan metode *Improved Spread Spectrum* dalam steganografi audio menjadi semakin menantang ketika digunakan pada sistem audio multikanal, seperti audio stereo, yang memiliki karakteristik pemrosesan sinyal yang lebih kompleks.

Teknologi stereo adalah metode reproduksi suara yang melibatkan dua atau lebih saluran audio independen untuk menciptakan ilusi perspektif suara dari berbagai arah. Pendekatan ini meniru cara manusia mendengar suara secara alami, di mana setiap telinga menerima suara dari sudut yang sedikit berbeda, sehingga memungkinkan otak untuk menentukan lokasi sumber suara dengan lebih akurat. Teknologi ini juga banyak digunakan dalam produksi musik, siaran radio, dan film untuk memberikan pengalaman mendengarkan yang lebih realistis dan mendalam. Dalam konteks steganografi audio, penggunaan sinyal stereo menjadi penting

karena sistem pengkodean Parametric Stereo bekerja dengan memproses dua kanal audio menjadi representasi mono yang disertai parameter stereo tambahan. Proses ini berpotensi memengaruhi keberadaan dan keutuhan data yang disisipkan pada masing-masing kanal audio. Oleh karena itu, pengujian steganografi pada audio stereo diperlukan untuk mengevaluasi ketahanan metode penyisipan data terhadap proses pengkodean Parametric Stereo [10]. Salah satu teknik pengolahan audio stereo yang banyak digunakan pada sistem kompresi modern adalah *Parametric Stereo*, yang mengubah sinyal stereo menjadi representasi yang lebih efisien secara bitrate.

*Parametric Stereo* adalah metode pengkodean audio stereo yang dirancang untuk mengubah sinyal stereo menjadi sinyal mono secara efisien, dengan menambahkan parameter tertentu yang menggambarkan karakteristik stereo. Teknik ini melibatkan analisis dan pengkodean sifat-sifat spasial stereo berdasarkan prinsip psikoakustik, serta merekonstruksi ulang gambar stereo pada tahap *decoding*. Sinyal mono yang dihasilkan dapat dikodekan menggunakan pengkode audio standar apa pun. Berdasarkan penelitian, representasi audio stereo melalui parameterisasi sifat spasial terbukti sangat efisien dalam hal kualitas dan penggunaan data[11].

Pada pengkodean *Parametric Stereo*, proses *encoder* terdiri dari analisis spasial dan *downmixing*. Sinyal stereo masukan dianalisis untuk mengekstraksi parameter spasial, seperti *Inter-Channel Intensity Difference* (IID), *Inter-Channel Phase Difference* (IPD), dan *Inter-Channel Coherence* (ICC). Selanjutnya, sinyal stereo tersebut di-*downmix* menjadi sinyal mono, sementara parameter spasialnya dikodekan dan disisipkan ke dalam *bitstream* bersama sinyal mono yang telah dikompresi. Di sisi *decoder*, parameter spasial dipisahkan dari *bitstream* dan digunakan untuk men-*decoding* sinyal mono. Proses ini memungkinkan sintesis spasial untuk merekonstruksi kembali gambar stereo berdasarkan parameter spasial yang telah dikodekan[11].

Pada sistem stereo konvensional, dua mikrofon digunakan untuk menangkap dua saluran audio, yang kemudian diputar melalui dua *speaker*. Teknik ini menciptakan efek stereo yang memungkinkan pendengar merasakan sumber suara seolah-olah berasal dari arah kiri, kanan, atau tengah antara kedua *speaker*. Aplikasi teknologi stereo secara luas mencakup musik, film, dan sistem audio rumah, dengan tujuan menciptakan pengalaman mendengarkan yang lebih realistis dan mendalam[12].

Meskipun banyak penelitian yang membahas penggunaan *Spread Spectrum* dalam steganografi audio, belum ada yang menguji *Improved Spread Spectrum* pada audio stereo berbasis *Parametric Stereo* untuk menyembunyikan data rahasia. Dalam sistem *Parametric Stereo*, dua sinyal stereo mengalami proses pengkodean yang menggabungkan informasi dari kedua kanal menjadi satu sinyal utama, kemudian dipisahkan kembali saat *decode*. Teknik ini digunakan untuk mengoptimalkan efisiensi penyimpanan dan transmisi audio tanpa menghilangkan

efek stereo yang dihasilkan. Namun, proses ini juga membawa tantangan dalam steganografi audio, terutama ketika menggunakan metode *Improved Spread Spectrum* (ISS) untuk menyisipkan data rahasia. ISS merupakan pengembangan dari metode *Spread Spectrum* yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas penyisipan data dan ketahanan terhadap distorsi, tetapi bagaimana metode ini berinteraksi dengan sistem *Parametric Stereo* masih perlu diteliti lebih lanjut.

Dalam penelitian ini, data rahasia akan disisipkan ke dalam sinyal utama menggunakan metode ISS sebelum melalui proses pengkodean *Parametric Stereo*. Setelah proses pengkodean, sinyal ini akan mengalami pemisahan kembali ke dua kanal stereo pada tahap *decode*. Proses ini dapat mempengaruhi integritas data yang telah disisipkan, sehingga perlu dilakukan pengujian apakah data yang telah melewati tahapan pengkodean dan *decode* dalam sistem *Parametric Stereo* tetap dapat diekstrak dengan benar tanpa mengalami perubahan atau kehilangan informasi.

Untuk memahami pengaruh proses pengkodean *Parametric Stereo* terhadap keberhasilan ekstraksi data menggunakan metode *Improved Spread Spectrum*, diperlukan pengujian dengan variasi penyisipan data yang merepresentasikan kondisi distribusi data pada sistem stereo. Hal ini disebabkan oleh karakteristik *Parametric Stereo* yang menggabungkan sinyal stereo menjadi sinyal mono dengan tambahan parameter spasial, sehingga informasi pada masing-masing kanal tidak dipertahankan secara terpisah. Oleh karena itu, penelitian ini menguji tiga variasi penyisipan data, yaitu data berbeda pada kanal kiri dan kanan untuk mengevaluasi pengaruh perbedaan informasi antar kanal, data yang sama pada kedua kanal untuk memanfaatkan redundansi sinyal stereo, serta penyisipan data hanya pada salah satu kanal guna menganalisis pengaruh lokasi penyisipan terhadap keberhasilan ekstraksi data setelah melalui proses *Parametric Stereo*.

Pada penelitian ini, steganografi audio diterapkan pada *Parametric Stereo* menggunakan metode *Improved Spread Spectrum* (ISS) dengan tujuan menganalisis efektivitas penyisipan data dalam berbagai skenario. Salah satu aspek penting yang diuji adalah apakah dua data berbeda dapat disisipkan secara terpisah pada masing-masing kanal kiri dan kanan serta tetap dapat diekstrak dengan benar setelah melalui proses pengkodean *Parametric Stereo*. Jika skenario ini berhasil, maka kapasitas data yang dapat disisipkan akan meningkat secara signifikan. Namun, jika proses ekstraksi mengalami kegagalan atau terjadi degradasi kualitas data yang signifikan, maka diperlukan pendekatan alternatif, yaitu dengan menyisipkan data yang sama pada kedua kanal atau data hanya pada salah satu kanal saja.

Melalui perbandingan antara ketiga variasi penyisipan data ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi mengenai strategi penyisipan data yang paling efektif dalam teknik steganografi audio berbasis *Parametric Stereo* menggunakan metode *Improved Spread Spectrum*. Dengan demikian, metode ISS

dapat diterapkan secara optimal dalam sistem audio yang menggunakan *Parametric Stereo*, baik untuk keperluan komunikasi rahasia, keamanan data, maupun perlindungan informasi dalam media audio digital.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana cara menyisipkan data rahasia pada sistem *Parametric Stereo* dengan teknik steganografi menggunakan metode *Improved Spread Spectrum*?
2. Bagaimana hasil dan kinerja *Parametric Stereo* setelah penyisipan data rahasia pada steganografi dengan metode *Improved Spread Spectrum*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisa cara penyisipan data rahasia pada sistem *Parametric Stereo* dengan teknik steganografi menggunakan metode *Improved Spread Spectrum*.
2. Menguji sistem yang telah disisipkan data rahasia untuk mengetahui performansinya.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berfokus pada penyisipan data rahasia steganografi audio menggunakan metode *Improved Spread Spectrum (ISS)* pada *Parametric Stereo*.
2. Pengujian dilakukan menggunakan panjang *frame* sebesar 1024, 2048, 5120, 10240, 51200, dan 102400 sampel per *frame*.
3. Bit rate yang digunakan sebesar 64 kbps, 128 kbps, dan 256 kbps.
4. Variabel uji mencakup lima skenario penyisipan, yaitu: (1) data berbeda pada kedua kanal, (2) data yang sama pada kedua kanal, (3) data pada kanal kiri saja, (4) data pada kanal kanan saja, dan (5) data berbeda dengan ukuran  $2 \times$  *frame size* pada kedua kanal.
5. Sampel audio yang digunakan berupa berkas stereo berformat WAV dengan durasi 48 detik, frekuensi *sampling* 48.000 Hz, dan resolusi 16-bit.
6. Data yang disisipkan pada setiap pengujian berupa bit acak.
7. Aplikasi yang digunakan dalam penyisipan data rahasia steganografi audio *Improved Spread Spectrum* pada *Parametric Stereo* yaitu MATLAB.
8. Kompresi audio pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Nero AAC encoder* dengan konfigurasi *High Efficiency AAC v2 (HE-AAC v2)*, yang menerapkan teknologi *Parametric Stereo*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu mengetahui performansi steganografi audio dengan metode *Improved Spread Spectrum* pada *Parametric Stereo* setelah penyisipan data rahasia.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi uraian latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang teori dasar yang mendukung dalam penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan mengenai studi literatur, desain sistem, pengambilan data, serta waktu dan tempat penelitian.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan hasil dan pembahasan mengenai tugas akhir yang telah dilakukan.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

