

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selama beberapa dekade terakhir, terjadi pertumbuhan yang signifikan dalam teknologi informasi dan komunikasi. Perkembangan ini mempermudah masyarakat dalam mengirimkan data antar perangkat di mana saja dan kapan saja (Al-Hooti and Ahmad, 2019; Ahmad *et al.*, 2020; Setiawan and Ahmad, 2020; Amrulloh and Ahmad, 2022). Bahkan, perangkat terbatas seperti ponsel pintar sekarang mampu memproses data dengan kecepatan yang jauh lebih tinggi daripada sebelumnya. Namun, kemajuan ini juga menarik perhatian pengguna yang tidak sah yang secara aktif menyerang sistem komputer dengan cara seperti menyadap data yang dikirimkan, yang pada gilirannya menimbulkan masalah keamanan terhadap informasi rahasia dan pribadi seperti data keuangan dan medis.

Sejumlah metode telah diajukan untuk mengatasi masalah keamanan ini, yang dapat dibagi menjadi dua kelompok utama: keamanan jaringan dan keamanan informasi, yang saling mendukung. Keamanan jaringan dapat ditingkatkan dengan merancang *intrusion detection system* (IDS), *honeypot*, atau alat keamanan lainnya yang relevan; sementara itu, alat keamanan dapat dirancang untuk menyembunyikan informasi rahasia. Penyembunyian informasi ini bisa dilakukan melalui berbagai cara, termasuk enkripsi atau penyisipan informasi rahasia dalam suatu media (Shareef, 2020; Arham and Lestari, 2024), yang dikenal sebagai metode penyembunyian data. Dalam konteks ini, istilah "*hide*" dan "*embedding*" memiliki makna yang sama.

Dalam implementasinya, penyembunyian data dapat menggunakan berbagai media seperti gambar, *audio*, *video*, atau teks untuk membawa informasi rahasia (Ramalingam and Isa, 2016; Andra, Ahmad and Usagawa, 2017; Lin *et al.*, 2017; Al-Nofaie, Gutub and Al-Ghamdi, 2021; Gutub and Alaseri, 2021). Setiap media pembawa memiliki karakteristiknya sendiri. Misalnya, gambar berkaitan dengan kualitas visual, sedangkan *audio* berkaitan dengan kualitas suara. Dalam istilah penyembunyian data, kualitas didefinisikan sebagai tingkat kesamaan pembawa sebelum dan sesudah informasi rahasia disisipkan, tidak tergantung pada

jenis media yang digunakan. Faktanya, penelitian di bidang penyembunyian data umumnya lebih terfokus pada penggunaan gambar, sedangkan eksplorasi *audio* relatif lebih sedikit, bahkan lebih sedikit dibandingkan dengan *video*. Proses penyisipan dapat dilakukan baik dalam domain spasial, di mana informasi rahasia langsung disematkan dalam media pembawa, maupun dalam domain frekuensi, di mana media pembawa harus diubah terlebih dahulu sebelum proses penyisipan dilakukan, misalnya dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) atau *Transformasi Wavelet* (Manunggal and Arifianto, 2016; Miri and Faez, 2017).

Pada era digital saat ini, dengan semakin meluasnya distribusi konten *audio* digital melalui *internet* dan teknologi penyiaran digital, seperti streaming musik dan *audio*, ada kebutuhan yang semakin meningkat untuk melindungi hak cipta dan keaslian konten tersebut (Kumar, Singh and Yadav, 2020). Di sisi lain, pengguna juga menginginkan privasi dan kontrol atas informasi pribadi mereka yang dapat terkandung dalam data *audio* digital. Salah satu teknik yang umum digunakan untuk memperkuat keamanan dan melindungi hak cipta adalah *watermarking*. *Watermarking* pada dasarnya adalah proses menyisipkan informasi tambahan ke dalam konten digital yang tidak terlihat secara kasat mata tetapi dapat dideteksi oleh algoritma khusus. Ini memungkinkan identifikasi pemilik hak cipta atau informasi tambahan lainnya yang terkait dengan konten tersebut.

Reversible watermarking adalah varian dari teknik *watermarking* yang memungkinkan untuk menghilangkan *watermark* tanpa kehilangan data asli yang tidak diubah (Arham, Nugroho and Adji, 2017b). Ini berarti *audio* asli dapat dipulihkan sepenuhnya setelah *watermark* dihapus (Arham and Lestari, 2023), yang sangat penting dalam aplikasi di mana kualitas *audio* sangat penting, seperti penyiaran *audio* berkualitas tinggi atau produksi musik. *Difference Expansion* (DE) adalah salah satu teknik dalam *reversible watermarking* yang memanfaatkan perbedaan antara dua piksel atau sampel dalam citra atau *audio* (Arham, Nugroho and Adji, 2017a). Ini memungkinkan informasi tambahan disisipkan dengan mengubah nilai perbedaan antara sampel *audio*. Metode *Difference Expansion* pertama kali diperkenalkan oleh Tian pada penelitian (Tian, 2002, 2003), kemudian sejumlah peneliti selanjutnya telah membuat perbaikan yang signifikan terhadap metode ini seperti pada penelitian (Alattar, 2003, 2004; Liu, Lou and Lee, 2007; Yi,

Wei and Jianjun, 2009; Hsiao, Chan and Chang, 2009; Abdullah and Manaf, 2010; Ahmad *et al.*, 2013; Al Huti, Ahmad and Djanali, 2015; Arham, Nugroho and Adji, 2017b; Maniriho and Ahmad, 2019; Syahlan and Ahmad, 2019; Arham and Riza, 2020; Hossen, Ahmad and Croix, 2023; Arham, 2024) yang diimplementasikan pada media gambar dan pada penelitian (Satish *et al.*, 2004; Andra, Ahmad and Usagawa, 2017; Arham, Rahmawati and Riza, 2022) diimplementasikan pada media *audio*. Beberapa Penelitian seperti (Shen, Huang and Tian, 2015; Kurniawan *et al.*, 2016; Maniriho and Ahmad, 2019; Prayogi and Ahmad, 2021; Hossen, Ahmad and Croix, 2023) menggunakan *Modulus function* untuk meningkatkan metode *Difference Expansion* dan memodifikasi nilai-nilai yang disisipkan dalam domain yang ditentukan.

Dengan kemajuan teknologi pemrosesan sinyal digital dan analisis statistik, metode DE dan *Modulus Function* telah menjadi pilihan yang populer dalam *reversible watermarking* karena efisiensinya dan kemampuannya untuk menyisipkan informasi tambahan tanpa mengorbankan kualitas *audio* asli. Dengan demikian, latar belakang tentang *reversible watermarking* pada *audio* digital menggunakan metode *Difference Expansion* (DE) dan *Modulus Function* melibatkan kebutuhan akan keamanan dan privasi dalam distribusi konten digital, serta evolusi teknologi dan teknik pemrosesan sinyal digital. Teknik-teknik ini memungkinkan penambahan informasi tambahan ke dalam *audio* digital tanpa mengorbankan kualitas asli *audio* dan mempertahankan kemampuan untuk menghapus *watermark* secara reversibel.

1.2 Rumusan Masalah

Watermarking merupakan metode penyisipan data pada media lain dengan tujuan untuk memastikan keaslian data, memungkinkan identifikasi pengirim dan penerima, serta menjamin keutuhan data. Namun, kebanyakan teknik yang digunakan dalam *watermarking* dapat mengakibatkan kerusakan permanen seperti pada *audio* digital setelah proses ekstraksi. Akibatnya, semakin besar data yang disisipkan, semakin besar pula kerusakan yang terjadi pada sampel *audio* setelah proses ekstraksi.

Berdasarkan latar belakang penelitian tentang *watermarking* di atas maka bisa dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut ini:

1. Bagaimana menerapkan teknik *reversible watermarking* pada *audio* digital sehingga tidak merusak sampel *audio* setelah proses ekstraksi ?
2. Bagaimana menerapkan teknik *reversible watermarking* pada *audio* digital dengan tingkat keamanan yang baik dan bisa diandalkan ?
3. Bagaimana menerapkan teknik *reversible* pada *audio* digital dengan kapasitas penyisipan yang besar dan kualitas *audio* yang baik setelah proses penyisipan ?
4. Bagaimana menerapkan teknik *reversible watermarking* pada *audio* digital sehingga dapat dimanfaatkan untuk melakukan otentikasi terhadap *audio* digital, dan penyisipan data ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini berkaitan dengan peningkatan keamanan *audio* digital dengan memanfaatkan algoritma *reversible watermarking*. *Reversible watermarking* merupakan teknik penyisipan data pada media lain tanpa merusak data tersebut dan dapat dikembalikan ke bentuk aslinya setelah proses ekstraksi data yang di sisipkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah algoritma *reversible watermarking* yang dapat meningkatkan keamanan *audio* digital, sehingga nantinya dapat dimanfaatkan untuk otentikasi terhadap *audio* digital, dan penyisipan data.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah;

1. Media digital yang digunakan adalah *audio* digital.
2. Metode *reversible watermarking* yang digunakan adalah Difference Expansion (DE) dan Modulus Function.
3. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kapasitas penyisipan dan kualitas *audio* setelah penyisipan data

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini adalah sebuah metode baru dalam meningkatkan keamanan *audio* digital dengan memanfaatkan algoritma *reversible watermarking*

yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan otentikasi terhadap *audio* digital, dan penyisipan data. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Perlindungan Hak Cipta: *Reversible watermarking* memungkinkan penyisipan informasi tambahan ke dalam *audio* digital untuk melindungi hak cipta dan mencegah pelanggaran hak cipta. Dengan metode DE dan *Modulus Function*, informasi *watermark* dapat disisipkan dengan cara yang tidak mengorbankan kualitas *audio* asli dan dapat dihapus secara *reversibel* jika diperlukan.
2. Integritas dan Otentikasi: *Watermarking* dapat digunakan untuk memverifikasi integritas dan otentikasi *audio* digital. Dengan *reversible watermarking*, informasi tambahan dapat disisipkan ke dalam *audio* tanpa mengubah data asli, sehingga memungkinkan pengguna untuk memeriksa apakah *audio* telah dimanipulasi atau tidak.
3. Pemulihan Data: Salah satu manfaat utama dari *reversible watermarking* adalah kemampuannya untuk memulihkan data asli tanpa kehilangan kualitas *audio*. Ini bermanfaat dalam situasi di mana informasi *watermark* harus dihapus atau diubah, seperti ketika *audio* digunakan untuk tujuan yang berbeda setelah distribusi.
4. Kualitas *audio* yang Dijamin: Metode DE dan *Modulus Function* dirancang untuk memastikan bahwa penyisipan dan penghapusan *watermark* tidak mengorbankan kualitas *audio*. Dengan demikian, penelitian ini dapat meningkatkan kualitas *audio* digital yang dihasilkan dan mempertahankan kesetiaan terhadap *audio* asli.
5. Kesesuaian dengan Standar Industri: Dengan kemampuannya untuk mempertahankan kualitas *audio* dan menyediakan fitur keamanan yang kuat, *reversible watermarking* dengan metode DE dan *Modulus Function* dapat menjadi pilihan yang sesuai untuk memenuhi persyaratan standar industri, seperti dalam distribusi musik digital atau *audio* berkualitas tinggi.
6. Inovasi Teknologi: Penelitian tentang *reversible watermarking* dengan menggunakan metode DE dan *Modulus Function* juga berkontribusi pada inovasi dalam teknologi *audio* digital secara keseluruhan. Ini memperluas

pemahaman kita tentang bagaimana data dapat disisipkan dan dipulihkan dari *audio* digital tanpa mengorbankan kualitas atau keamanannya.

1.6 Sestematika Penulisan

Untuk mempermudah strukturisasi teks dan memfasilitasi pemahaman yang sistematis bagi pembaca, penulisan ini mengikuti pola sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup beberapa bagian utama yang meliputi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta manfaat penelitian.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berfokus pada kerangka acuan yang mencakup pembahasan singkat mengenai teori-teori yang digunakan untuk menjelaskan dan mengatasi permasalahan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini, diuraikan secara sistematis langkah-langkah penelitian, meliputi lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, jenis penelitian dan sumber data yang dianalisis, variabel yang diteliti, prosedur penelitian yang diterapkan, teknik pengumpulan data, perancangan sistem, serta metode analisis data yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, akan dibahas secara rinci mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan, disertai dengan pembahasan yang mendalam terkait temuan-temuan yang ditemukan selama proses penelitian

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini bertindak sebagai penutup dari keseluruhan penelitian dengan menyajikan rangkuman kesimpulan yang diperoleh dari analisis hasil penelitian, serta memberikan saran-saran yang relevan sebagai tanggapan terhadap permasalahan yang telah dibahas sebelumnya.