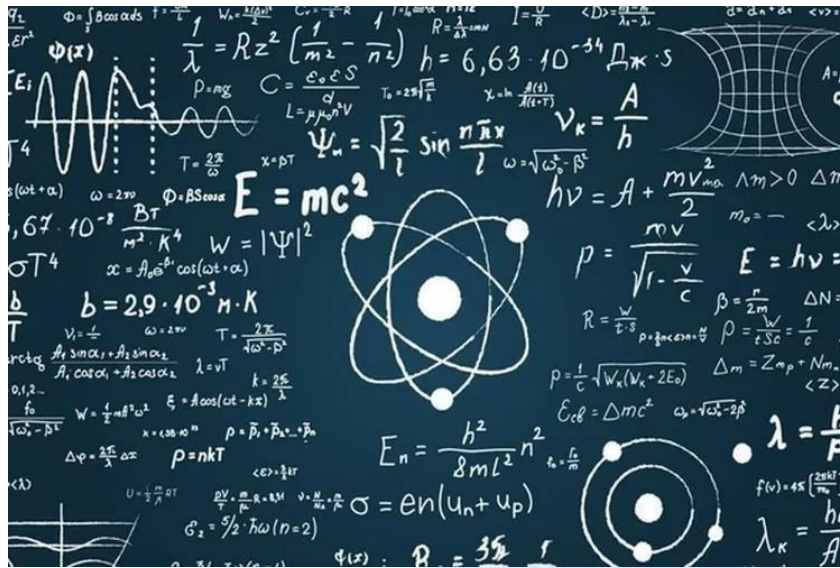


Quantum Watermarking



Dalam era digital saat ini, keamanan data menjadi sangat penting dalam menjaga privasi dan integritas informasi. Salah satu metode yang digunakan untuk melindungi data digital adalah dengan menggunakan teknologi watermarking. Watermarking adalah teknik yang memungkinkan untuk menyisipkan informasi rahasia atau pengenalan ke dalam data digital dengan cara yang tidak terlihat oleh mata manusia secara kasat mata. Dalam beberapa tahun terakhir, teori quantum telah menarik perhatian dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan, termasuk dalam bidang watermarking.

Kuantum berasal dari kata latin “quantus” yang berarti “berapa banyak” atau “jumlah terbatas”. Teknologi kuantum mengacu pada prinsip-prinsip fisika kuantum, termasuk superposisi, entanglement, dan interferensi. Superposisi memungkinkan sistem kuantum untuk ada dalam beberapa keadaan secara simultan, sementara entanglement menggambarkan keterkaitan antara partikel kuantum yang terjalin bahkan dalam jarak yang jauh, di mana perubahan pada satu partikel dapat seketika mempengaruhi partikel lainnya. Interferensi kuantum memanfaatkan sifat gelombang kuantum untuk menghasilkan pola-pola yang unik dan memberikan informasi penting. Salah satu aspek paling menonjol dari teknologi kuantum adalah komputasi kuantum. Dibandingkan dengan komputer klasik yang menggunakan bit klasik (0 dan 1), komputer kuantum menggunakan qubit yang memanfaatkan sifat superposisi dan entanglement. Dengan menggunakan qubit, komputer kuantum memiliki kemampuan untuk melakukan komputasi paralel yang jauh lebih cepat daripada komputer klasik dalam menyelesaikan masalah kompleks seperti faktorisasi bilangan besar dan optimisasi. Kelebihan-kelebihan dari teknologi kuantum tersebut banyak dimanfaatkan di segala bidang, salah satunya pada bidang keamanan seperti *steganografi* dan *watermarking*.

Keuntungan Quantum Watermarking: Dengan menggabungkan teori quantum dalam teknologi watermarking, beberapa keuntungan dapat diperoleh, antara lain:

1. Keamanan yang Lebih Tinggi: Dengan menerapkan prinsip-prinsip kriptografi quantum, watermarking dapat memberikan keamanan yang lebih tinggi terhadap serangan klasik seperti pemecahan kunci.
2. Deteksi Pemalsuan yang Efektif: Menggunakan pengukuran quantum untuk mendeteksi watermark memungkinkan deteksi pemalsuan yang lebih efektif, karena adanya sifat entanglement yang memungkinkan validasi keaslian watermark dengan tingkat kepercayaan yang lebih tinggi.
3. Kapasitas yang lebih Besar: Teknologi watermarking berbasis quantum juga memiliki potensi untuk meningkatkan kapasitas penyisipan watermark. Dengan menggunakan konsep superposisi, lebih banyak informasi dapat disisipkan dalam satu data digital.

Pada Aplikasi Mobile dan WEB ini akan dipaparkan mengenai pembelajaran *Quantum audio watermarking* menggunakan beberapa metode seperti *quantum-discrete cosine transform* dengan teknik penyisipan *spread spectrum* (qDCT-SS), *quantum-wavelet* dengan teknik penyisipan *spread spectrum* (qwavelet-SS) dan *quantum-least significant bit* (qLSB).

Menu embedding pada quantum audio watermarking adalah bagian dari aplikasi atau website yang didesain khusus untuk menyediakan opsi dan konfigurasi untuk proses penyisipan (embedding) watermark pada sinyal audio menggunakan teknik kuantum. Dalam konteks watermarking, teknik kuantum dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan dan ketahanan watermark terhadap serangan yang lebih kuat.

Berikut adalah tahapan pada menu embedding:

1. user memasukkan *file* audio yang akan di *watermark* dengan mengunggah *file* yang diinginkan.
2. Lalu *user* memilih citra atau *image* untuk watermarknya.
3. User juga dapat memilih 1 dari 3 metode yang disajikan.
4. Setelah proses *embedding* selesai, *file* audio yang sebelumnya sudah berubah menjadi *file* audio *terwatermark*.
5. Dan tampilan nilai SNR atau Signal to Noise Ratio.

Menu ekstraksi pada quantum audio watermarking adalah bagian dari aplikasi atau website yang didesain khusus untuk menyediakan opsi dan konfigurasi untuk proses ekstraksi watermark dari sinyal audio yang telah mengandung watermark menggunakan teknik kuantum. Proses ekstraksi ini merupakan tahap penting untuk mengembalikan watermark yang telah disisipkan sebelumnya, sehingga dapat diverifikasi dan dibuktikan keasliannya.

Berikut adalah tahapan pada menu embedding:

1. user memasukkan *file* audio yang telah di *watermark* dengan mengunggah *file* yang diinginkan.
2. Lalu *user* memilih citra atau *image* yang dipakai sebelumnya.
3. User juga dapat memilih 1 dari 3 metode yang disajikan dan juga jenis serangan serta probabilitas noise yang akan dihasilkan.
4. Setelah proses *ekstraksi* selesai, *file* audio yang sebelumnya sudah dipisahkan dengan watermarknya.

5. Dan tampilan nilai BER atau Bit Error Rate dan citra watermark.

Kesimpulan: Penerapan teori quantum dalam teknologi watermarking menawarkan potensi baru untuk meningkatkan keamanan data dan melindungi integritas informasi. Dengan memanfaatkan sifat-sifat unik dari teori quantum, seperti superposisi dan entanglement, watermarking dapat menjadi lebih kuat dan lebih tahan terhadap serangan. Meskipun masih dalam tahap penelitian dan pengembangan, quantum watermarking menjanjikan masa depan yang cerah dalam hal keamanan data digital.

Parameter Penilaian

1. *Signal to Noise Ratio (SNR)*

SNR adalah perbandingan nilai antara sinyal audio asli dengan error sinyal audio yang sudah ter-*watermark*. SNR dihitung dalam desibel (dB) di mana semakin tinggi nilai SNR maka semakin baik kualitas audio yang berarti semakin baik juga program yang telah dibuat. Persamaan (8) merupakan persamaan untuk mencari nilai SNR:

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\sum_n [s_0(n)]^2}{\sum_n [s_w(n) - s_0(n)]^2}$$

Dimana $s_0(n)$ adalah sinyal audio asli dan $s_w(n)$ adalah sinyal audio ter-*watermark*

2. *Bit Error Rate (BER)*

BER adalah parameter yang digunakan untuk menghitung perbandingan bit *error* yang diterima oleh sistem setelah proses ekstraksi *watermark* dengan bit informasi awal. Persamaan BER ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$BER = \left(\frac{\text{jumlah bit error}}{\text{jumlah bit keseluruhan}} \right) \times 100\%$$

3. *Mean Opinion Score (MOS)*

MOS merupakan parameter subjektif hasil penilaian secara perseptual dari survei terhadap responden. Sesuai standar kualitas audio berdasarkan ITU-R BS.1387 (ITU-R, 1998), MOS memiliki rentang penilaian dari 1 (buruk) hingga 5 (sangat baik). Tabel berikut adalah skala penilaian untuk MOS:

Tabel Skala MOS.

Nilai MOS	Keterangan
5	<i>Watermark</i> tidak terasa
4	<i>Watermark</i> terasa namun tidak mengganggu
3	<i>Watermark</i> terasa namun sedikit

	mengganggu
2	<i>Watermark</i> terasa dan audio terganggu
1	<i>Watermark</i> terasa dan audio sangat terganggu

