

WATERMARKING DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM (DCT) UNTUK MENJAGA KEAMANAN CITRA DIGITAL

Yohanes Indera Krisdianto¹, Merry Agutina², Suryayusra³

¹*Universitas Bina Darma*

Jl. Jenderal Ahmad Yani No.3 Palembang

¹yohanesindra1259@gmail.com

²*Universitas Bina Darma*

Jl. Jenderal Ahmad Yani No.3 Palembang

²merry_agst@binadarma.ac.id

³*Universitas Bina Darma²²*

Jl. Jenderal Ahmad Yani No.3 Palembang

³suryayusra@binadarma.ac.id

ABSTRACT : *Abuse of copyright in the digital products such as the image of not only manipulate and disseminate freely only one work, but also on the label of ownership. Most digital products that are currently in circulation does not include ownership of the copyright or any information about the owner of a work so that the work is very easy to be taken over by another person and that person claims that the work is his. One way to protect copyrighted images is to insert or hide a secret message by means of watermarking techniques. Watermarking images is done using discrete cosine transform (DCT) with the process of breaking the image into various frequency bands. high-frequency, low, and middle is used to insert other information. With the process so that the secret message pasted it does not damage the image of the original. In this study resulted in a program to insert watermarks as proof of copyright ownership created in MATLAB applications using discrete cosine transform (DCT).*

Keywords: Digital image, Watermarking and Discrete Cosine Transform (DCT)

ABSTRAK : *Penyalahgunaan hak cipta pada produk digital seperti citra tidak hanya memanipulasi dan menyebarkan secara bebas saja suatu karya, tetapi juga mengenai lebel kepemilikan. Kebanyakan produk digital yang saat ini beredar tidak mencantumkan kepemilikan hak cipta atau informasi tentang pemilik suatu karya sehingga karya tersebut sangat mudah diambil alih oleh orang lain dan orang itu mengklaim bahwa karya tersebut adalah miliknya. Salah satu cara melindungi hak cipta seperti citra adalah dengan menyisipkan atau menyembunyikan suatu pesan rahasia dengan cara teknik watermarking. Watermarking pada citra dilakukan menggunakan metode discrete cosine transform (DCT) dengan proses memecah gambar dalam berbagai frekuensi band yang berbeda. frekuensi tinggi, rendah, dan tengah digunakan untuk menyisipkan informasi lain. Dengan proses sedemikian sehingga pesan rahasia yang disisipkan itu tidak merusak citra asli. Pada penelitian ini menghasilkan suatu program untuk menyisipkan watermark sebagai bukti kepemilikan hak cipta yang dibuat pada aplikasi MATLAB dengan menggunakan metode discrete cosine transform (DCT).*

Kata kunci : *Citra digital, Watermarking dan Discrete Cosine Transform (DCT)*

I. Pendahuluan

Latar Belakang

Penggandaan terhadap citra digital ini sangat merugikan terhadap pemilik asli citra digital tersebut, seperti contohnya adalah pembajakan suatu karya seperti foto atau *image*. Masalah ini tidak akan pernah ada habisnya dan semakin tambah rumit ketika kepemilikan citra digital ini dipertanyakan oleh pemilik sebenarnya. Sehingga keaslian suatu citra digital haruslah dijaga dengan baik dan diperbaiki terus menerus. Apabila pendistribusiannya tidak diawasi dengan baik dan penangannya tidak ditindak lanjuti dengan cepat dan aman maka suatu citra digital dengan sangat mudah diambil alih kepemilikan dengan orang lain. Pemberian suatu tanda atau label pada citra digital sangatlah penting, ini merupakan salah satu solusi yang tepat untuk menjaga keaslian atau *originalitas* dari citra digital tersebut, yakni dengan memberi *watermark* pada citra tersebut. Dengan memberi *watermark*, jika ada seseorang yang mau *copy paste* citra tersebut maka kita dapat mengetahuinya citra yang asli dengan yang *copy paste*. *Watermarking* digital merupakan suatu proses dari penyisipan tanda yang tidak dapat dilihat atau pemberian label pada isi data digital. Tanda yang disisipkan itu biasanya tidak dapat dilihat kemudian dapat dideteksi atau dibuang. *Watermarking* digital memiliki konsep yang berhubungan dengan *steganography*. Ada beberapa metode teknik *watermarking* ini salah satunya adalah *discrete cosine transform* (DCT). Metode ini adalah salah satu teknik klasik dalam kompresi gambar, DCT memecah gambar dalam berbagai frekuensi *band* yang berbeda, frekuensi tinggi, frekuensi rendah, dan frekuensi tengah yang digunakan untuk menyisipkan gambar atau informasi lainnya. Dari penjelasan diatas maka penulis mengambil topik untuk tugas akhir ini, yaitu “*watermarking* dengan metode *discrete cosine transform* (DCT) untuk menjaga keamanan citra digital”.

Perumusan Masalah

Seseorang tidak ingin dirugikan karena karya citranya digandakan dan dicuri orang lain. Biasanya jika kita memiliki suatu karya dia akan memberi tanda ataupun label tertentu agar tidak diduplikasi dan dicuri orang lain. Selain itu, manipulasi suatu karya citra harus dicegah agar pemilik merasa dihargai oleh karyanya tersebut. Maka permasalahan yang dibahas oleh penulis dalam penelitian ini adalah “Bagaimana membuat program *watermark* pada citra digital dengan metode *discrete cosine transform* (DCT)?”.

Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi suatu permasalahan pada ruang lingkup sebagai berikut:

1. Proses pembuatan *watermark* citra digital dengan metode *discrete cosine transform* (DCT) dengan menggunakan MATLAB.
2. Citra yang di-*watermark* adalah *image* berformat JPG, BMP dan PNG.
3. Citra sisip merupakan citra *graycale*.
4. Citra asli merupakan citra berwarna.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah pembuatan program *watermark* citra digital untuk melindungi hak cipta suatu citra digital agar tidak dapat diduplikasi dengan metode *discrete cosine transform* (DCT).

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan tentang *watermark* dengan metode *discrete cosine transform* (DCT) dengan aplikasi MATLAB.
2. *Watermarking* dapat dijadikan solusi untuk melindungi citra digital sebagai bukti dari kepemilikan suatu karya.

II. Landasan Teori

Citra Digital

citra atau gambar dapat didefinisikan sebagai sebuah fungsi dua dimensi, $f(x,y)$, dimana x dan y adalah koordinat bidang datar, dan harga fungsi f di setiap pasangan koordinat (x,y) disebut intensitas atau level keabuan (*grey level*) dari gambar di titik itu.

Resolusi citra dapat diukur dengan beberapa cara sebagai berikut:

- a. Resolusi *Pixel*

Resolusi pixel merupakan perhitungan jumlah pixel dalam sebuah citra digital. Sebuah citra dengan tinggi N *pixel* dan lebar M *pixel* berarti memiliki resolusi sebesar $M \times N$. resolusi *pixel*

akan memberikan dua buah angka integer yang secara berurutan akan mewakili jumlah *pixel* lebar dan jumlah *pixel* tinggi dari citra tersebut.

- b. **Resolusi Spasial**
Resolusi spasial menunjukkan seberapa dekat jarak setiap garis pada citra. Jarak tersebut tergantung dari sistem yang menciptakan citra tersebut. Resolusi spasial menghasilkan jumlah *pixel* per satuan panjang. Resolusi spasial dari sebuah monitor komputer adalah 72 hingga 100 garis per inci atau dalam resolusi *pixel* 72 hingga 100 ppi.
- c. **Resolusi Spektrum**
Sebuah citra digital membedakan intensitas kedalam beberapa spektrum. Citra multi spectrum akan memberikan spektrum atau panjang gelombang yang lebih baik yang akan digunakan untuk menampilkan warna.
- d. **Resolusi Temporal**
Resolusi temporal berkaitan dengan video. Suatu video merupakan kumpulan *frame* statis yang berupa citra yang berurutan dan ditampilkan secara cepat. Resolusi temporal memberikan jumlah *frame* yang dapat ditampilkan setiap detik dengan satuan *frame per second* (fps) .
- e. **Resolusi Radiometrik**
Resolusi ini memberikan nilai atau tingkat kehalusan citra yang dapat ditampilkan dan biasanya ditampilkan dalam satuan bit contoh citra 8 bit dan citra 256 bit. Semakin tinggi resolusi radiometrik ini maka akan semakin baik perbedaan intensitas yang ditampilkan.

Jenis-jenis citra berdasarkan nilai pixelnya antara lain :

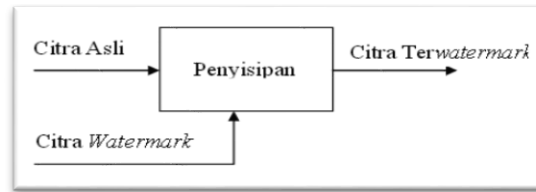
- a. **Citra Biner**
Citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai *pixel* yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra B dan w (*black and white*) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap pixel dari citra biner.
- b. **Citra Grayscale**
Citra *grayscale* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap *pixel*nya, dengan kata lain bagian RED = GREEN = BLUE. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah hitam, keabuan, dan putih.
- c. **Citra warna (8 bit)**
Setiap *pixel* dari citra warna (8 bit) hanya diwakili oleh 8 bit dengan jumlah warna maksimum yang dapat digunakan adalah 256 warna.
- d. **Citra warna (24 bit)**
Setiap *pixel* dari citra warna 24 bit diwakili dengan 24 bit sehingga total 16.777.216 variasi warna. variasi ini sudah lebih dari cukup untuk memvisualisasikan seluruh warna yang dapat dilihat penglihatan manusia. Penglihatan manusia dipercaya hanya dapat membedakan hingga 10 juta warna saja.

Watermarking

Watermarking adalah suatu cara untuk menyembunyikan atau penanaman data tertentu ke dalam suatu data digital lainnya, tetapi tidak diketahui kehadirannya oleh indera manusia dan mampu menhadapi proses-proses pengolahan sinyal digital sampai pada tahap tertentu.

Ada beberapa tujuan yang ingin dicapai dari penggunaan *watermarking* sebagai suatu teknik menyembunyikan data pada suatu data digital lain, yaitu :

1. **Tamper-proofing**
Watermarking digunakan sebagai indikator yang menunjukkan apakah data digital yang asli telah mengalami perubahan dari yang aslinya (mengecek integritas data).
2. **Feature location**
Watermarking sebagai alat identifikasi isi dari data digital pada lokasi-lokasi tertentu, misalnya penamaan suatu objek tertentu dari beberapa objek yang ada pada suatu citra digital.
3. **Amotation / caption**
Watermark berisi keterangan tentang data digital itu sendiri. Selain itu *watermark* juga dapat digunakan untuk mengirimkan pesan rahasia.
4. **Copyright-labelling**
Watermarking digunakan sebagai metode untuk menyembunyikan label hak cipta pada data digital atau sebuah bukti otentik kepemilikan atas dokumen digital tersebut.



Gambar 1 penyisipan watermark

Teknik *watermarking* meliputi beberapa parameter-parameter utama seperti : (dalam Adriansyah, 2011 : 14).

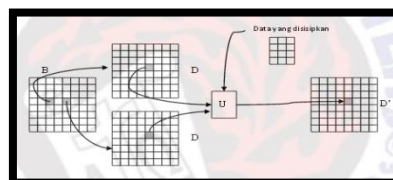
- a. *Fragile*
Perubahan yang disebabkan oleh tanda semestinya tidak mempengaruhi nilai isi, idealnya tidak dapat dilihat, sehingga tidak dapat dibedakan antara data yang ter-*watermark* dan data yang asli. Salah satu *trade-off* antara karakteristik *watermarking* yang sangat kelihatan adalah *robustness* dengan *fragile*. Dalam beberapa literatur *fragile* kadang disebut dengan *invisibility* untuk jenis data citra dan audio. Yang dimaksud dengan *fragile* disini adalah derajat degradasi *host* data sesudah diberi *watermark* dibandingkan dengan sebelum diberi *watermark*. Biasanya bila *robustness* dari *watermark* tinggi maka memiliki *fragile* yang rendah dan sebaliknya. Jadi sebaiknya dipilih *trade-off* yang sesuai, sehingga keduanya dapat tercapai sesuai dengan tujuan aplikasi. Untuk *host* data yang berkualitas tinggi maka *fragile* dituntut setinggi mungkin sehingga tidak merusak data aslinya, sedangkan *host* data yang memiliki *noise* (kualitas kurang) maka *fragile* bias rendah.
- b. *Robustness*
Watermark didalam *host* data harus tahan terhadap beberapa operasi pemrosesan digital yang umum seperti pengkonversian dari digital ke analog dan dari analog ke digital, dan manipulasi data. Pada *robust watermark*, data disisipkan dengan sangat kuat, sehingga jika ada yang berusaha menghapusnya maka gambar atau suara yang disisipi akan ikut rusak dan tidak punya nilai komersial lagi.
- c. *Security*
Watermarking harus tahan terhadap usaha-usaha yang sengaja memindahkan atau meng-*copy watermark* dari satu multimedia data ke multimedia data lainya.

Metode Discrete Cosine Transform (DCT)

DCT adalah salah satu teknik klasik dalam kompresi gambar. DCT memecah gambar dalam berbagai frekuensi band yang berbeda, frekuensi tinggi, frekuensi rendah dan frekuensi tengah yang digunakan untuk menyisipkan gambar atau informasi lain. Metode ini sangat mudah digunakan dan memang di khususkan untuk pengolahan gambar, terbukti dari penggunaannya sebagai salah satu teknik kompresi gambar. Frekuensi tengah dipilih karena jika dilakukan perubahan pada frekuensi ini tidak akan mempengaruhi kualitas gambar.

Algoritma penyisipannya adalah sebagai berikut:

1. Bagi gambar (B) dengan M x N piksel kedalam blok 8 x 8 piksel.
2. Terapkan DCT dalam setiap blok, dan buat blok koefisien dari DCT (D).
3. Lakukan langkah 4 dan 5 (U) pada setiap blok koefisien dari DCT kecuali sisi bagian yang paling atas dan sisi bagian paling kiri.
4. Bandingkan blok dari gambar yang berdekatan dari blok koefisien DCT.
5. Berdasarkan langkah 4, sisipkan data ke dalam blok –blok.
6. Gunakan inverse DCT untuk merekontruksi blok dari gambar yang dienkrpsi (D').

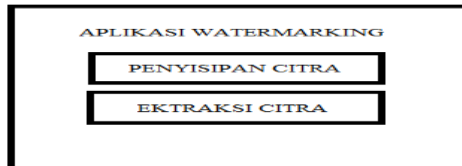


Gambar 2 Algoritma Penyisipan

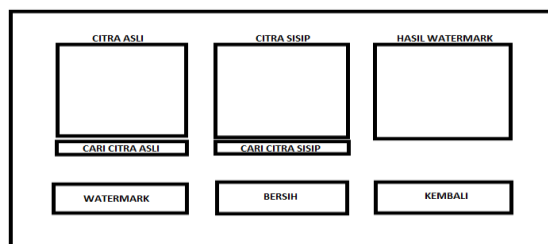
$$B(k_1, k_2) = \sum_{i=0}^{N_1-1} \sum_{j=0}^{N_2-1} 4 \cdot A(i, j) \cdot \cos \left[\frac{\pi \cdot k_1}{2 \cdot N_1} \cdot (2i+1) \right] \cdot \cos \left[\frac{\pi \cdot k_2}{2 \cdot N_2} \cdot (2j+1) \right]$$

Gambar 3 Rumus DCT

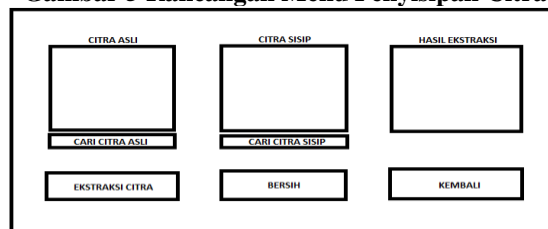
III. Perancangan GUI



Gambar 4 Rancangan Menu Utama



Gambar 5 Rancangan Menu Penyisipan Citra



Gambar 6 Rancangan Menu Ekstraksi Citra

IV. Hasil dan Pembahasan

Hasil Implementasi

Implementasi algoritma *Discrete Cosine Transform* (DCT) pada aplikasi *watermarking* menggunakan bahasa pemrograman dan aplikasi MATLAB R2012b bertujuan untuk menjaga keamanan citra digital. Pada aplikasi yang dibuat, algoritma DCT digunakan untuk dua proses utama, yaitu proses watermarking citra dan proses ekstraksi citra. Proses *watermarking* citra merupakan proses penyisipan citra sisip kedalam citra asli sedangkan proses ekstraksi citra merupakan proses pengambilan citra sisip dari citra *watermark*. Proses *watermarking* dimulai dengan menetapkan citra asli dan citra sisip dimana ukuran citra sisip yang dapat digunakan harus lebih kecil dari ukuran citra asli ($m \times n$) dan bergantung pada ukuran blok yang digunakan. Ukuran citra sisip maksimum yang dapat digunakan adalah $\lfloor m/\text{blocksize} \rfloor \times \lfloor n/\text{blocksize} \rfloor$ dimana blocksize adalah ukuran blok yang digunakan. Pada aplikasi ini, ukuran blok yang digunakan adalah 8×8 sehingga ukuran citra sisip maksimum yang dapat digunakan adalah $\lfloor m/8 \rfloor \times \lfloor n/8 \rfloor$. Pada pengujian aplikasi digunakan citra asli berukuran 1600×1200 yang berarti bahwa ukuran citra sisip maksimum yang dapat digunakan adalah $\lfloor 1600/8 \rfloor \times \lfloor 1200/8 \rfloor = \lfloor 200 \rfloor \times \lfloor 150 \rfloor = 200 \times 150 = 30.000$ pixel. Namun ukuran citra sisip yang digunakan pada saat pengujian adalah $128 \times 128 = 16.384$ pixel yang lebih kecil dari ukuran maksimum sehingga masih dapat digunakan pada proses aplikasi. Citra sisip yang digunakan hanya mengandung 1 layer warna. Sehingga citra sisip yang dapat digunakan meliputi citra *grayscale* dan citra *biner*. Namun citra sisip yang digunakan pada aplikasi ini hanya citra *grayscale*.

Dalam melakukan penerapan algoritma *Discrete Cosine Transform* (DCT) untuk proses *watermarking* dan ekstraksi citra dibutuhkan sebuah pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur hasil penerapan algoritma *Discrete Cosine Transform* (DCT). Pengujian dilakukan dengan beberapa percobaan. Percobaan yang

dilakukan adalah dengan melakukan proses *watermarking* dan ekstraksi citra hasil *watermarking*. Masing-masing percobaan dilakukan berdasarkan jenis ekstensi citra yang berbeda, yaitu BMP, JPG, dan PNG. Pada setiap proses baik itu proses *watermarking* dan proses ekstraksi citra hasil *watermarking* membutuhkan dua buah citra, yaitu citra asli dan citra sisip dan sebaliknya. Ukuran dimensi dari citra asli adalah 1600 x 1200 sedangkan ukuran dimensi dari citra sisip adalah 128 x 128. Citra asli yang digunakan merupakan citra berwarna, sedangkan citra sisip yang digunakan merupakan citra *grayscale*. Hasil percobaan pada citra yang berekstensi BMP, JPG, dan PNG masing-masing dapat dilihat pada tabel 1, 2, 3, dan untuk waktu proses bisa dilihat pada tabel 4.

Hasil pengujian *Watermarking*
















Tabel 1 pengujian ekstensi BMP

No	Citra Asli	Citra Sisip	Citra Watermark
1	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB Waktu : 23.1 s
2	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB Waktu : 23.3 s
3	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB Waktu : 23.5 s
4	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB Waktu : 23.0 s
5	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB Waktu : 23.9 s

Tabel 2 pengujian ekstensi JPG

No	Citra Asli	Citra Sisip	Citra Watermark
1	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 244 KB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 2.99 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 207 KB Waktu : 23.2 s
2	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 215 KB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 4.72 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 176 KB Waktu : 23.6 s
3	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 290 KB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 5.22 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 240 KB Waktu : 23.2 s
4	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 376 KB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 2.20 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 299 KB Waktu : 23.1 s
5	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 243 KB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 2.67 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 206 KB Waktu : 23.6 s

Tabel 3 pengujian ekstensi PNG

No	Citra Asli	Citra Sialp	Citra Watermark
1	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 2.13 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 4.75 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 2.79 MB Waktu : 23.6 s
2	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 2.14 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 8.23 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 2.30 MB Waktu : 23.6 s
3	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 2.42 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 6.25 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 3.16 MB Waktu : 23.7 s
4	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 1.46 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 5.73 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 2.22 MB Waktu : 24.6 s
5	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 1.46 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 10.0 KB	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 2.51 MB Waktu : 23.6 s

Tabel 4 waktu proses watermarking

Pengujian Watermarking ke -	Jenis Ekstensi		
	BMP	JPG	PNG
1	23.1 s	23.2 s	23.6 s
2	23.3 s	23.6 s	23.6 s
3	23.5 s	23.2 s	23.7 s
4	23.0 s	23.1 s	23.6 s
5	23.9 s	23.5 s	24.6 s
Rata-rata	23.36 s	23.32 s	23.62 s

Hasil pengujian Ekstraksi















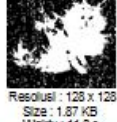
Tabel 5 pengujian ekstraksi BMP

No	Citra watermark	Citra Slap	Hasil ekstraksi
1	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 4.75 KB Format : PNG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Waktu : 10.5 s
2	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 2.99 KB Format : JPG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Waktu : 10.6 s
3	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Format : BMP	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Waktu : 10.5 s
4	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 8.23 KB Format : PNG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Waktu : 10.5 s
5	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 4.72 KB Format : JPG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Waktu : 10.6 s

Tabel 6 pengujian ekstraksi JPG

No	Citra watermark	Citra Slap	Hasil ekstraksi
1	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 244 KB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 6.25 KB Format : PNG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 5.34 KB Waktu : 10.8 s
2	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 215 KB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 5.22 KB Format : JPG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 7.00 KB Waktu : 10.8 s
3	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 290 KB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Format : BMP	 Resolusi : 128 x 128 Size : 9.80 KB Waktu : 10.8 s
4	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 376 KB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 5.73 KB Format : PNG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 8.89 KB Waktu : 10.7 s
5	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 243 KB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 2.20 KB Format : JPG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 7.28 KB Waktu : 10.7 s

Tabel 7 pengujian ekstraksi PNG

No	Citra watermark	Citra Slep	Hasil ekstraksi
1	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 2.13 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Format : BMP	 Resolusi : 128 x 128 Size : 1.21 KB Waktu : 11.1 s
2	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 2.14 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 2.57 KB Format : JPG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 1.30 KB Waktu : 11.0 s
3	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 2.42 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Format : BMP	 Resolusi : 128 x 128 Size : 1.24 KB Waktu : 11.0 s
4	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 1.46 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 10.0 KB Format : PNG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 1.03 KB Waktu : 10.9 s
5	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 1.46 MB	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Format : BMP	 Resolusi : 128 x 128 Size : 1.37 KB Waktu : 11.2 s



















Tabel 8 waktu proses ekstraksi

Pengujian Ekstraksi No -	Jenis Ekstensi		
	BMP	JPG	PNG
1	10.5 s	10.8 s	11.1 s
2	10.6 s	10.8 s	11.0 s
3	10.5 s	10.8 s	11.0 s
4	10.6 s	10.7 s	10.9 s
5	10.6 s	10.7 s	11.2 s
Rata-rata	10.56 s	10.76 s	11.04 s

Setelah dilakukan pengujian proses *watermarking*, dilakukan juga proses ekstraksi citra hasil *watermark* yang bertujuan untuk mengambil kembali citra sisip yang ada pada citra hasil *watermark*. Pengujian yang dilakukan untuk proses ekstraksi citra meliputi citra yang berekstensi BMP, JPG dan PNG dengan ukuran yang sama halnya dengan proses *watermarking* di atas. Hasil ekstraksi citra yang didapat adalah citra *biner*. Citra sisip yang digunakan saat pengujian ekstraksi tidak sama dengan citra sisip pada proses *watermarking* sebelumnya. Citra sisip yang digunakan hanya sebatas untuk mendapatkan ukurannya agar ukuran citra sisip yang diambil sesuai pada proses ekstraksi. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 5, 6, 7 dan untuk waktu proses ekstraksi dapat dilihat pada tabel 8 pada tabel diatas.

Hasil pengujian Serangan *Watermarking*

Tabel 9 pengujian serangan *watermarking*

No	Citra yang diserang	Citra Sisip	Hasil serangan
1	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB Serangan : penambahan tulisan Format : BMP	 Resolusi : 128 x 128 Size : 4.72 KB Format : JPG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Waktu : 10.7 s
2	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 5.49 MB Serangan : rotate 180° Format : BMP	 Resolusi : 128 x 128 Size : 4.75 KB Format : PNG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Waktu : 10.9 s
3	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 673 KB Serangan : plastic wrap Format : JPG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 3.23 KB Format : PNG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 10.9 KB Waktu : 10.7 s
4	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 307 KB Serangan : crop + penggandaan gambar Format : JPG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Format : BMP	 Resolusi : 128 x 128 Size : 9.72 KB Waktu : 10.8 s
5	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 4.30 MB Serangan : glowing edge + noise Format : PNG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 17.0 KB Format : BMP	 Resolusi : 128 x 128 Size : 3.57 KB Waktu : 11.0 s
6	 Resolusi : 1600 x 1200 Size : 888 KB Serangan : blur + eraser Format : PNG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 2.99 KB Format : JPG	 Resolusi : 128 x 128 Size : 2.94 KB Waktu : 11.4 s

Pada tabel 9 menunjukkan terdapat hasil ekstraksi citra yang bervariasi. Untuk jenis serangan penambahan tulisan dan *crop* + penggandaan gambar pada citra *watermark*, hasil ekstraksi citranya masih dapat diambil dan sesuai dengan citra sisipnya. Untuk jenis serangan *rotate* 180° pada citra *watermark*, hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan citra sisipnya begitu juga dengan jenis serangan *glowing edge* + *noise*. Sedangkan untuk jenis serangan *plastic warp* dan *blur* + *eraser*, hasil ekstraksi yang didapatkan masih dapat diambil dan sesuai dengan citra sisipnya namun nampak sedikit kurang jelas dari citra sisip yang sebenarnya. Pada citra *watermark* yang diberi serangan *rotate* 180° dan *glowing edge* + *noise* tidak dapat menghasilkan ekstraksi citra yang sesuai dengan citra sisip sebelumnya dikarenakan terjadi perubahan total pada setiap komponen pixel yang ada pada citra *watermark* untuk jenis serangan ini. Sedangkan untuk jenis serangan lainnya seperti penambahan tulisan, *crop* + penggandaan gambar, *plastic warp*, dan *blur* + *eraser* hanya mengubah beberapa komponen pixel yang ada pada citra *watermark* sehingga hasil ekstraksi citra yang didapatkan sesuai dengan citra sisip sebelumnya.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi algoritma *Discrete Cosine Transform* (DCT) dan pengujian aplikasi *watermarking* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Algoritma *Discrete Cosine Transform* (DCT) berjalan dengan baik dalam proses *watermarking* citra dan ekstraksi citra. Dimana penerapan algoritma DCT dalam aplikasi *watermarking* dapat menjaga keamanan citra digital.
2. Citra sisip yang digunakan hanya citra *grayscale*, dan tidak bisa citra RGB, dikarenakan pada proses penyisipan hanya dibutuhkan 1 layer warna.
3. Hasil citra dari proses *watermarking* yang memiliki waktu proses yang lebih singkat dan ukuran citra yang lebih kecil adalah pada jenis citra yang berekstensi JPG. Sedangkan hasil citra dari proses *watermarking* yang memiliki ukuran citra yang lebih besar adalah pada jenis citra yang berekstensi PNG.
4. Berdasarkan hasil percobaan didapatkan bahwa hasil ekstraksi citra dengan ekstensi BMP, JPG, dan PNG sesuai dengan citra sisip yang telah disisipkan pada proses *watermarking* sebelumnya. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk proses ekstraksi citra pada citra yang berekstensi BMP, JPG, dan PNG masing-masing adalah 10.56 s, 10.76 s, dan 11.04 s
5. Pada citra *watermark* yang diberi serangan *rotate* 180⁰ dan *glowing edge + noise* tidak dapat menghasilkan ekstraksi citra yang sesuai dengan citra sisip sebelumnya dikarenakan terjadi perubahan total pada setiap komponen pixel yang ada pada citra *watermark* untuk jenis serangan ini. Sebaliknya, untuk jenis serangan penambahan tulisan, *crop + penggandaan gambar*, *plastic warp*, dan *blur + eraser* pada citra *watermark*, hasil ekstraksi citranya sesuai dengan citra sisip sebelumnya.

Daftar Pustaka

- Adriansyah, Y. (2011). Aplikasi WATERMARK Pada Citra Digital Menggunakan Metode Singular Value De composition (SVD).
<http://www.repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/5186/1/YAYAN%20ADRIANSYAH-FST.pdf>. Minggu, 09 October 2016, 4:20:04 PM
- Alatas, P. (2009). Implementasi Teknik Steganografi dengan Metode LSB Pada Citra Digital, 1 – 25. www.gunadarma.ac.id/library/articles/.../Artikel_11104284.pdf. Senin, 7 November 2016, 6:28:20 AM
- Astuti Hermawati, F. 2013. "Konsep dan Toeri Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta. CV.ANDI OFFSET.
- Ayuning Tyas, L. (2011). Watermarking Citra Digital Berbasis DWT-SVD dengan Detektor Non-BLIND. http://eprints.undip.ac.id/27091/1/repository_6028.pdf. Selasa, 01 November 2016, 5:44:46 AM
- Bendi K.J. (2016) "Invisible watermarking Dengan Teknik Spread Spectrum". https://www.researchgate.net/publication/310674297_Invisible_Watermarking_Dengan_Teknik_Spread_Spectrum. Minggu, 05 Februari 2017, 20:12:12
- Indriyono, B. V. (2016). Penerapan Keamanan Penyampaian Informasi Melalui Citra dengan Kriptografi Rijndael dan Steganografi LSB Information Security Through Imagery with Rijndael Cryptography, 3(3), 228–241. <http://ojs.amikom.ac.id/index.php/citec/article/download/1461/1383>. Minggu, 06 November 2016, 9:07:36 PM
- Mulyana T.M.S. (2013). "Penggunaan Nilai Skala Keabuan dari Citra Watermark sebagai Cetak Biru dari Visible watermarking". <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/semnasif/article/view/976>. Minggu, 05 Februari 2017, 20:56:07
- Nugroho, Andi. 2011. Perancangan dan Implementasi Sistem Basis Data. ANDI: Yogyakarta.
- Putra, Darma. 2010. "Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta. CV.ANDI OFFSET.
- Sangadji, I. (2009). Pengukuran Kualitas Citra Terwatermarking Model DCT (DISCRETE COSINE TRANSFORM) Menggunakan PSNR, 2. [http://portal.kopertis3.or.id/bitstream/123456789/1336/1/PENGUKURAN%20KUALITAS%20CITRA%20TERWATERMARKING%20MODEL%20DCT%20\(%20DISCRETE%20COSINE%20TRANSFORM%20\)%20MENGUNAKAN%20PSNR.pdf](http://portal.kopertis3.or.id/bitstream/123456789/1336/1/PENGUKURAN%20KUALITAS%20CITRA%20TERWATERMARKING%20MODEL%20DCT%20(%20DISCRETE%20COSINE%20TRANSFORM%20)%20MENGUNAKAN%20PSNR.pdf). Kamis, 03 November 2016, 6:31:10 AM.
- Sugiyono, (2015). "Metode Penelitian Pendidikan" Bandung. ALFABETHA.
- Winarso M.E, S. (2007). Digital Watermarking Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform, 4 (1), 72 – 85. http://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/1018/2/ART_Sri%20Winarso%20M.E._Digital%20watermarking_Full%20text.pdf. Minggu, 09 October 2016, 4:55:08 PM