

# IMPLEMENTASI *WATERMARKING* PADA CITRA DIGITAL MENGUNAKAN METODE DFT 2 DIMENSI

Hidayatulloh, Rosa Andrie Asmara

Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Malang  
[hidayatulloh.malang@gmail.com](mailto:hidayatulloh.malang@gmail.com), [rosaandrie@gmail.com](mailto:rosaandrie@gmail.com)

## Abstrak

Penyalahgunaan hak cipta pada citra digital tidak hanya mengenai penggandaan dan pendistribusiannya saja, namun juga mengenai label kepemilikan dari citra tersebut. Kebanyakan citra digital tidak mencantumkan informasi pemiliknya. Seseorang yang telah mendapatkan sebuah citra digital dapat mengklaim bahwa citra tersebut adalah miliknya. Watermarking merupakan salah satu metode proteksi hak cipta yang bertujuan untuk menanggulangi penyebaran karya seseorang secara ilegal. Pada dasarnya, watermarking merupakan proses menambahkan kode identifikasi secara permanen ke dalam data digital. Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap citra digital yang telah disisipi watermark, menunjukkan bahwa metode yang digunakan pada proses watermarking tahan terhadap penambahan derau, pemotongan gambar, pemutaran gambar, pencerahan gambar, compressi pada citra. Namun metode yang digunakan tidak dapat bertahan terhadap perubahan ukuran gambar.

**Kata kunci** : Citra Digital, Watermarking, Discrete Fourier Transform (DFT)

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan informasi saat ini, distribusi dan transmisi data dalam bentuk digital seperti citra, audio, video semakin mudah dan cepat. Kemudahan distribusi media digital di sisi lain dapat menimbulkan permasalahan ketika media tersebut terlindungi oleh hak cipta. Sesuai dengan sifatnya media digital mudah untuk diubah dan dimodifikasi, sehingga keasliannya tidak lagi terjaga karena setiap orang dapat mengubah dan memodifikasi untuk kemudian digandakan secara ilegal lalu disebarluaskan kembali oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab.

Pada saat ini sering ditemukan buku online serta website tentang resep makanan yang beredar dan diperjual belikan pada internet, namun ternyata gambar (citra digital) yang terdapat pada konten adalah hasil mencuri karya cipta orang lain. Tentu saja tanpa sepengetahuan pemilik citra tersebut. Penduplikasian terhadap suatu citra digital sangat merugikan bagi pihak pemilik citra digital tersebut. Oleh karena itu, keaslian suatu citra digital merupakan sesuatu yang harus dijaga. Pemberian label pada citra digital merupakan salah satu solusi yang tepat dengan cara memberikan *watermark* pada citra digital tersebut. *Watermarking* merupakan salah satu metode proteksi hak cipta yang bertujuan untuk menanggulangi penduplikasian citra digital secara ilegal.

Didorong oleh hal-hal tersebut, maka kali ini penulis mencoba membuat aplikasi *watermarking* yang dapat menyisipkan pesan pada file image sehingga keaslian suatu citra dapat dijaga. Oleh karena itu penulis memilih judul Implementasi Watermarking Pada Citra Digital Menggunakan Metode DFT 2 D.

## 2. Tinjauan Pustaka

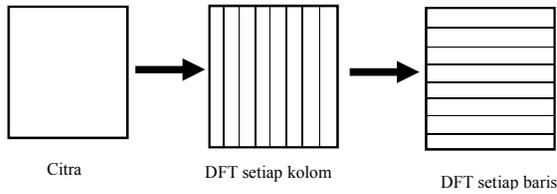
### 2.1 Discrete Fourier Transform (DFT)

Discrete Fourier Transform merupakan bagian dari Transformasi Fourier yang digunakan dalam analisis Fourier. Dalam analisis Fourier dipelajari bagaimana cara merepresentasikan sebuah fungsi dengan penjumlahan beberapa fungsi trigonometri yang lebih sederhana. Analisis Fourier dinamakan sesuai dengan penemunya yaitu Joseph Fourier (1768-1830), seorang matematikawan dan fisikawan berkebangsaan Prancis.

Dalam bidang matematika, Transformasi Fourier digunakan untuk menguraikan sebuah sinyal menjadi frekuensi. Dengan kata lain, Transformasi Fourier mengubah suatu fungsi ke dalam bentuk lain. Pada Discrete Fourier Transform, masukkan fungsi harus dalam bentuk diskrit. Masukkan Discrete Fourier Transform adalah urutan terbatas bilangan kompleks ataupun bilangan real. Untuk rumus DFT di definisikan sebagai berikut:

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]W_N^{nk}$$

Untuk DFT 2 dimensi dapat diperoleh dengan cara menghitung nilai DFT seluruh baris dan kemudian menghitung nilai DFT seluruh kolom dari matriks.



Gambar 1. Konsep Perhitungan DFT 2 D

Dari ilustrasi Gambar maka dapat didefinisikan rumus DFT 2 dimensi sebagai berikut:

$$X[k, l] = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} x[m, n] W_N^{mk} W_M^{nl}$$

## 2.2 Algoritma Cooley Tukey

Algoritma Cooley Tukey adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk menghitung *Discrete Fourier Transform* secara efisien. Algoritma tersebut dikenal dengan nama *Fast Fourier Transform* (FFT) Algoritma ini dipopulerkan oleh J. W. Cooley dan John Tukey pada tahun 1965. Algoritma Cooley Tukey ini merupakan algoritma yang paling umum digunakan.

Perbedaan antara metode DFT dan FFT terdapat pada  $N^2$  dan  $\log_2 N$  yang sangat mempengaruhi waktu yang dibutuhkan untuk menghitung deret Fourier. Dengan adanya FFT akan sangat membantu penghitungan deret Fourier dalam 2 hal yaitu: jumlah data yang besar dan keterbatasan komputer.

## 2.3 Peak Signal to Noise Ratio(PSNR)

*Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR merupakan parameter standar untuk menilai kualitas suatu citra secara obyektif dengan membandingkan *noise* terhadap sinyal puncak.

Nilai PSNR yang baik biasanya berkisar antara 20dB sampai dengan 40dB. Pada umumnya disajikan dengan angka desimal yaitu dua angka dibelakang koma. PSNR diukur dalam satuan desibel. Pada penelitian ini, PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra cover sebelum dan sesudah disisipkan watermark. Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan MSE (*Mean Square Error*). MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra cover dengan citra yang telah disisipi watermark, secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [I(x, y) - J(x, y)]^2$$

Setelah didapatkan nilai dari MSE maka nilai PNSR dapat dihitung. Nilai PSNR dirumuskan sebagai berikut:

$$PSNR = 20 \log_{10} \left( \frac{MAX_i}{\sqrt{MSE}} \right)$$

atau

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{MAX_i^2}{MSE} \right)$$

## 3. Desain Sistem

### 3.1 Diagram Blok

Diagram blok daproces penyisipan (enkripsi) citra cover ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Blok Proses Enkripsi

Proses enkripsi watermark dari Gambar 2 akan dijelaskan sebagai berikut:

- Citra RGB cover dikonversikan menjadi citra YCbCr.
- Kemudian bagi pixel citra bagian Y dari citra YCbCr menjadi subblok 8x8 pixel.
- Selanjutnya yaitu proses DFT pada subblok 8x8 komponen Y citra YCbCr. Untuk komponen Cb dan Cr akan digunakan kembali saat untuk dijadikan citra YCbCr.
- Citra watermark yang sudah dikonversikan menjadi biner disisipkan pada frekuensi rendah DFT.
- Setelah proses penyisipan selesai dilakukan proses IDFT pada subblok komponen Y.
- Gabungkan kembali subblok komponen Y citra cover menjadi komponen Y citra cover telah terwatermark.
- Setelah didapatkan komponen Y citra cover terwatermark, gabungkan kembali komponen Y dengan komponen Cb dan Cr sehingga didapatkan citra YCbCr terwatermark.
- Konversikan citra YCbCr terwatermark menjadi citra RGB terwatermark.

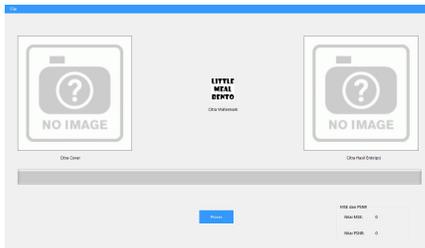
## 4. Implementasi

Pada implementasi ini akan dijelaskan tentang proses enkripsi dan dekripsi citra pada aplikasi. Halaman utama atau Home adalah proses pemilihan dimana system akan melakukan enkripsi atau dekripsi. Ditunjukkan pada gambar 3.



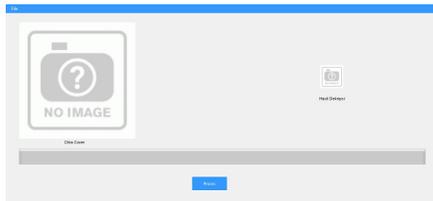
Gambar 3. Halaman Utama

Form Enkripsi digunakan untuk menyisipkan citra watermark ke dalam citra cover ditunjukkan seperti Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Form Enkripsi

Form Dekripsi digunakan untuk menampilkan citra watermark yang telah disisipkan pada citra cover ditunjukkan seperti Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Form Dekripsi

5. Pembahasan

Ujicoba yang dilakukan adalah dengan memberi serangan terhadap citra yang telah terwatermark dan melakukan penyisipan threshold pada frekuensi rendah watermark. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1-7

Tabel 1 Uji Ketahanan Citra Terwatermark 1

Citra Hasil Enkripsi	Watermark
 Citra Hasil Enkripsi Normal	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>
 Citra Hasil Enkripsi Diberi Derau	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>
 Citra Hasil Enkripsi Discreen capture	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>

Tabel 2. Uji Ketahanan Citra Terwatermark 2

Citra Hasil Enkripsi	Watermark
 Citra Enkripsi Dicerahkan	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>
 Citra Enkripsi Warna dimerahkan	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>
 Citra Enkripsi Diputar 90°	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>

Tabel 3. Uji Ketahanan Citra Terwatermark 3

Citra Hasil Enkripsi	Watermark
 Citra Enkripsi Dirotate 180°	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>
 Citra Enkripsi Dieroping	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>
 Citra Enkripsi Diresize 400x400 pixel	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>

Tabel 4. Uji Ketahanan Citra Terwatermark dengan Compressi Citra Terwatermark

Citra Cover	Citra Watermark	Citra setelah dienkripsi	Hasil Ekstraksi watermark
 Compress 25%	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>	 Compress 25%	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>
 Compress 50%	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>	 Compress 50%	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>
 Compress 51%	<b>LITTLE MEAL BENTO</b>	 Compress 51%	

Tabel 5. Uji Ketahanan Citra Cover Dengan Menyisipkan Nilai *Threshold* Yang Berbeda.

Citra Hasil Enkripsi	Nilai MSE	Nilai PSNR
 Citra lenna.png Disisipi dengan <i>threshold</i> 10	99.71	28.14
 Citra lenna.png Disisipi dengan <i>threshold</i> 20	394.27	22.17
 Citra lenna.png Disisipi dengan <i>threshold</i> 30	871.09	18.73

Tabel 6. Pengujian Penyisipan pada Frekuensi Tinggi

Citra Cover Disisipi Watermark pada Frekuensi Tinggi	
 Lenna.jpg	 Biskuit.jpg

Tabel 7. Uji Tahan Citra Terwatermark Dengan Menyisipkan Jumlah Bit Watermark Pada Frekuensi Rendah

Citra Hasil Enkripsi	Nilai MSE	Nilai PSNR
 Citra lenna.png Disisipi watermark pada 1 frekuensi rendah DFT	99.71	28.14
 Citra lenna.png Disisipi watermark pada 2 frekuensi rendah DFT	147.36	26.45
 Citra lenna.png Disisipi watermark pada 3 frekuensi rendah DFT	193	25.28

## 6. Kesimpulan dan Saran

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada citra terwatermark dapat ditarik kesimpulan bahwa citra terwatermark tahan terhadap serangan penambahan derau pada citra, screen capture, pencerahan citra, cropping citra, rotating, compressing citra hingga 50%. Namun dari hasil percobaan citra terwatermark tidak tahan terhadap perubahan ukuran gambar.

Untuk pengujian peyisipan nilai *threshold* dapat disimpulkan semakin besarnya nilai *threshold* yang disisipkan maka nilai PSNR dari citra terwatermark semakin kecil.

Untuk pengujian jumlah *threshold* yang disisipkan pada frekuensi rendah citra cover dapat disimpulkan bahwa semakin banyak *threshold* yang disisipkan maka nilai PSNR dari citra terwatermark semakin kecil.

### 6.2 Saran

Aplikasi Watermarking menggunakan metode DFT ini tidak tahan dengan serangan perubahan ukuran citra (*resize*). Untuk pengembangan selanjutnya diharapkan penambahan metode agar *watermark* lebih tahan terhadap perubahan ukuran citra.

Pada penelitian ini metode watermarking yang digunakan adalah metode *Discrete Fourier Transform 2 Dimensi*, tidak menuntut kemungkinan digunakan teknik lain yang lebih baik dalam proses enkripsi dan dekripsi citra watermark.

### Daftar Pustaka:

- Dobroczyński, Michal. 2006. *2D FFT Image Processing: measurements implementation, parallelization and computer architecture*. Tersedia: <http://covil.sdu.dk/publications/MDobroczyński2DFFT2006.pdf>. [25 April 2015]
- Halim, C. Arianto. 2010. *Perancangan Program Simulasi Voice Recognition Untuk Identifikasi Menggunakan Algoritma FFT dan Divide And Conquer*. Tersedia: <http://library.binus.ac.id/eColls/eThesiscoll/Bab2/2010-2-00425-MTIF%20%20bab%202.pdf>. [18 April 2015]
- Hidayat, Risanuri. *Dari DFT Menjadi FFT*. Tersedia: <http://te.ugm.ac.id/~risanuri/isyaratssystem/Dari%20DFT%20menjadi%20FFT.pdf> [18 April 2015]
- Lestari, Rima. 2012. *Analisis dan Perancangan Perangkat Lunak Kompresi Citra Menggunakan Algoritma Fast Fourier Transform (FFT)*. Tersedia: <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjABahUKewiGx5K mz4PGAhWwjtsKHY-vAEw&url=http%3A%2F%2Fjurnal.usu.ac.id%2Findex.php%2Falkhwarizmi%2Farticle%2Fd>

- ownload%2F501%2F265&ei=KGN3VYaTDrCd7gaP34LgBA&usq=AFQjCNH9b31vtswBePtGM4C6dU0p27APXQ&sig2=zq523YZBOtR8YIx6Zp2j1A&bvm=bv.95039771,d.ZGU&cad=rja. [8 April 2015]
- Male, G. M. 2012. *Analisa Kualitas Citra Pada Steganografi Untuk Aplikasi e-Government*. Tersedia: <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-19962-paper.pdf> [22 Mei 2015]
- Munir, Renaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital*. Tersedia: <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Buku/Pengolahan%20Citra%20Digital/> [3 Mei 2015]
- Muttoo, S. K. 2012. *A Robust Source Coding Watermark Technique Based On Magnitude DFT Decomposition*. Tersedia: <http://bvicam.ac.in/bijit/downloads/pdf/issue8/05.pdf>. [26 Maret 2015]
- Riyanto, Sugeng. 2009. *Algoritma Fast Fourier Transform (FFT) Decimation In Time(DIT) Dengan Resolusi 1/10 Hertz*. Tersedia: [http://eprints.uny.ac.id/12225/1/31\\_Fis\\_Sugeng.pdf](http://eprints.uny.ac.id/12225/1/31_Fis_Sugeng.pdf). [27 April 2015]
- Russ, John C. and Russ, Christian J. 2008. *Introduction to Image Processing and Analysis*. London: CRC Press. Tersedia: <https://books.google.co.id/books?id=RAPOBQAAQBAJ&pg=PA140&lpq=PA140&dq#v=onepage&q&f=true>. [4 April 2015]
- Russ, John C. 2011. *Image Processing Handbook Sixth Edition*. London: CRC Press. Tersedia: <http://www.physics.uoguelph.ca/~dutcher/download/John%20C.%20Russ%20-%20The%20Image%20Processing%20Handbook.pdf>. [11 April 2015]
- Susilawati, Indah. 2009. *Teknik Pengolahan Citra*. Tersedia: <https://meandmyheart.files.wordpress.com/2009/09/kuliah-7-transformasi-fourier.pdf>. [8 April 2015]
- Wolberg, George. 1988. *Fast Fourier Transform: A Review*. Tersedia: [http://academiccommons.columbia.edu/download/fedora\\_content/download/ac:142809/CONTENT/cucs-388-88.pdf](http://academiccommons.columbia.edu/download/fedora_content/download/ac:142809/CONTENT/cucs-388-88.pdf) [28 Maret 2015]
- Ye, Rui. 2013. *Image Watermarking using Chaotic Watermark Scrambling and Preceptual Quality Evaluation*. Tersedia: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00861068/document> [1 Maret 2015]
- Zhou, Huiyu., et all. 2010. *Digital Image Processing: Part I*. Tersedia: <http://www.zums.ac.ir/files/research/site/ebooks/electrical-electronic-engineering/digital-image-processing-part-one.pdf> [9 Mei 2015]
- \_\_\_\_\_. 2010. *Digital Image Processing: Part II*. Tersedia: <http://www.zums.ac.ir/files/research/site/ebooks/electrical-electronic-engineering/digital-image-processing-part-two.pdf>. [9 Mei 2015]