

# PENYISIPAN DATA TEKS DALAM CITRA BERBENTUK CIRCULAR UNTUK KAWASAN ALIHRAGAM FOURIER

## FOURIER FORM CIRCULAR TO INSERTING IMAGE WITH TEXT IN THE FOURIER TRANSFORM

Muhammad Kusban

---

Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

### ABSTRAK

*Penyebaran data digital yang berkembang saat ini memiliki satu tujuan penting dan satu persoalan besar. Tujuannya adalah hasil dan mutu reproduksi yang sama persis dengan aslinya, sehingga dimungkinkan sekali penggandaan dalam skala besar. Persoalannya adalah pengguna yang tidak sah dapat menggandakan dan menyebarkan sendiri untuk keuntungan pribadi tanpa dapat dicegah atau dilacak. Untuk itu diperlukan suatu metode agar penyebaran data masih dapat menjaga data pemilik yang sah masih tersimpan yang nantinya bila terjadi delik pengaduan, data digital yang digandakan mengandung bukti kepemilikan yang sah. Teknik watermarking adalah suatu bentuk proteksi copyright dengan menambahkan 'mark' berupa data bit atau data citra yang disisipkan dalam data digital. Bila terjadi penggandaan, mark ikut terbawa pula dalam data penggandaan tersebut. Simulasi Matlab untuk teknik watermarking dalam kawasan alihragam Fourier,  $R=100$  dan  $\text{Alpha}=5.000$  untuk citra ukuran  $256 \times 256$  piksel dengan mark berbentuk data teks yang disusun dalam bentuk circular akan dapat dihasilkan kembali teks yang disisipkan di dalamnya.*

**Kata kunci:** watermarking, mark, and circular

### ABSTRACT

*Nowadays digital data distribution has two main constraints, firstly, how to obtain the identical quality and result of the reproduction data as the original one. Secondly, the unauthorized user may copy and reproduce it to his own*

*untraceable benefit and even uncontrolled. A specific method is then required in order to make in such a way that the data reproduction is still an image of the owner, which has the copyright. In the case of complaints occur, the reproduced digital data can be used as the reference of the authorized owner. The watermarking technique is a method to protect copyright by adding 'mark' in the form of a bit or an image inserted into digital data (original image). When the reproduction conducted, the mark will be still inside and intact in the copy. Matlab simulation for watermarking technique in the Fourier transform, R is 100 and Alpha is 5.000 for images 256x256 pixel with mark in the form of text and format circular, it will produce text that inserted in the images.*

**Key words:** *watermarking, mark, and circular*

## PENDAHULUAN

Era perkembangan teknologi sekarang ini yang diiringi dengan penyebaran informasi menyebabkan transfer data digital menjadi rancu. Satu sisi menghendaki penyebaran dengan kualitas sama baiknya dengan asli berjalan dengan cepat tanpa hambatan. Satu sisi lainnya menghendaki hanya orang yang memiliki 'akses' atau memiliki 'ijin' yang dapat menggunakannya.

Seiring dengan perkembangan internet, penyebaran data digital-pun juga memanfaatkan jasa internet. Pemilik data digital menyebarkan 'barang dagangannya' melalui situs internet yang mudah diakses dan terbuka untuk umum yang selanjutnya di-load sebagai bentuk *sample* (data digital versi demo). Kejadian demikian, oleh pengguna nakal, di-load dihilangkan pengaman versi demonya dan menyebarkan atau dijual ke pihak lain tanpa ijin pemilik yang sah.

Berbagai upaya dilakukan untuk memberikan pengaman bagi data digital yang disebarkan. Penggunaan *password*, misalnya, telah menjadi kebutuhan pokok setiap program. Tetapi oleh *hacker*, sekali program tersebut dapat dijebol (*di-crack*) maka program tersebut menjadi program yang bebas. Bentuk pengaman lainnya semisal penggunaan *finger printing*, *public key*, *compressed*, dan *authority* dirasa menghambat bagi *user* untuk menggunakan versi demo sehingga bentuk pengaman tersebut jarang digunakan untuk penyebaran data digital pada umumnya. Perkembangan bentuk pengaman data digital selanjutnya dengan menggunakan penyisipan data ke dalam data digital yang hendak disebarkan. Data yang digunakan untuk penyisipan ini dapat berupa serangkaian bit, karakter, dan citra. Sedangkan data digital yang dapat disisipi antara lain [Delp: 1999]: program, VCD, DVD, MP3, dokumen, dan citra. Bentuk dan proses pengamanan data demikian sering disebut dengan proses *watermarking* atau teknik *watermarking*.

Tujuan utama penggunaan pengamanan dengan teknik *watermarking* yaitu penyebaran data digital seluas-luasnya (via internet) sebagai versi demo. Tetapi bila ada yang melanggar ketentuan ini dengan menyebarkan versi demo maka bila dituntut ke pengadilan, pemilik sah dapat mengekstrasi sisipan datanya, sehingga kebenaran terungkap dalam persidangan, di mana selama ini dengan menggunakan metode pengaman lama, pemilik sah sulit mengemukakan keaslian atau keabsahannya. Dengan teknik *watermarking* setiap data digital yang didistribusikan memiliki kandungan pemilik sah seperti tulisan 'pemiliknya muhammad kusban' atau bentuk citra seperti 'logo ums', sehingga dengan adanya pengaman *watermarking* ini, setiap *user illegal* atau pembajak *software* akan berpikir berulang kali dalam memanfaatkan data digital yang ti-dak sah.

Beberapa metode transformasi dapat digunakan untuk menyisipkan data ke dalam data digital, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Untuk data citra yang hendak disisipkan memiliki keterbatasan ukuran maksimal (seukuran citra penyisip), sedangkan untuk data teks yang hendak digunakan sebagai sarana sisipan dalam data digital memiliki keterbatasan jumlah teks beserta posisi dalam menyisipkannya. Panjang pendeknya konversi karakter ke bentuk bit sehingga dapat disisipkan dalam lingkup nilai matrik, juga mempengaruhi besar kecilnya jumlah karakter yang dapat disisipkan dalam citra ukuran tertentu.

## 1. Informasi Dalam Sinyal

Hal penting dari pemrosesan sinyal (*digital signal processing*) adalah memahami bagaimana informasi dimasukkan dalam sinyal. Ternyata, terdapat banyak cara informasi itu dimasukkan dalam sinyal. Kejadian ini benar, bila sinyal tersebut buatan manusia, seperti: AM, FM, dan PM. Daftar tersebut akan semakin panjang seiring dengan kemajuan teknologi. Untungnya, hanya ada dua cara umum bagi informasi tersebut untuk dihadirkan dalam bentuk kejadian sinyal secara alami, yaitu dihadirkan dalam kawasan waktu (*time domain*) dan dalam kawasan frekuensi (*frequency domain*).

Informasi yang dihadirkan dalam kawasan waktu menggambarkan saat terjadinya sesuatu dalam rentang waktu serta besarnya amplitudo yang terjadi. Misalnya, pengukuran sinar matahari. Output cahaya diukur dan direkam sekali tiap detik. Masing-masing *sample* dalam sinyal menunjukkan apa yang terjadi ketika itu dan *level* kejadiannya. Bila terjadi *solar flare*, sinyal langsung menyediakan informasi pada waktu kejadiannya, *durasi*, dan perkembangannya seiring dengan berjalannya waktu. Tiap *sample* berisi informasi yang dapat diterjemahkan tanpa mengacu *sample* lainnya (*sample* satu berdiri sendiri terhadap *sample* lainnya).

Sebaliknya, informasi yang dihadirkan dalam kawasan frekuensi bersifat tidak langsung. Untuk memahami kejadian tidak langsung ini, perlu memahami peristiwa sesaat dan harmonik. Dalam banyak hal, kejadian alam memperlihatkan kejadian periodik, misalnya, gelas anggur berdenting saat dipegang yang artinya timbul vibrasi; pendulum jam kuno bergerak kesana kemari; bintang dan planet berputar di sumbu dan saling mengelilingi satu sama lain. Dengan mengukur frekuensinya, fase (*phase*), dan amplitudo (*amplitude*) dari gerakan periodik tersebut, informasi dapat diperoleh misal, pencuplikan (*sampling*) suara yang dihasilkan gelas. Frekuensi mendasar dan harmonik dari vibrasi periodik berhubungan dengan massa dan elastisitas bahan. *Sample* tunggal akan tidak memberikan informasi perihal gerakan periodik. Informasi dihasilkan dengan mempertautkan banyak *sample* di dalamnya.

## 2. Prinsip Transformasi Fourier

FT menguraikan sinyal ke fungsi eksponensial kompleks dalam frekuensi berbeda. Dengan ini, dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-j\pi ft} dt \quad (a) \tag{1}$$

$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} X(f) \cdot e^{j\pi ft} df \quad (b)$$

Dalam persamaan ini,  $t$  untuk *time*,  $f$  untuk frekuensi, dan  $x$  menyatakan sinyal saat itu. Perhatikan  $x$  menyatakan sinyal dalam *time domain* dan  $X$  menyatakan sinyal dalam *frequency domain*. Konvensi ini digunakan untuk membedakan dua representasi sinyal. Persamaan (1a) disebut *fourier transform* dari  $x(t)$ , dan persamaan (1b) digunakan untuk *invers fourier transform* dari  $X(f)$  yang dinyatakan  $x(t)$ . Prinsip dari persamaan ini: adalah untuk persamaan (1a), sinyal  $x(t)$  dikalikan dengan eksponensial, ‘dengan frekuensi  $f$  tertentu’, dan kemudian diintegrasikan semua perkalian itu. Kata kunci terletak pada perkalian semuanya. Bilangan kompleks yang ada dalam persamaan (1), dapat diuraikan menjadi bentuk berikut.

(2)

Ekspresi ini memiliki bagian real dari cosinus atas frekuensi  $f$  dan bagian bagian imajiner dari Sinus atas frekuensi  $f$ , sehingga apa yang sebenarnya dilakukan adalah mengalikan sinyal asli dengan ekspresi kompleks yang memiliki sinus dan cosinus atas frekuensi  $f$ . Langkah berikutnya adalah mengintegrasikan

hasil perkalian itu. Dengan kata lain, menambahkan semua item dalam perkalian itu. Bila hasil dari integrasi itu adalah berharga sangat besar, maka dikatakan: bahwa sinyal  $x(t)$  memiliki komponen *dominant spectral* di frekuensi  $f$ . Artinya, bagian utama dari sinyal ini dikomposisikan atas frekuensi  $f$ . Tetapi bila hasil integrasi bernilai kecil, berarti sinyal tidak memiliki komponen utama atas frekuensi  $f$  di dalamnya. Dan bila hasil integrasi bernilai nol, maka sinyal dikatakan tidak memiliki frekuensi  $f$  sama sekali.

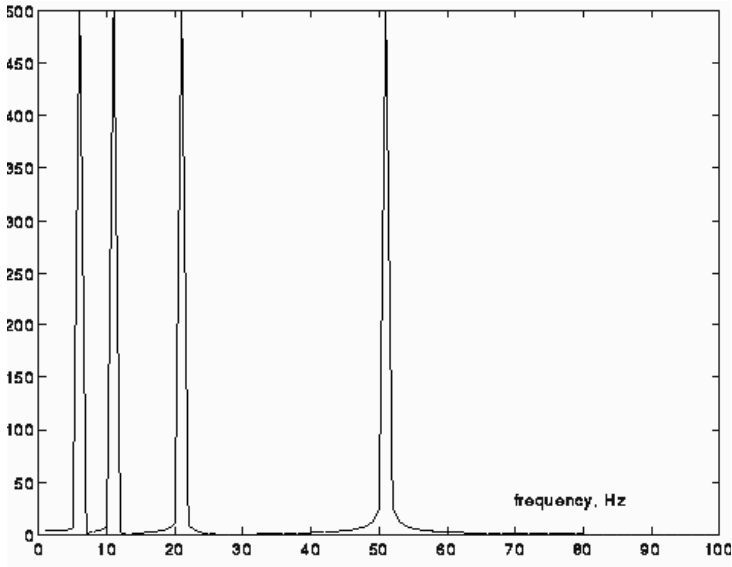
Selanjutnya dari persamaan tersebut akan mengindikasikan apakah komponen frekuensi ada atau tidak. Informasi ini *independent* di mana dalam *time* tertentu komponen frekuensi ini muncul sehingga perlu lebih dulu untuk mengetahui apakah sinyal yang akan dianalisa *stationary* atau tidak sebelum melangkah dengan FT. Misalnya:

$$x(t) = \cos(2\pi \cdot 5 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 10 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 20 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 50 \cdot t)$$

Memiliki empat komponen frekuensi 5, 10, 20, dan 50 Hz, semua terjadi sepanjang waktu.

Gambar 1 Sinyal yang Mengandung Empat Frekuensi yang Terjadi Berulang (Sinyal Harmonik)

Gambar 1 memperlihatkan bentuk FT-nya. Sumbu frekuensi telah di *cut* di sini, tetapi secara teoretis masih berlanjut hingga tak terbatas. Sebenarnya, ini merupakan bentuk *discrete fourier transform*, dengan ciri-ciri sumbu frekuensi bergerak hingga sedikitnya dua kali *sampling* sinyal frekuensi dan sinyal ditransformasikan dalam cara simetrik.



Gambar 2 *Fourier Transform*

### 3. Image di Matlab

Dasar struktur data di Matlab adalah array yang berisikan elemen bilangan real atau kompleks. Objek ini cocok untuk mewakili *image*, *real-valued*, disusun atas *color* atau intensitas data.

Matlab menyimpan *image* tersebut dalam *array* dua dimensi (yaitu matriks), dimana tiap elemen matriks itu berhubungan dengan *pixel* tunggal dalam *image* yang tampil. *Pixel* atau *picture* elemen menyatakan dot tunggal dalam display komputer. Bila *image* tersusun atas 200 baris dan 300 kolom dot matriks akan disimpan di matlab sebagai matriks 200 x 300. Untuk RGB menggunakan 3-D yang mana dimensi kesatu untuk *red*, kedua untuk *green pixel intensity*, dan dimensi ketiga untuk *blue pixel intensities*.

Dengan demikian, bekerja dengan *image* mirip bekerja dengan data matriks dan matlab dapat mengerjakan persoalan itu dengan mudah. Misalnya ingin mengambil *pixel* tunggal dari *image* matriks menggunakan matriks normal.

## METODE PENELITIAN

Beberapa citra diubah ke bentuk digital, dikumpulkan menjadi satu file (file dengan ekstensi .m). Selanjutnya dengan program Matlab 6.0, simulasi *watermarking* dilakukan atas file tersebut.

Bahan atau data penelitian berisi lima citra, dengan ukuran 256x256. Proses *watermarking* dilakukan dengan memilih salah satu citra untuk digunakan sebagai citra asli, dan satu citra lainnya yang digunakan sebagai citra *mark*.

## HASIL PENELITIAN

Ujicoba dilakukan untuk mendapatkan sisipan teks dengan benar seperti teks yang dimasukkan dalam tiap citra. Ujicoba untuk mendapatkan nilai R, Alpha, dan jumlah karakter yang tepat dalam citra ukuran 256x256.

### 1. Penentuan Nilai R

Dengan cara *trial and error* dicoba mencari nilai R yang seoptimal mungkin. Pertama dengan memberikan nilai R= 10 dan alpha= 1.000, dan data teks= teknik elektro. Terlihat bahwa hasil ekstraksi untuk mendapatkan data teks kembali dari gambar *watermarking* adalah berupa tanda '!!' serta dimensi matriks belum sesuai. Dengan cara yang sama, hasil simulasi terlihat dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai R dalam Menentukan Jarak Radius *Circular* Data Teks untuk Citra dengan Ukuran 256x256

Data teks yang disisipkan = teknik elektro				
R	Panjang teks	Panjang bit	Hasil ekstraksi	Kesalahan
10	14	84	!!	Dimensi matriks
25	14	84	!!!!!!	Dimensi matriks
50	14	84	!!!!4!!!!!!!!!!	Dimensi matriks
75	14	84	!!4!!!!!!!!!!!!!!u!!!!!!	Dimensi matriks
100	14	84	!g!!!!!!!!!!4244.!0!!!!!!!!k!0!i!!s!	105
125	14	84	!w!!!!!!!!!!!!!!hr!9!!!3!4!c!,?z!h!!!! b	Dimensi matriks

Terlihat dari tabel tersebut, pada kondisi nilai R di sekitar 100 kesalahan berada dalam bentuk nilai. Jadi, tidak lagi kesalahan dalam bentuk dimensi matriks sehingga nilai R berada dalam kisaran 100.

## 2. Penentuan Nilai Alpha

Bentuk tampilan keluaran data teks yang ada dalam citra *watermarking* memiliki format yang lain dari masukannya, misalnya untuk  $R=50$ , dan  $\text{Alpha}=1.000$ , dengan data teks yang dimasukkan adalah 'teknik elektro', menghasilkan keluaran '!!!!4!!!!!!!'. Dengan cara yang sama, hasil simulasi untuk menentukan nilai alpha terlihat dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2 Nilai-nilai Alpha yang Digunakan untuk Mengurangi Kesalahan Pembacaan Data Teks Berbentuk *Circular*

Data teks yang disisipkan = teknik elektro				
Alpha	Panjang teks	Panjang bit	Hasil ekstraksi	Kesalahan
2000	14	32	tg!!!!ce!!ou3oe,j ,?d0j,l b . b	52
3000	14	32	tek!!kaeluktroe jb hjh 9	18
4000	14	32	teknik elektroa h	2
5000	14	32	teknik elektro	0
6000	14	32	teknik elektro	0
7000	14	32	teknik elektro	0
8000	14	32	teknik elektro	0
9000	14	32	teknik elektro	0
10000	14	32	teknik elektro	0
11000	14	32	teknik elektro	0
12000	14	32	teknik elektro	0

Tabel 2 tersebut menunjukkan bahwa, pada kondisi nilai Alpha di sekitar 5.000 ke-atas tidak memiliki kesalahan (kesalahan = 0) dan hasil ekstrasi untuk mendapatkan data teks kembali telah memberikan bentuk yang sama dengan data teks yang disisipkan (data teks yang disisipkan dalam citra = tek-nik elektro. Data teks hasil ekstrasi dari citra *watermarking* = teknik elektro).



### 3. Penentuan Jumlah Karakter

Hasil simulasi, data teks = 'teknik elektro universitas muhammadiyah' dengan panjang karakter 40 termasuk spasi memberikan hasil yang salah. Bentuk kesalahan ini dapat ditelusuri dengan melihat bentukan data teks *circular* yang terjadi dalam citra 256x256. Diusahakan data teks tersebut tidak saling bertabrakan dalam keempat kwadran *circular*. Untuk data teks yang ti-dak optimal masih memberikan bentuk *circular* tidak sempurna, tetapi dengan data teks yang melebihi kapasitas memberikan hasil simulasi yang salah.

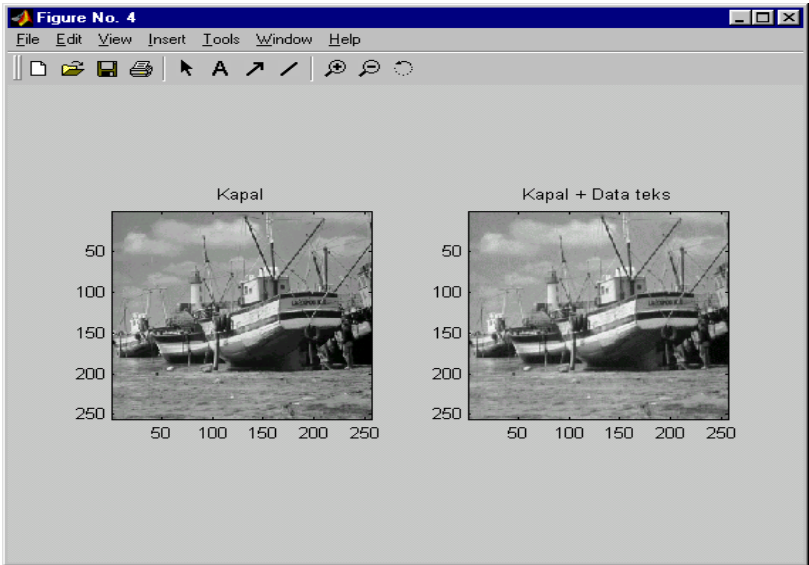
Panjang total 32 karakter merupakan nilai yang dipilih untuk menyisipkan data teks ke dalam suatu citra ukuran 256x256. Misalnya untuk ujicoba dengan R=100, Alpha=5.000, dengan data teks 'dalam jiwa sehat ada tubuh sehat', didapatkan hasil sebagai berikut.

```
msg =
dalam jiwa sehat ada tubuh sehat
ans =
Kapal
len =
32
bin_msg =
Columns 1 through 13
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0
Columns 14 through 26
0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0
Columns 27 through 39
1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1
Columns 40 through 52
0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 1
Columns 53 through 65
1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
Columns 66 through 78
0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1
Columns 79 through 91
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
Columns 92 through 104
1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Columns 105 through 117
0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0
Columns 118 through 130
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1
Columns 131 through 143
0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1
```

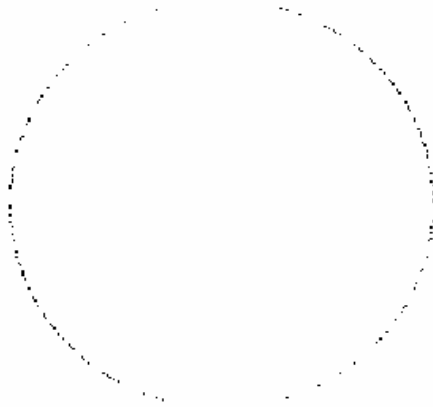
```

Columns 144 through 156
  0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0
Columns 157 through 169
  0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0
Columns 170 through 182
  0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0
Columns 183 through 192
  0 0 0 1 0 1 0 1 0 0
len =
  192
hasil =
dalam jiwa sehat ada tubuh sehat
len =
  192
final_text =
dalam jiwa sehat ada tubuh sehat
len =
  32
len =
  32
bit_error =
  0

```



Gambar 3. Tampilan Kapal Asli dengan Kapal yang Telah Disisipi Data Teks Sebesar 32 Karakter dengan Bentuk ‘dalam Jiwa Sehat Ada Tubuh Sehat’



Gambar 4. Tampilan *Circular* Data Teks dengan Karakter 'dalam Jiwa Sehat Ada Tubuh Sehat' Sebanyak 32 Karakter Merupakan Jumlah Optimal untuk Penyisipan dalam Citra Ukuran 256x256

## SIMPULAN

Nilai R atau besarnya jari-jari yang cocok untuk membuat bentuk *circular* yang berisi data teks (telah diubah ke format bit) adalah 100 piksel untuk citra berukuran 256x256. Nilai R tersebut dikalikan dengan suatu konstanta yang dinamakan Alpha dengan besar 5000 piksel ke atas. Ini artinya, setelah terbentuk *circular* (lingkaran yang dipecah menjadi 4 kwadran, dengan sudut berangkat dari sumbu X) dengan menggunakan nilai R, perlu diperkuat nilai data yang ada di garis *circular* tersebut dengan nilai konstanta tertentu (Alpha) agar dapat bertahan terhadap pengaruh transformasi Fourier dan kebalikannya.

Dengan adanya pembatasan data bit (satu karakter diubah ke dalam 6 bit) untuk keempat kwadran *circular* dalam citra 256x256, jumlah maksimal data teks yang dapat disisipkan adalah 32 karakter ( $6 \text{ bit} \times 32 \text{ karakter} = 192 \text{ bit}$ ).

Dengan menggunakan nilai  $R = 100$ ,  $\text{Alpha} = 5000$ , dan jumlah karakter maksimal 32, didapatkan bentuk citra *watermarking* yang sesuai (mirip) dengan citra aslinya. Untuk citra yang berukuran di atas 256x256, memiliki jumlah R, Alpha, dan jumlah karakter yang berbeda.

Dari kelima ujicoba citra yang berbeda, didapatkan hasil antara citra *watermarking* (citra asli yang telah disisipi data teks) memiliki kemiripan yang hampir tidak dapat dibedakan dengan citra asli (citra yang belum mendapat sisipan data teks) secara visual.

## DAFTAR PUSTAKA

- Delp, Edward J. 1999. *Watermarking: What is the Future?*. West Lafayette: Purdue University School of electrical and Computer Engineering.
- Image Processing Toolbox. 2000. *Image Processing Toolbox: User's Guide Version 2'*, the MathWorks, Inc.
- Licks, Vinicius, 1999. *On Digital Image Watermarking Robust to Geometric Transformations*, B.S. Brasil: Control Engineering, Pontificia Universidade Catolica.
- Meerwald, Peter. 2001. *Digital Image Watermarking in the Wavelet Transform Domain*, diplomarbeit, zur Erlangung des Diplomgrades an der Naturwissenschaftlichen Fakultät Salzburg.
- Nphaze Boys. 2000. BSCITS: The Britney Spears Covert Information Transmission System, [www.the\\_nphaze\\_boys.com](http://www.the_nphaze_boys.com).