METODE WATERMARKING UNTUK PENYISIPAN INDEKS DATA PADA IMAGE MENGGUNAKAN HAAR TRANSFORMASI WAVELET

Maryanti[1], Nana Juhana, ST.[1], Manahan P.Siallagan S.Si, MT.[1]
1) Jurusan Teknik Informatika, FT, UNIKOM

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA
2004

ABSTRAKSI

Penting bagi seseorang untuk mampu menyisipkan indeks data atau informasi rahasia tanpa kunci spesifik, ketika data indeks disisipkan ke dalam *image digital*.

Dalam tugas akhir ini, metode yang digunakan untuk menyisipkan indeks data ke dalam *image* berwarna yaitu menggunakan *haar transformasi wavelet*. Metode ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada penurunan kualitas dari *image* dengan tidak menggunakan kunci spesifik tetapi memanfaatkan *haar transformasi wavelet*. Dan pengekstraksian dilakukan setelah proses penyisipan dari proses dekomposisi, sebelum image direkonstruksi kembali.

Kata kunci : *haar transformasi wavelet, digital watermarking, image digital ,* indeks data.

ABSTRACT

It is necessary for anyone to be able to embedded index data without specific keys, when index data are embedded into digital content.

In this final report, I propose a method for embedding index data into color images using *haar wavelet transform*. This method aim to know do there is degradation of quality of image without using specific key but utilizing *haar wavelet* transform and extracted is done after embedded process of decomposition process, before image re-reconstructed.

Keywords : *haar wavelet transform, digital watermark, image digital ,* index data.

1.Pendahuluan

Pada tahun-tahun terakhir ini *digital watermarking* telah banyak dimanfaatkan baik itu dalam melindungi sound digital, text digital, video digital, *image* digital dan lainnya. Digital *watermarking* adalah suatu teknik untuk meyisipkan data ke dalam [muatan/indeks] digital. Sebagian dari metode *watermarking* bertujuan untuk melindungi hak cipta dari pemakaian yang tidak seharusnya.

Metode watermarking umumnya membutuhkan kunci yang spesifik untuk dapat menambah kekokohan *(robustness)* dan menjaga penurunan kualitas citra. Tidak sama dengan *watermark* untuk perlindungan hak cipta, kita mempertimbangkan pemakaian suatu *watermark* untuk menyisipkan indeks data, dimana indeks data berarti memo yang dapat dibaca oleh seseorang, sebagai contoh suatu tempat dan tanggal ketika suatu foto digital telah diambil.

Keuntungan menyisipkan indeks data ke dalam *image* sebagai berikut: jika indeks data diletakkan pada header dari format *image*,

Easy PDF Creator is professional software to create PDF. If you wish to remove this line, buy it now.

indeks data akan terhapus oleh konversi format. Tetapi indeks data yang disisipkan ke dalam sebuah *image* dengan *watermarking* tidak akan terhapus oleh konversi format. Kemudian indeks data ini hanya bisa dilihat oleh orang-orang yang mengetahui kunci spesifik untuk kemudian indeks data itu diekstrak. Maka itu perlu *watermark* untuk menyisipkan indeks data yang tidak memerlukan kunci spesifik sehingga seseorang dapat meng-ekstraks indeks data. Sebagai tambahan, jumlah indeks data yang disisipkan lebih besar dari informasi hak cipta.

Dengan begitu banyak metode *watermark* yang diperkenalkan untuk perlindungan hak cipta tidak sesuai untuk menyisipkan indeks data, sebab mereka memerlukan kunci spesifik dan tidak cukup menyisipkan sejumlah data. Meskipun beberapa metode *watermarking* untuk melindungi hak cipta tidak mempunyai kunci spesifik, mereka tidak bisa menyisipkan sejumlah data. *Haar Transformasi wavelet* menguraikan suatu *image* asli ke dalam empat subband dan masing-masing subband dapat digunakan untuk suatu tujuan yang tepat.

2. Haar Transformasi Wavelet

Citra asli V dengan M x N piksel didekomposisi menjadi empat subband menjadi LL_1, LH_1, HL_1 *dan* HH_1 dengan menggunakan *Haar transformasi wavelet*. Komponen dari LL_1, LH_1, HL_1 dan HH_1 secara matematis untuk transformasi *wavelet* dengan filter *Haar* (Daubechies orde 1) dihasilkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [6]:

$$ll_1(x,y) = \frac{1}{4}\sum_{i=0}^{1}\sum_{j=0}^{1} v(2x+i,2y+j)$$

$$lh_1(x,y) = \frac{1}{4}\sum_{i=0}^{1} v(2x+i,2y) - \frac{1}{4}\sum_{i=0}^{1} v(2x+i,2y+1)$$

$$hl_1(x,y) = \frac{1}{4}\sum_{j=0}^{1} v(2x,2y+j) - \frac{1}{4}\sum_{j=0}^{1} v(2x+1,2y+j)$$

$$hh_1(x,y) = \frac{1}{4}\begin{Bmatrix} v(2x,2y)+v(2x+1,2y+1) \\ -v(2x+1,2y)-v(2x,2y+1) \end{Bmatrix}$$

$$\left[0 \le x \le \frac{M}{2}, 0 \le y \le \frac{N}{2}\right]$$

Dimana $v(x,y)$ merupakan nilai pixel pada koordinat (x,y)pada citra V. Sedangkan $ll_1(x,y)$, $lh_1(x,y)$, $hl_1(x,y)$, dan $hh_1(x,y)$ secara berturut-turut adalah komponen pada koordinat (x,y) dari LL_1, LH_1, HL_1 dan HH_1. *LL* merupakan setengah resolusi dari citra asli. *LH* merupakan *subband* detail horizontal, *HL – subband* detail vertical, *HH – subband* detail diagonal. LL_1 selanjutnya didekomposisi menjadi empat subband LL_2, LH_2, HL_2 dan HH_2. Operasi ini dapat diulang sampai *LL* sama dengan 1 x 1.

3.Penyisipan Indeks Data

Misalkan indeks data yang akan disisipkan ke dalam citra berwarna yang mempunyai ukuran M x N piksel, merupakan sebuah rangkaian bit biner (0 dan 1) dengan panjang L, $\{\omega_k\} \quad (0 \le k < L)$

Pertama dengan menggunakan *Haar* transformasi *wavelet* pada citra pembawa (citra asli), akan didapatkan *subband* LL_2, LH_2, dan HL_2 Kemudian kita menghitung dengan menggunakan nilai luminance Y dari LL_2 sebagai berikut [6][1] :

$$y(x,y) = 0{,}3\frac{ll_2r(x,y)}{255} + 0{,}6\frac{ll_2g(x,y)}{255} + 0{,}1\frac{ll_2b(x,y)}{255}$$

dimana :

- $y(x,y)$ adalah nilai piksel pada koordinat (x,y) dari Y,
- $ll_2r(x,y)$ adalah nilai piksel dari koordinat (x,y) dari channel R pada ll_2,
- $ll_2g(x,y)$ adalah nilai piksel dari koordinat (x,y) dari channel G pada ll_2,
- $ll_2b(x,y)$ adalah nilai piksel dari koordinat (x,y) dari channel B pada ll_2.

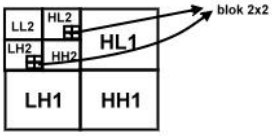
LH_2 dan HL_2 dibagi menjadi blok-blok 2x2 dan sisipkan ω_k ke dalam k-th blok 2x2 dalam LH_2 dan HL_2.

Misalkan LHB_k^r , LHB_k^g , LHB_k^b merupakan blok-blok ke *k-th* dan LH_2 yang berisi komponen warna dari R,G dan B. Dan [6]

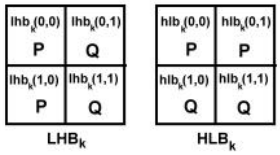
- LHB_k^c (0,0) adalah komponen pada kiri atas dalam $LHB_k^c \ (c \in \{r,g,b\})$,
- LHB_k^c (1,0) adalah komponen pada kanan atas dalam $LHB_k^c \ (c \in \{r,g,b\})$,
- LHB_k^c (0,1) adalah komponen pada kiri atas dalam $LHB_k^c \ (c \in \{r,g,b\})$,

Easy PDF Creator is professional software to create PDF. If you wish to remove this line, buy it now.

LHB_k^c (1,1) adalah komponen pada kanan atas dalam $LHB_k^c \left(c \in \{r,g,b\}\right)$,
Dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1



Gambar 2

$\sum_k^p$ adalah penjumlahan dari komponen-komponen pada blok-blok ke *k* dalam LH_2 dan HL_2 ditandai dengan "P" seperti yang terlihat pada gambar 2 dan $\sum_k^q$ adalah penjumlahan dari komponen-komponen pada blok-blok *k-th* dalam LH_2 dan HL_2 ditandai dengan "Q", sebagaimana persamaan berikut [6] :

$$\sum_k^p = \sum_{c\in\{r,g,b\}} \left[\sum_{j=0}^{1} lhb_k^c(0,j) + \sum_{i=0}^{1} hlb_k^c(i,0) \right]$$

$$\sum_k^q = \sum_{c\in\{r,g,b\}} \left[\sum_{j=0}^{1} lhb_k^c(1,j) + \sum_{i=0}^{1} hlb_k^c(i,1) \right]$$

Kemudian ω_k disisipkan dengan menggunakan hubungan kuantitatif antara $\sum_k^p$ dan $\sum_k^q$ dengan $\sum_k^p - \sum_k^q$ Tw Untuk ω_k =1 dan $\sum_k^q - \sum_k^p$ Tw untuk ω_k =0.

Dalam proses penyisipan indeks data selanjutnya, pertama kita menghitung nilai C_k yang merupakan perubahan pada $lhb_k(i,j)$ dan $hlb_k(i,j)$ dengan melibatkan Tw dimana $T\omega$ adalah nilai tresholding yang dimasukkan oleh pemakai (user), untuk membuat nilai absolut dari perbedaan antara $\sum_k^p$ dan $\sum_k^q$. C_k dihitung dengan [6]:

$$C_k = \begin{cases} T_\omega - \left(\sum_k^p - \sum_k^q\right), jika\ \omega_k = 1 \\ T_\omega - \left(\sum_k^q - \sum_k^p\right), jika\ \omega_k = 0 \end{cases}$$

Jika $C_k < 0$, maka $C_k = 0$.

Kemudian kita menghitung $R_k(i,j)$ yang merupakan perbandingan dari total jumlah dari nilai luminance $y_k(i,j)$ dari Y yang berkorespondensi dengan $lhb_k(i,j)$ dan $hlb_k(i,j)$. $R_k(i,j)$ dihitung dengan [6] :

$$R_k(i,j) = \frac{y_k(x,y)}{6\sum_{i=0}^{1}\sum_{j=0}^{1} y_k(i,j)}$$

Alasan kenapa kita membagi dengan 6 adalah karena C_k didistribusikan ke 6 blok, masing-masing yaitu *LHB* dan *HLB* dalam R, G, B subband LH'_2 dan HL'_2 dimana indeks data disimpan, dihasilkan dengan menggunakan $C_kR_k(i,j)$ dengan persamaan sebagai berikut [6] :

Jika ω_k =1 maka :

$$lhb'_k(i,j) = \begin{cases} lhb_k(i,j) + C_kR_k(i,j), & jika\ lhb_k(i,j) \in P, \\ lhb_k(i,j) - C_kR_k(i,j), & jika\ lhb_k(i,j) \in Q \end{cases}$$

$$hlb'_k(i,j) = \begin{cases} hlb_k(i,j) + C_kR_k(i,j), & jika\ hlb_k(i,j) \in P, \\ hlb_k(i,j) - C_kR_k(i,j), & jika\ hlb_k(i,j) \in Q \end{cases}$$

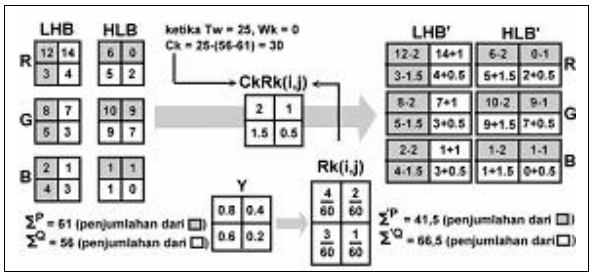
jika ω_k =0 maka :

$$lhb'_k(i,j) = \begin{cases} lhb_k(i,j) - C_kR_k(i,j), & jika\ lhb_k(i,j) \in P, \\ lhb_k(i,j) + C_kR_k(i,j), & jika\ lhb_k(i,j) \in Q \end{cases}$$

$$hlb'_k(i,j) = \begin{cases} hlb_k(i,j) - C_kR_k(i,j), & jika\ hlb_k(i,j) \in P, \\ hlb_k(i,j) + C_kR_k(i,j), & jika\ hlb_k(i,j) \in Q \end{cases}$$

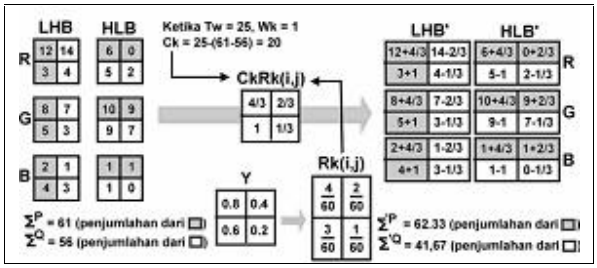
Alasan mengapa kita mendistribusikan C_k menggunakan $R_k(i,j)$ adalah bahwa perubahan dalam area dengan luminance rendah lebih jelas daripada dalam area dengan luminance tinggi [6] . Terakhir didapatkan citra dengan watermark menggunakan LH'_2 dan HL'_2 dengan invers transformasi *wavelet* (rekonstruksi *wavelet*).Gambar a dan gambar b dibawah ini merupakan contoh dari penyisipan yang telah diuraikan diatas. Dari metode yang diajukan, jumlah bit L yang dapat disimpan ke dalam citra dengan M x N piksel adalah [6]:

$$L = \frac{MN}{64}$$



Gambar a Contoh proses penyisipan menggunakan nilai numerik pada W_k = 0

Easy PDF Creator is professional software to create PDF. If you wish to remove this line, buy it now.



Gambar b Contoh proses penyisipan menggunakan nilai numerik pada $W_k = 1$

4. Proses Ekstraksi Indeks Data

Proses ekstraksi ini dilakukan setelah adanya proses dekomposisi dan proses penyisipan. Secara singkat proses ekstraksi indeks data adalah sebagai berikut :

1. Dari proses penyisipan akan didapat nilai LH_2 dan HL_2 yang baru, maka nilai P dan Q akan berubah.
2. Setelah proses (1) diatas, akan didapatkan $\omega_k \quad (0 \le k < L)$ dari blok ke *k-th* sesuai dengan persamaan berikut [6] :

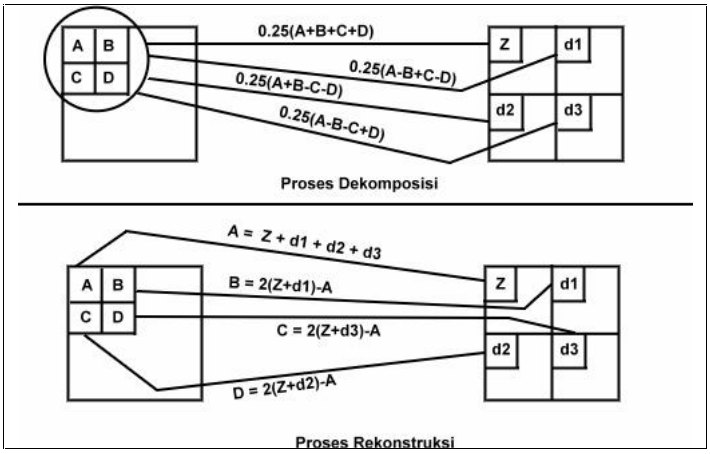
$$\omega_k = \begin{cases} 1, & if \quad \sum_k^p \ge \sum_k^q \\ 0, & if \quad \sum_k^p < \sum_k^q \end{cases},$$

3. Mengkonversi bit-bit biner dari ω_k yang telah diperoleh dari proses (2), sehingga akan didapat indeks data kembali.

5. Proses Invers Wavelet

Setelah *Image* didekomposisi dengan Haar *tansformasi wavelet* kemudian dilakukan penyisipan pada daerah LH_2 dan HL_2, proses selanjutnya mengembalikan dekomposisi haar menjadi sebuah image kembali (Rekonstruksi), secara singkat proses inversnya adalah :

1. Mengembalikan LL_2, HL_2, LH_2, dan HH_2 menjadi LL1, dengan cara Mengambil 1 piksel di LL_2, HL_2, LH_2, dan HH_2 dengan koordinat yang sama, begitu seterusnya sampai koordinat terakhir.
2. Mengembalikan LL_1, HL_1, LH_1, dan HH_1 menjadi *Image* kembali dengan cara yang sama seperti proses satu.



Gambar Proses Dekomposisi dan Rekonstruksi (Invers Haar)

6.Kriteria Pengujian

Untuk menentukan kualitas citra asal dengan citra terwatermark diperlukan suatu pengujian yang meliputi pengujian secara obyektif. Adapun pengujian pada tugas akhir ini adalah :

6.1 Pengujian Secara Obyektif

Parameter yang dijadikan kriteria pengujian adalah [[6]] :

1. Mean Square Error (MSE)

   MSE merupakan parameter yang mengukur error antara citra asli dengan citra rekonstruksi. Jika nilai MSE besar maka akan terjadi penurunan pada image, begitupun sebaliknya..

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{3MN} \sum_{C\in\{r,g,b\}} \sum_{i=1}^{MN} (ori_i^c - emb_i^c)^2}$$

2. Signal To Noise Ratio (SNR)

   SNR merupakan parameter yang mengukur kualitas citra dengan membandingkan citra rekonstruksi dan citra asli. Jika nilai SNR kecil maka kualitas image akan menurun, begitupun sebaliknya.

$$SNR = 20\log_{10} \frac{255}{MSE}$$

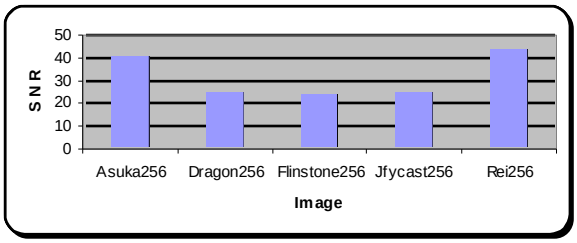
Keterangan :
M = tinggi citra
N = lebar citra
Ori = sample citra asli
emb= sample citra terwatermark / citra rekonstruksi

Easy PDF Creator is professional software to create PDF. If you wish to remove this line, buy it now.

7. Analisis Hasil Pengujian

7.1 Pengaruh Filter Haar terhadap Kualitas

Citra Rekonstruksi (tanpa disisipi Watermark) Pengaruh filter haar pada proses dekomposisi yang dilakukan terhadap parameter SNR tanpa disisipi *watermark* dapat dilihat pada grafik dibawah ini :

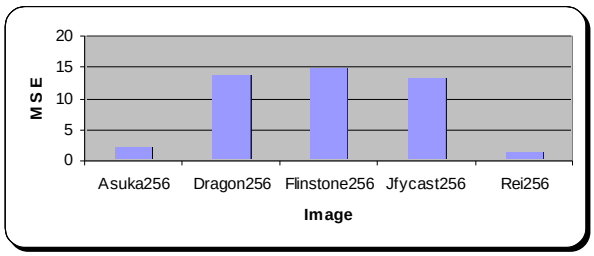


Grafik Perbandingan Nilai SNR terhadap Citra yang belum disisipi

Parameter SNR merupakan parameter yang mengukur kualitas citra dengan membandingkan citra rekonstruksi dengan citra asli. Semakin tinggi nilai SNR suatu citra rekonstruksi, maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut memiliki kualitas yang baik. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai SNR yang paling tinggi ada pada *Image Rei256* dan nilai SNR yang paling rendah ada pada *Image Flinstone256*.

Parameter MSE merupakan parameter yang mengukur error antara citra asli dengan citra rekonstruksi. Semakin besar nilai MSE maka semakin besar pula tingkat error yang terjadi. Hal ini terjadi dengan diikuti menurunnya nilai SNR. Sehingga dapat dikatakan nilai MSE kebalikan dari nilai SNR.

Untuk melihat pengaruh filter haar terhadap image yang belum disisipi pada nilai MSE, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Grafik Perbandingan Nilai MSE terhadap Citra yang belum disisipi

Pada gambar diatas nilai MSE pada *Image Rei256* mempunyai nilai paling kecil dan nilai MSE pada *image Flinstone256* mempunyai nilai paling besar. Jika kita lihat dari gambar diatas Ketika nilai SNR suatu image tinggi maka nilai MSE kecil, begitu juga sebaliknya, jika nilai SNR kecil maka nilai MSE pada citra rekonstruksi besar. Sehingga dapat dikatakan Nilai SNR berbanding terbalik dengan nilai MSE.

7.2 Pengaruh Besarnya Bit Watermark yang disisipkan Terhadap Parameter SNR dan MSE

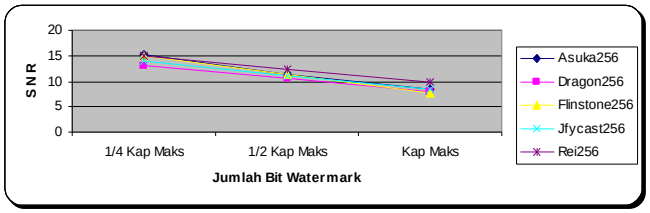
Pengujian ini dilakukan dengan mengubah jumlah bit dari teks yang akan disisipkan, yaitu kapasitas maksimum yang dapat disimpan, ¼ dari kapasitas maksimum dan ½ dari kapasitas maksimum. Jumlah maksimum bit yang akan disisipkan dapat ditentukan dengan persamaan

$$L = \frac{MN}{64}$$

.

Jadi untuk citra berukuran 128x128 adalah 256 bit, dan untuk citra berukuran 256x256 adalah 1024 bit.

Gambar dibawah ini memperlihatkan pengaruh banyaknya bit yang disimpan pada citra media.



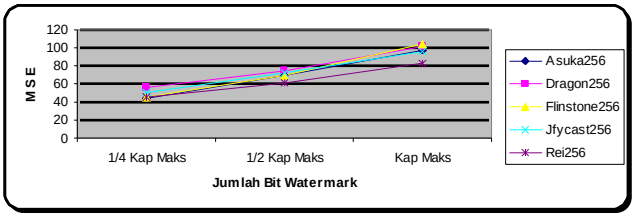
Grafik SNR citra rekonstruksi yang telah disisipi watermark dengan kapasitas maksimum, ½ dari kapasitas maksimum, dan ¼ dari kapasitas maksimum dengan nilai thresholding 1

Dari grafik diatas, kita dapat menyimpulkan nilai SNR akan berubah ketika jumlah bit yang kita sisipkan berbeda, yaitu semakin banyak bit-bit watermark yang disisipkan, maka nilai SNR dari citra terwatermark akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena banyaknya nilai koefisien transform yang berubah. Dengan semakin banyaknya nilai koefisien transform (nilai intensitas citra dari hasil dekomposisi dengan filter haar) yang berubah, maka akan

Easy PDF Creator is professional software to create PDF. If you wish to remove this line, buy it now.

semakin besar pula penurunan kualitas citra (yang dinyatakan dengan nilai SNR).

Pengaruh banyaknya bit watermark terhadap parameter MSE dapat dilihat pada gambar berikut :



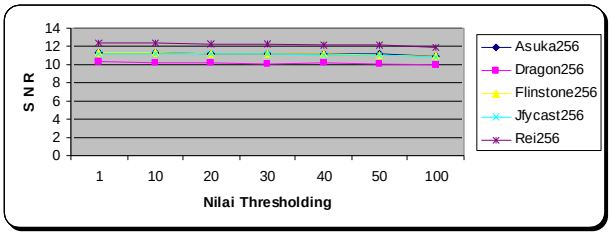
Grafik MSE citra rekonstruksi yang telahdisisipi watermark dengan kapasitas maksimum, ½ dari kapasitas maksimum, dan ¼ dari kapasitas maksimum dengan nilai thresholding 1

Dari Gambar diatas terlihat bahwa nilai-nilai MSE akan naik dengan semakin banyaknya bit watermark yang disisipkan. Dengan semakin besarnya nilai MSE berarti semakin besar pula penurunan kualitas citra. Hal ini disebabkan banyaknya nilai koefisien citra asli yang berubah setelah mengalami penyisipan bit *watermark*.

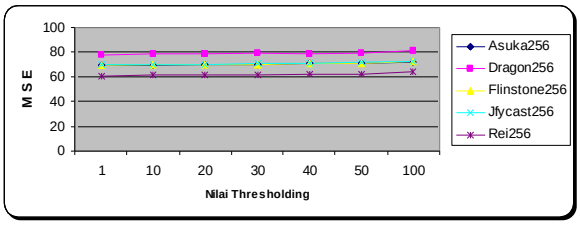
7.3 Pengaruh Nilai Threshholding (Tw) terhadap Parameter SNR dan MSE

Nilai thresholding berpengaruh pada perubahan *image watermark*, tetapi perubahannnya tidak dapat dilihat secara visual namun dapat dilihat dari perubahan nilai SNR dan MSE-nya.

Pengaruh nilai thresholding (Tw) terhadap parameter SNR dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Grafik Perbandingan SNR terhadap nilai thresholding pada citra yang telah disisipi dengan jumlah bit watermark ½ kapasitas maksimum.



Grafik Perbandingan MSE dengan nilai Thresholding pada citra yang telah disisipi dengan jumlah bit watermark½ kapasitas maksimum.

Dari gambar diatas terlihat ada perubahan nilai SNR dan MSE pada nilai thresholding (Tw) yang berbeda. Pada pengujian ini nilai Tw-nya adalah 1, 10, 20, 30, 40, 50, dan 100. Dalam menghitung nilai C_k (salah satu nilai yang digunakan untuk proses penyisipan) dibutuhkan nilai Tw, yang mana nilai Tw akan berpengaruh terhadap perubahan koefisien transform. Besarnya perubahan ini akan menyebabkan perbedaan antara nilai intensitas citra asli dan citra rekonstruksi. Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa nilai thresholding tidak terlalu sensitif terhadap nilai SNR dan MSE-nya.

8. Kesimpulan

Berdasarkan analisis diatas yang menunjukkan performansi citra hasil (citra+watermark) menggunakan *haar transformasi wavelet*, maka dapat disimpulkan :

1. Adanya penurunan kualitas dari image secara Visual.
2. Semakin besar jumlah watermark yang disisipkan, akan memberikan nilai SNR yang rendah dan nilai MSE yang tinggi.
3. Nilai thresholding tidak terlalu sensitif terhadap nilai SNR dan MSE.
4. Citra *Rei256* memiliki nilai SNR paling tinggi dan nilai MSE paling rendah, dan citra *Flinstone256* memiliki nilai SNR paling rendah dan nilai MSE paling tinggi.

Easy PDF Creator is professional software to create PDF. If you wish to remove this line, buy it now.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andriyano Devid, *Pembuatan Watermark dalam domain frekuensi pada channel RGB* , Insitut Teknologi Bandung 1999.
2. C. Sidney Burrus, Ramesh A, Gopinath Haitao Guo, *Introduction to Wavelet and Wavelet Transform*, Prentice Hall International 1998.
3. Gert Van De Wouwer, *Wavelet for Multiscale Texture Analysis*, Universitaire Instelling Antwerpen 1998.
4. Gonzales Rafael, Wintz Paul, *Second Edition digital Image processing*, Addison Wesley Publishing Company 1987.
5. Haryadi Ferdian, *Perancangan dan Implementasi Teknik Steganography pada citra digital dengan Metode DCT*, Jurusan Teknik Informatika STT Telkom Bandung 1998.
6. Iwata M., Shiozaki A., *Watermarking method for embedding index data into images utilizing features of Wavelet Transform*, IEICE Trans. Fundamentals 2001.
7. Polikar Robi, *Wavelet Tutorial*, Durham Computation Center 1996.
8. Stephani Mallat, *A Wavelet Tour of Signal Processing*, Academic Press 1999
9. Supangkat H Suhono., Kuspriyanto, Juanda, *Watermarking sebagai Teknik Penyembunyian Label Hak Cipta Pada Data Digital* , Departemen Teknik Elektro Insitut Teknologi Bandung 2000.

Easy PDF Creator is professional software to create PDF. If you wish to remove this line, buy it now.