

**ANALISIS PERFORMANSI VIDEO WATERMARKING DENGAN  
MENGUNAKAN  
METODE SPREAD SPECTRUM**

**Tasdik Darmana<sup>1)</sup>, Suyatno<sup>2)</sup>**

Email : [tdarmana@gmail.com](mailto:tdarmana@gmail.com)

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Elektro STT PLN Jakarta.

<sup>2)</sup> Akademi Telekomunikasi Sandy Putra Jakarta

**ABSTRAK**

Perkembangan teknologi informasi akhir-akhir ini mengalami peningkatan secara pesat. Peningkatan ini ditandai banyaknya penggunaan dan distribusi data multimedia. Pengguna internet secara global dapat mengakibatkan setiap orang memiliki kesempatan untuk mengakses *website-website* umum maupun pribadi untuk mendapatkan data yang diperlukannya, sehingga ditakutkan adanya kemungkinan duplikasi yang tidak sah ataupun menyalahgunakan kepemilikan *copyright*. Oleh karena itu dibutuhkan suatu system yang dapat melindungi adanya hal tersebut, sehingga dapat dilakukan suatu klaim bila suatu saat terjadi pelanggaran berupa penjiplakan dengan atau tanpa merubah karya aslinya. *Video watermarking* merupakan teknik untuk menyisipkan sedikit informasi yang menunjukkan kepemilikan ,tujuan atau data penting lain pada materi multimedia data video, tanpa mempengaruhi atau sedikit pengaruh pada kualitasnya. Salah satu metode video watermarking pada domain frekuensi adalah *spread spectrum*, yang analogi dengan metoda *spread spectrum* pada komunikasi *spread spektrum*, dan dimana penyisipan watermark dilakukan pada komponen frekuensi rendah dari video pembawa agar keberadaan watermark sulit untuk dideteksi dan bila dilakukan pengubahan untuk menghilangkan watermarknya akan mengurangi kualitas dari video tersebut. Dari hasil pengujian diperoleh nilai dari SNR untuk video hasil *watermaking* dapat mencapai 47.35dB dengan MSE yang mencapai  $2.466 \times 10^{-5}$  dan citra hasil deteksi yang memiliki koefisien korelasi mencapai 0.9963 serta nilai secara subjektif, *Mean Opinion Score* (MOS) yang menunjukkan kualitas *fine*.

Kata Kunci: *VideoWatermarking, Spread Spectrum*.

*Abstract*

*Recently, the growth of information technology's increasing rapidly. This growth is signed by a lot of use and distribution multimedia data. The use of internet, globally, give more chance to every people to access public websites or personal websites to get data they need. This access eventually can make invalid duplication and wrong way copyright. So,*

there is important to make a system that can protect the copyright or intellectual right, so we can claim the data if there is illegal way's like illegal copy with or without change the original data. Video watermarking is a technique to infiltrate some information that show belonging, goal or important data in multimedia data material, without change or less impact for quality. One of many methods of video watermarking on domain frequency is spread spectrum, similar with spread spectrum method in spread spectrum communication, and where watermark infiltration do on low frequency component from carrier video to watermark existing difficult to detect and there is a change to eliminate watermark will decrease quality of video. The result of testing we get value of SNR for watermarking video can reach 47.35 dB with MSE  $2.466 \times 10^{-5}$  and detecting image can reach 0.9963 of coefficient corelation, and subjective value, Mean Opinion Score (MOS), that show "fine" quality.

Keywords: VideoWatermarking, Spread Spectrum.

## PENDAHULUAN

Teknologi digital dan multimedia semakin berkembang dan menjadikan pertukaran informasi jarak jauh semakin mudah. Informasi yang dikirim dapat berupa informasi Video, citra, maupun audio. Dengan adanya kemudahan ini tentu saja setiap orang dapat secara bebas saling bertukar informasi yang mereka inginkan. Kemudahan ini menyebabkan diperlukannya suatu sistem keamanan yang dapat mengamankan informasi dari pihak-pihak yang tidak berkepentingan.

Salah satu teknik pengamanan terhadap informasi tersebut adalah *watermarking*, dimana teknik ini akan menyisipkan informasi digital yang menunjukkan kepemilikan, tujuan, atau data lain kedalam suatu materi multimedia tanpa mempengaruhi kualitasnya.

Salah satu teknik penyisipan watermark yang memiliki ketahanan terhadap distorsi sinyal dan usaha-usaha untuk menghilangkannya adalah *spread spectrum* yang ditempatkan pada

komponen sinyal yang secara perseptual dinyatakan signifikan.

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, maka masalah yang akan diteliti adalah :

1. Bagaimana menyisipkan *watermark* kedalam informasi video pembawa, dalam domain frekuensi rendah dengan menggunakan *spread spectrum*.
2. Bagaimana kualitas video yang di hasilkan setelah disisipkan informasi berupa image.
3. Bagaimana proses penyisipan *watermark* ini harus memiliki ketahanan terhadap pemrosesan sinyal secara digital yang terjadi pada video hasil *watermarking*.

Pada peneltian ini akan dibatasi pada beberapa batasan masalah, yaitu:

1. Video asli merupakan video warna dalam format Avi 24 bit dengan skema warna RGB.
2. Masalah teknik transmisi tidak dibahas dan adanya *noise* diabaikan.

3. *Watermark* yang digunakan merupakan *Citra Digital* dengan ukuran yang variable.
4. Citra digital yang digunakan sebagai *watermark* merupakan citra berformat *windows bitmap* (.bmp) 24 bit dengan skema warna RGB.
5. Pengujian keandalan video hasil *watermarking* dilakukan terhadap proses *dropping, resaciling, kompresi Indeo5, denoising*.
6. Keandalan video hasil *watermarking* diukur dari tingkat keberhasilan deteksi *watermarking*-nya.

Secara umum tujuan penulisan yang ingin dicapai dalam riset ini adalah:

1. merancang dan mengimplementasikan video *watermarking* menggunakan perangkat lunak yang dapat menyisipkan *watermark* dengan metode *spread spectrum*.
2. menguji kualitas video hasil *watermarking* dan citra *watermark* secara objektif dengan menggunakan nilai SNR, MSE dan Koefisien Korelasi.
3. menguji kualitas video hasil *watermarking* citra *watermark* secara subjektif berdasarkan *Mean Opinion Score* (MOS).

## DASAR TEORI

### Teori Dasar Video dan Citra Digital

Video pada dasarnya merupakan susunan dari beberapa *frame*, dan setiap *frame* pada video dianggap sebagai sebuah citra diam [3]. Citra itu sendiri dapat dinyatakan sebagai fungsi kontinu dari intensitas cahaya dalam bidang dua dimensi [8],  $f(x,y)$ ,  $x$  dan  $y$  menyatakan

koordinat ruang dan nilai  $f$  pada suatu koordinat  $(x,y)$  menyatakan kecerahan dan informasi warna citra. Secara matematis persamaan untuk fungsi intensitas,  $f(x,y)$  adalah :

$$0 < f(x,y) < \infty$$

(1)

### Video Watermarking

Penyisipan watermark pada video dapat dilakukan pada bagian *frame motion* dan/atau *motionless*, dan dua tipe penggunaan *watermark* yaitu, identik dan *independent watermark* [1]. Untuk menghindari adanya penghilangan *watermark* oleh *attacker*, maka penyisipan *watermark* dilakukan dengan menggunakan identik *watermark* pada bagian *frame motionless*.

Teknik *watermarking* dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu *watermarking* dalam domain spasial dan domain dalam domain frekuensi, Teknik *watermarking* dalam domain frekuensi lebih handal terhadap kompresi dan transformasi geometris dibandingkan teknik domain spasial [2].

### Transformasi Wavelet

Transformasi wavelet merupakan sebuah fungsi konversi yang dapat digunakan untuk membagi suatu fungsi atau sinyal kedalam komponen frekuensi yang berbeda, yang selanjutnya komponen-komponen tersebut dapat dipelajari sesuai dengan skalanya. Seperti dalam filtering, dilewatkan sinyal dalam domain waktu ke dalam filter *Highpass* dan *Lowpass*, yang memisahkan komponen frekuensi tinggi dan frekuensi rendah [2]. Wavelet merupakan sebuah fungsi variabel real  $t$ , diberi notasi  $\psi$ , dalam ruang fungsi  $L^2(R)$ . fungsi ini

dihasilkan oleh parameter dilatasi dan translasi, yang dinyatakan dalam persamaan [7] :

$$\Psi_{a,b}(t) = a^{-1/2} \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad a > 0, b \in R$$

(2) fungsi wavelet pada persamaan di atas dikenalkan pertama kali oleh Grossman dan Morlet, dimana  $a$  adalah parameter dilatasi dan  $b$  adalah parameter translasi,

**Proses Dekomposisi Sinyal**

Proses dekomposisi dari  $c_{j-1}[n]$ , adalah [12]:

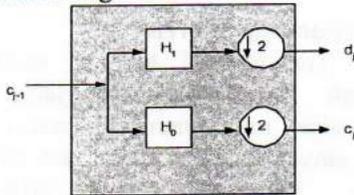
$$c_j = H_0 \cdot c_{j-1}$$

(3)

$$d_j = H_1 \cdot c_{j-1}$$

(4)

Operator  $H_1$  dan  $H_0$  merupakan operator konvolusi dengan  $h[-n]$  atau  $h[n]$ , yang diikuti oleh *downsampling* dengan faktor 2, operator  $H_1$  merupakan suatu proses penapisan lolos tinggi ( High Pass Filter, HPF), dan  $H_0$  merupakan proses penapisan lolos rendah (Low Pass Filter, LPF). Proses dekomposisi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1 Transformasi Wavelet Maju Satu Dimensi Skala Satu [2]

Proses dekomposisi yang dilakukan pada frame video sepanjang sumbu *temporal*, yaitu dimana setiap pixel pada tiap kanal warna merupakan sumber sinyal, sehingga terdapat  $M \times N \times 3$  sumber sinyal yang akan ditransformasi wavelet majukan. Cara kerja transformasi wavelet

maju pada video dapat digambarkan sebagai berikut ;



Gambar 2 Prosedur Multiresolusi Temporal dengan DWT Satu Dimensi pada Video [1].

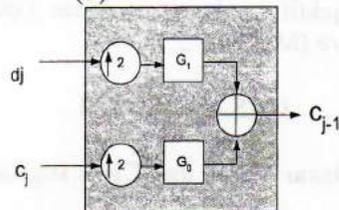
Output dari filter pelolos tinggi yang telah di *downsampling* ( $CD$ ) tersebut merupakan komponen *motion* dari video, sedangkan ( $CA$ ) merupakan komponen *motionless* dari video [1].

**Proses Dekomposisi Sinyal**

Dengan menggunakan cara yang sama seperti dekomposisi sinyal, dan dengan menggunakan koefisien yang sama  $h[n]$  dan  $g[n]$  dapat direkonstruksi  $c_j$  dari  $c_{j-1}$  dan  $d_{j-1}$  [12].

$$c_{j-1} = G_1 \cdot d_j + G_0 \cdot c_j$$

(5)



Gambar 3 Transformasi Wavelet Balik Satu Dimensi Skala Satu [7]

Filter yang digunakan pada transformasi di atas adalah filter  $G_0$  dan  $G_1$  yang mempunyai hubungan khusus terhadap filter-filter pada sisi

dekomposisi. Koefisien-koefisien filter tersebut akan membentuk suatu kumpulan filter (*filter bank*), sehingga harus memiliki hubungan rekonstruksi sempurna (*perfect reconstruction*), yang berarti bahwa sinyal hasil transformasi wavelet balik harus sama dengan sinyal asli sebelum transformasi dilakukan [2].

**Discrete Cosine transform (DCT)**

DCT dapat digunakan untuk mengubah informasi spatial suatu citra menjadi informasi frekuensi atau spectral., dengan *axis k* dan *l* merepresentasikan frekuensi sinyal dalam dua dimensi yang berbeda. Untuk mengubah representasi spectral sinyal ke representasi spasialnya, digunakan IDCT (*Inverse Discrete Cosine Transform*). Formula untuk DCT dan IDCT dua dimensi secara berurutan adalah sebagai berikut [2]:

$$v(k, l) = \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} \alpha(k)\alpha(l)u(m, n) \cos\left[\frac{(2m+1)k\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2n+1)l\pi}{2N}\right] \quad (6)$$

$$u(m, n) = \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{N-1} \alpha(k)\alpha(l)v(m, n) \cos\left[\frac{(2m+1)k\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2n+1)l\pi}{2N}\right] \quad (7)$$

dimana :

$$\alpha(0) = \frac{1}{\sqrt{N}}$$

$$\alpha(k) = \alpha(l) = \sqrt{\frac{2}{N}} \quad \text{untuk } 1 \leq k, l \leq N-1$$

CT dua dimensi merupakan salah satu transformasi yang memiliki sifat separabilitas, yang memungkinkan perhitungannya dilakukan dengan melakukan dua buah DCT satu dimensi.

**Video Watermarking dengan Metoda Spread Spectrum**

Istilah *spread spectrum* dalam dunia komunikasi merupakan proses dimana sinyal pita sempit dimodulasi oleh sinyal pita lebar yang akan menyebar sinyal pita sempit tersebut. Dalam *watermarking*, sinyal pita sempit dianalogikan dengan *watermark* yang akan disisipkan dan sinyal pita lebar dianalogikan sebagai citra digital dari bagian *frame* pada video yang telah didekomposisi (*wavelet frame*) atau *frame* media yang akan disisipi *watermark*.

**Deteksi Watermark**

*Watermark* yang terekstrak, kemudian dibandingkan dengan *watermark* asli yang disisipkan. Bila hasilnya sama, maka menunjukkan kepemilikan dari penyisip *watermark* terhadap video. Bila *watermark* tidak sama, maka kemungkinan video tersebut telah mengalami pengolahan untuk menghilangkan *watermark*, mengubah video, ataupun telah disisipi dengan *watermark* lain.

Kesamaan dari *watermark* terekstrak dengan *watermark* asli diukur dari nilai koefisien korelasi  $\rho(\omega_e, \omega_i)$  dimana  $\omega_e$  adalah *watermark* terekstrak dan  $\omega_i$  adalah *watermark* asli. Bila  $N_{info}$  adalah jumlah *watermark* yang disisipkan, maka [2]:

$$\rho(\omega_e, \omega_i) = \frac{\sum_{n=1}^{N_{info}} \omega_e(n)\omega_i(n)}{\sqrt{\sum_{n=1}^{N_{info}} \omega_e^2(n)} \sqrt{\sum_{n=1}^{N_{info}} \omega_i^2(n)}} \quad (8)$$

Nilai dari  $\rho$  akan sama dengan 1 jika *watermark* terekstrak tanpa ada *error*, dan akan sama dengan 0 jika *error* minimal 50% [2].

## METODE PENELITIAN

### Video Media dan Citra *Watermark*

Video media yang digunakan merupakan video berformat AVI 24 bit dengan skema warna RGB, dan Citra yang digunakan sebagai *watermark* merupakan citra berformat windows bitmap (.bmp) 24 bit dengan skema warna RGB dan tidak diperlukan *colormap* dalam citra 24 bit ini, dalam setiap satu pixel dinyatakan dengan 24 bit, 8 bit untuk kana R(red), 8 bit untuk kanal G(green), 8bit untuk kanal B(blue).

Setiap proses dalam blok diagram *embedding* dan ekstraksi dilakukan untuk masing –masing komponen warna.

### Penyisipan *watermark*

Video media yang akan di*watermarking*, sebelumnya dilakukan dekomposisi dengan menggunakan wavelet diskrit maju (DWT) satu dimensi pada bagian sumbu *temporalnya* sehingga didapatkan wavelet *frame* yang berupa citra atau menjadi bagian *motion* dan *motionless* dari video tersebut, dan setelah didapatkan wavelet *frame* maka bagian *low* dari wavelet *frame* atau *motionless* pada video dilakukan transformasi ke domain frekuensi dengan menggunakan DCT. Setelah melakukan proses DCT untuk kedua citra (wavelet *frame* pada bagian *low* dan citra *watermark*), maka *watermark* akan dimodulasi dengan sinyal random terdistribusi gaussian, yang dibangkitkan oleh pseudorandom generator. Hasil modulasi ini kemudian dikalikan dengan *scaling factor* yang nilainya tergantung dari input pemakai sistem *watermarking* ini nantinya. Dan *scaling factor* ini akan menentukan tingkat penyembunyian *watermark* dalam media.

Setelah proses penyisipan dalam domain frekuensi selesai, maka selanjutnya dilakukan proses pembalikan yaitu dengan IDCT

Dan untuk mendapatkan kembali *frame* video dari wavelet *frame*, maka dilakukan transformasi wavelet diskrit balik (IDWT) satu dimensi Diagram blok untuk proses penyisipan (*embedding*) dapat dilihat di lampiran gambar 1.

### Ekstraksi *watermark*

Video hasil *watermarking* dan video original akan ditransformasi wavelet satu dimensi pada sumbu *temporalnya*, kemudian bagian *low* dari wavelet *frame* atau bagian *motionless* akan ditransformasikan kembali dengan menggunakan DCT setelah itu akan dicari selisih antara keduanya, dan hasil selisih ini merupakan *watermark* yang terdeteksi, yang akan dikorelasikan dengan *watermark* asli untuk menentukan tingkat deteksi *watermark*. semakin tinggi tingkat korelasinya maka semakin baik tingkat deteksinya.

Diagram blok untuk proses ekstraksi dapat dilihat di lampiran gambar 2.

### Performansi Sistem *Watermarking*

Performansi system video *watermarking* dianalisa berdasarkan kualitas video digital, dalam hal ini adalah *frame* yang telah diberi *watermark* dan citra *watermark* hasil deteksi, yang dilakukan melalui penilaian objektif dan subjaktif.

### Penilaian Objektif

Analisa kualitas video digital berdasarkan penilaian objektif dilakukan dengan mengukur nilai parameter-parameter *Signal to Noise Ratio* (SNR)

dan *Most Square Error* (MSE). Bila frame citra vada video digital dinotasikan dengan  $f(x,y)$  dan hasilnya adalah  $g(x,y)$ , dengan ukuran  $N \times N$  pixel, maka [2]:

### 1. Signal to Noise Ratio (SNR)

Pengukuran SNR menunjukkan perbandingan antara *frame* video atau citra asal  $f(x,y)$  dan video atau citra hasil  $g(x,y)$ , yang dinyatakan dengan  $e(x,y)$ , dimana

$$e(x,y) = g(x,y) - f(x,y)$$

Analisa pengukuran SNR dilakukan terhadap perbandingan antara *frame* yang telah diberi *watermark* dengan *frame* media tanpa *watermark*, serta antara *watermark* yang disisipkan dengan *watermark* hasil deteksi. SNR umumnya dinyatakan dalam satuan decibel (dB), dimana  $SNR_{dB} = 10 \log(SNR)$

$$SNR = \frac{\sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} g^2(x,y)}{\sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} e^2(x,y)} \quad (9)$$

### 2. Mean Square Error

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} [g(x,y) - f(x,y)]^2 \quad (10)$$

### 3. Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi menunjukkan seberapa besar tingkat keberhasilan pendeteksian kembali citra *watermark* yang telah disisipkan kedalam *frame* media. Dalam riset ini yang dihitung adalah nilai koefisien korelasi

ternormalisasi

$$\rho(\omega_c, \omega_i) = \frac{\sum_{n=1}^{N_{mf_c}} \omega_c(n) \omega_i(n)}{\sqrt{\sum_{n=1}^{N_{mf_c}} \omega_c^2(n)} \sqrt{\sum_{n=1}^{N_{mf_c}} \omega_i^2(n)}} \quad (11)$$

### Penilaian Subjektif

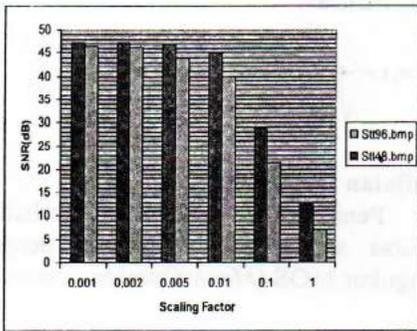
Penilaian subjektif terhadap kualitas system ini dilakuakn dengan mengukur MOS (*Mean Opinion Score*).

## PEMBAHASAN

Performansi video *watermarking* pada riset ini akan diukur dengan menganalisa kualitas video digital hasil proses *watermarking* dan citra *watermark* terdeteksi. Analisa kualitas dilakukan secara subjektif dan objektif. kehandalan watermark diuji terhadap operasi seperti *rescaling*, *denoising*, perubahan skema warna RGB ke Gray dan kompresi.

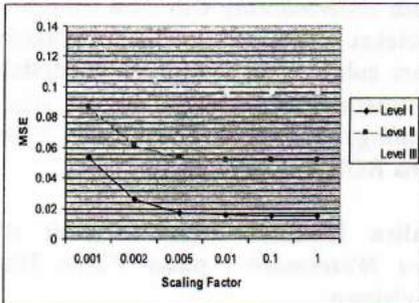
### Analisa Kualitas Video Digital dan Citra *Watermark* pada Video Hasil Penyisipan

Gambar 4 menunjukkan bahwa pengaruh dari ukuran citra *watermark* terhadap SNR Video media adalah, semakin kecil ukuran dari citra *watermark* maka SNR dari Video media akan semakin besar dan begitupula sebaliknya, jika semakin besar ukuran dari citra *watermark* maka SNR dari Video media akan semakin kecil. Hal ini menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara ukuran citra *watermark* dengan SNR video media.

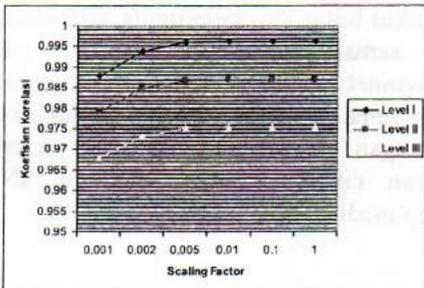


Gambar 4 Grafik Perbandingan Nilai SNR untuk Video Media Speedis.avi (ukuran 96x96 pixel dan 228 frame)

4.2 Analisa Kualitas Video Digital dan Citra *Watermark* Hasil Deteksi



Gambar 5 Grafik Perbandingan Nilai MSE untuk Citra *Watermark* Hasil Deteksi p32.bmp (ukuran 32x32 pixel) dengan Video Media Speedis.avi (ukuran 96x96 pixel, 228 frame), Level Filter Wavelet Coif1



Gambar 6 Grafik Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi untuk Citra

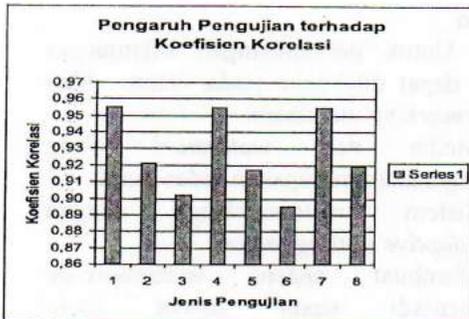
*Watermark* Hasil Deteksi p32.bmp (ukuran 32x32 pixel) dengan Video Media Speedis.avi (ukuran 96x96 pixel, 228 frame), Level Filter Wavelet Coif1

Dari ketiga gambar grafik 4.2 dan 4.3, terlihat bahwa citra *watermark* akan memiliki performansi yang lebih baik jika sistem menggunakan jenis filter wavelet yang memiliki tingkat level yang rendah. Dan hal ini menunjukkan semakin tinggi tingkat level yang digunakan maka video media (wavelet frame) yang akan disisipkan semakin sedikit, sehingga dengan kata lain untuk durasi video yang sama, jika kita menggunakan level filter wavelet yang tinggi tersebut, komposisi penyisipan citra *watermark* akan semakin sedikit yang selanjutnya akan mempengaruhi tingkat performansi citra *watermark* yang terdeteksi

Pengujian Keandalan Tingkat Keberhasilan Pendeteksian *Watermark*.

Keandalan sistem *watermarking* menggunakan metoda *spread spectrum* pada riset ini diuji terhadap operasi seperti *rescaling*, *dropping*, *denoising*, perubahan skema warna RGB ke Gray dan kompresi.

Tingkat keberhasilan pendeteksian *watremark* setelah dilakukan operasi di atas tersebut, di ukur dengan menggunakan parameter koefisien korelasi. Di bawah ini adalah tabel dari koefisien korelasi hasil uji keandalan.



Gambar 7 Nilai Koefisien Korelasi antara Watermark Asli dengan Watermark Terdeteksi pada Video Media Speedis.avi (96x96 pixel, 228 frame)

**Keterangan:**

**KK=koefisien Korelasi**

**Operasi Uji Kehandalan :**

1. *Dropping Frame* Video 21-30
2. *Cropping*
3. Kompresi Indeo5
4. *Dropping Frame* Video 21-40
5. *Denoising*
6. Pengubahan Skema Warna RGB ke Gray
7. *Rescaling* menjadi 192x192 pixel
8. *Rescaling* menjadi 48x48 pixel

Pemilihan citra *watermark* dan video media di atas sebagai sample dalam analisa uji kehandalan ini adalah karena kombinasi ini memberikan nilai performansi lebih baik bila dibandingkan dengan yang lainnya.

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa sistem ini akan tahan terhadap prosce *dropping* dan perbesaran (*rescaling*).

**Analisa Kualitas Video Digital dan Citra Watermark Secara Subjektif**

*Mean Opinion Score* (MOS), Analisa penilaian subjektif dilakukan oleh 30 orang pengamat. Video yang digunakan

untuk penilaian subjektif merupakan video hasil pemrosesan dengan menggunakan filter Coiflet1 level 1 yang memiliki performansi lebih baik.

*Scaling factor* yang digunakan adalah 1, 0.1 dan 0.01. pemilihan ini berdasarkan nilai SNR video tersebut pada ketiga *scaling factor* yang digunakan. Pada *scaling factor* tersebut nilai SNR mengalami perubahan yang signifikan.

Ukuran Video media yang digunakan adalah 96x96 pixel 228 frame, sedangkan ukuran *watermark* yang digunakan adalah 96x96 dan 48x48 pixel. Pemilihan ini untuk membandingkan antara penggunaan ukuran video media dan *watermark* yang sama dengan penggunaan ukuran video media dan *watermark* yang berbeda.

**SIMPULAN DAN SARAN**

**Simpulan**

Berdasarkan analisa hasil pengukuran baik secara objektif dan subjektif yang menunjukkan performansi video *watermarking* dengan menggunakan metode *spread spectrum*, maka dapat disimpulkan :

1. Perbedaan video media dan citra watermark yang digunakan menyebabkan adanya perbedaan nilai SNR, MSE dan koefisien korelasi.
2. Dari hasil pengujian diperoleh nilai dari SNR untuk video hasil *watermaking* dapat mencapai 47.35dB dengan MSE yang mencapai  $2.466 \times 10^{-5}$  dan citra hasil deteksi yang memiliki koefisien korlasi mencapai 0.9963.
3. Level dekomposisi transformasi wavelet mempengaruhi performansi

pada media hasil sisipan dan citra hasil deteksi.

4. Filter Coiflet1 memiliki performansi yang tidak jauh berbeda dengan Coiflet3 untuk video hasil sisipan, tetapi akan berbeda signifikan untuk citra watermark hasil deteksi, dimana filter Coiflet1 memiliki tingkat performansi yang lebih baik.
5. Nilai *scaling factor* yang digunakan menentukan kualitas video hasil sisipan dan citra hasil deteksi, semakin besar *scaling factor* maka perubahan video media akan semakin terlihat, dan semakin kecil *scaling factor* maka perubahan pada video media akan semakin tidak terlihat. Dan begitupula sebaliknya untuk citra *watermark* hasil deteksi, sehingga oleh karena itu dibutuhkan adanya suatu *trade off*. Dengan melihat hasil analisa maka didapat untuk nilai *scaling factor* yang memiliki performance yang baik di kedua sisi adalah sekitar 0.01.
6. Perbandingan ukuran video media dan citra *watermark* dapat menentukan kualitas video hasil *watermarking*. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka perlu dicari kombinasi besar video media, citra *watermark* dan *scaling factor* yang tepat.
7. Dengan teknik *spread spectrum* dan transformasi wavelet *temporal* yang dikenakan pada video memberikan ketahanan terhadap operasi (perbesaran) *rescaling* dan *dropping*. Dimana masih memberikan nilai koefisien korelasi lebih lebih besar dari *threshold* MOS untuk mendapat kualitas *fine* (2) adalah 0.92

### Saran

Untuk perkembangan selanjutnya yang dapat dilakukan pada sistem video *watermarking* ini adalah:

1. Media dan *watermark* yang digunakan merupakan video audio.
2. Sistem *watermarking* dengan *adaptive scaling factor*.
3. Membuat sistem *watermarking* menjadi suatu sistem *blind watermarking*, artinya sistem tidak memerlukan video media asli untuk melakukan deteksi, namun cukup dengan video *terwatermarknya* saja.

### DAFTAR PUSTAKA

- Xiamu. Niu, 2003. A New Wavelet-Based Digital Watermarking for Video, Departement of Automatic and Control, Harbin Institute of Technology (150001), Harbin, P.R China.
- Sidney.C Burrus, 1998. Introduction to Wavelet and Wavelet Transform, Prentice-Hall International, Inc.
- Gonzalez Rafael C. / Paul Wintz, 1987. Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company.
- Murni Arymurthy Aniati dan Setiawan Suryana, 1992. Pengantar Pengolaha Citra, Elex Media Computindo.
- Kusban. Muhammad, Teknik Menyembunyikan Informasi Dalam Data Digital, surakarta, 2002.
- Jhon G. Proakis and Dimitra G. Manolakis, " Digital Signal Processing : Principles, Algorithms and Application", Prentice-Hall, Inc., Englewood Clift-Bew Jersey. 1996.