

Perbandingan Beberapa Algoritma Video Watermarking

Muharram Huda Widasetra

NIM 13508033

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

hyouda@students.itb.ac.id

Abstract—Perkembangan teknologi dewasa ini mendorong penyebaran konten digital yang semakin banyak. Kita bisa menikmati multimedia dengan cepat, mudah, murah, dan berkualitas. Namun, tentunya ancaman terhadap keaslian konten digital menjadi isu tersendiri. Maraknya kejadian seperti pembajakan dan plaiatisme membuat perlindungan terhadap hak cipta menjadi penting untuk berbagai bidang multimedia digital, seperti citra, suara, dan video. Salah satu solusinya adalah menggunakan watermarking yaitu penyusupan data (watermark) berupa teks, logo, suara, atau yang lain.

Algoritma-algoritma watermarking seperti DWT-based Digital Video Watermarking Scheme with Error Correcting Code, Singular Value Decomposition, dan Spatial Domain dipakai untuk memasukkan file watermark yang ingin digunakan kedalam video. Algoritma-algoritma tersebut mempunyai keunggulan masing-masing dalam pemberian watermark kedalam video.

Index Terms—video, watermark, algoritma, digital, perbandingan

1. PENDAHULUAN

Pada awalnya, teknologi yang digunakan untuk mengatasi masalah penyalahgunaan sebuah citra digital, seperti pengambilan hak cipta, distribusi ilegal, dsb, adalah kriptografi. Kriptografi sangat umum digunakan dimana-mana. Namun, kriptografi memiliki kelemahan, yaitu ketika kuncinya telah didekripsi maka sudah tidak ada lagi proteksi pada suatu media atau citra.

Oleh karena itu, sangat dibutuhkan adanya cara alternative atau pelengkap kriptografi, teknologi yang mampu memproteksi isi media bahkan setelah didekripsi. Fokus pengembangan berikutnya adalah watermarking, yang memiliki potensi untuk memenuhi kebutuhan ini, karena peletakan informasi watermark dalam isi yang diambil dengan cara yang tidak biasa.

Watermarking ada sudah sejak 700 tahun yang lalu, tepatnya pada tahun 1282 kata ini sudah mulai digunakan di pabrik kertas di Fabriano, Italia, membuat kertas yang diberi watermark atau tanda air dengan cara menekan bentuk cetakan gambar atau tulisan pada kertas yang baru

setengah jadi. Ketika kertas kering maka terbentuklah kertas yang berwatermark.

Ide watermarking pada data digital dikembangkan di Jepang tahun 1990 dan di Swiss tahun 1993. Digital watermarking akan semakin berkembang seiring dengan semakin meluasnya penggunaan internet yang mendukung penyebaran konten digital seperti video, citra, dan suara.

Watermarking hampir sama seperti penggunaan steganografi, dimana sama-sama menyembunyikan sesuatu dalam sesuatu yang lain agar orang lain tidak tahu. Tapi perbedaannya adalah, steganografi bergantung sepenuhnya terhadap keaslian gambar, jika gambar tersebut berubah sedikit, maka akan merubah steganografi didalamnya. Berbeda dengan watermarking, watermark menyusup pada suatu file, sehingga jika file tersebut dirubah-rubah sampai ketentuan tertentu, file steganografi didalamnya masih bisa dikenali.

2. DASAR TEORI

2.1. Watermarking

Watermarking ini secara harfiah diartikan sebagai tanda air, tanda air ini memang bermaksud sama seperti tanda air pada uang kertas, tapi watermarking yang disinggung disini adalah digital watermarking, dimana bedanya adalah jika watermarking pada kertas bisa dilihat mata telanjang, tetapi pada digital watermarking manusia biasa tidak dapat merasakannya, tanpa alat bantu pengolah digital seperti computer, dan sejenisnya.

Pada dasarnya, teknik watermarking adalah proses menambahkan kode identifikasi secara permanen ke dalam data digital. Kode identifikasi tersebut dapat berupa teks, gambar, suara, atau video. Selain tidak merusak data digital produk yang akan dilindungi, kode disisipkan seharusnya memiliki ketahanan (robustness) dari berbagai pemrosesan lanjutan seperti perubahan, transformasi geometri, kompresi, dan sebagainya.

Terdapat berbagai klasifikasi yang menjadi parameter apakah suatu algoritma watermarking memiliki hasil yang bagus atau kurang bagus.

a. Robustness

Digital watermarking dikatakan fragile jika setelah ditanam watermark, watermark tersebut tidak bisa

dideteksi, bahkan setelah gambar hanya sedikit dimodifikasi.

Digital watermarking dikatakan semi-fragile jika pada perubahan sedang, watermark masih bisa dikenali, dan jika perubahan sudah banyak tidak teratur, watermark sudah tidak bisa dikenali.

Digital watermarking dikatakan robust jika watermark masih bisa diekstrak dan dikenali pada suatu standar perubahan tertentu.

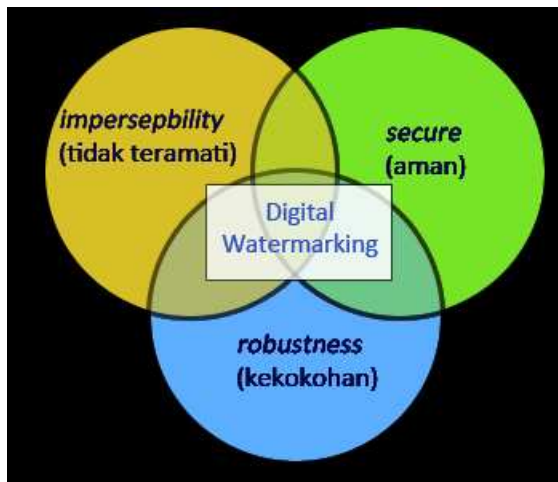
b. **Perceptibility**

Digital watermarking dikatakan imperceptible jika watermark yang disusupkan tidak terlihat atau tidak terlalu mempengaruhi media yang dimasuki.

Digital watermarking dikatakan perceptible jika keberadaan watermark dikenali atau disadari oleh orang yang memanfaatkan media tersebut.

c. **Security**

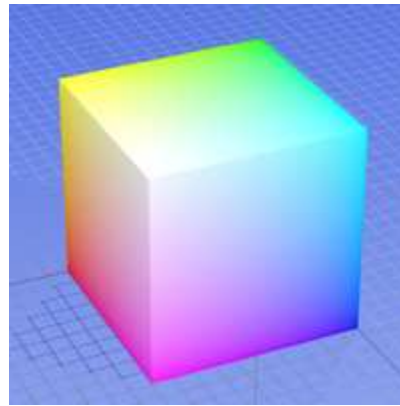
Hanya pihak yang punya otoritas yang dapat mengakses watermark.



gambar 1: parameter watermark

2.2. RGB

Warna pada dasarnya adalah hasil persepsi cahaya dalam spectrum wilayah yang terlihat oleh retina mata, dan memiliki panjang gelombang antara 400nm sampai dengan 700nm. Ruang warna RGB dapat divisualisasikan dengan sebuah kubus seperti pada Gambar 2, dengan tiga sumbunya yang mewakili komponen warna merah (red) R, hijau (green) G, biru (blue) B. Salah satu pojok alasnya yang berlawanan menyatakan warna hitam ketika $R = G = B = 0$, sedangkan pojok atasnya yang berlawanan menyatakan warna putih ketika $R = G = B = 255$. RGB sering digunakan di dalam sebagian besar aplikasi computer karena dengan ruang warna ini tidak perlu diperlukan transformasi untuk menampilkan informasi di layar monitor. Alasan ini juga yang menyebabkan RGB banyak dimanfaatkan sebagai ruang warna dasar bagi sebagian besar aplikasi.



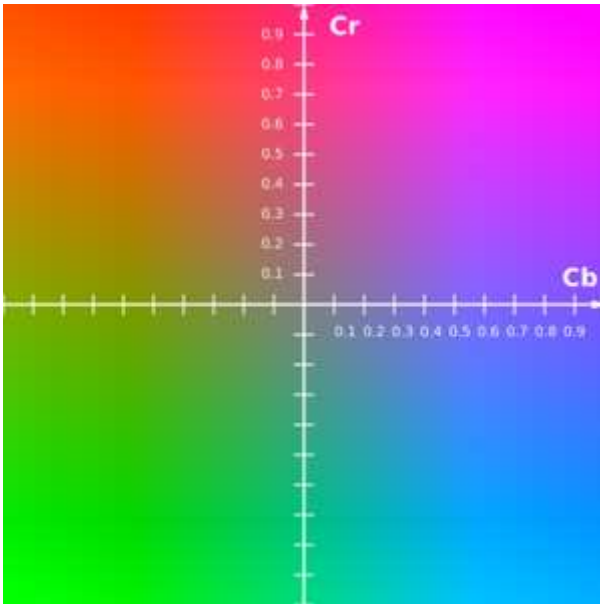
gambar 2: grafik warna terhadap RGB

2.3 Video Watermarking

Video pada dasarnya merupakan susunan dari beberapa frame, dan tiap frame ini dipandang sebagai gambar. Oleh karena itu sebagian besar metode pada image watermarking dapat digunakan pada video watermarking. Penyisipan watermark pada watermark video dapat dilakukan pada bagian frame motion dan/atau motionless. Dalam penggunaannya, watermarking terdiri dari dua tipe yaitu identic watermark dan independen watermark. Agar dapat terhindar dari penghilangan watermark oleh pihak-pihak yang tidak berhak maka penyisipan watermark dilakukan dengan menggunakan identic watermark pada bagian frame motionless. Frame motionless adalah dimana pada suatu kumpulan gambar terdapat bagian gambar yang sama, seperti pada bagian background yang sama, atau orang yang sama posisinya. Frame motion adalah dimana terjadi penggantian background, atau perubahan gambar yang sangat dinamis.

2.4. YCbCr

YCbCr adalah keluarga dari color space, salah satu cara penandian informasi RGB yang sering dipakai pada bagian pewarnaan pada video dan fotografi digital. Dibagi menjadi 2 komponen, yaitu komponen luma (Y) dari luminasi dan komponen Kroma (CbCr) yaitu perbedaan antara biru dan merah. Warna YCbCr ditentukan dari CB dan CR, Y digunakan untuk menentukan besarnya luminasi sehingga setiap Y yang berbeda, pemetaan warna Cb dan Cr akan berbeda. Berikut adalah contoh pemetaan YCbCr.



gambar 3: pemetaan warna CbCr pada Y=0.5

berikut adalah cara konversi dari RGB ke YCbCr dan sebaliknya

$$Y' = 16 + \frac{65.738 \cdot R'_D}{256} + \frac{129.057 \cdot G'_D}{256} + \frac{25.064 \cdot B'_D}{256}$$

$$C_B = 128 + \frac{-37.945 \cdot R'_D}{256} - \frac{74.494 \cdot G'_D}{256} + \frac{112.439 \cdot B'_D}{256}$$

$$C_R = 128 + \frac{112.439 \cdot R'_D}{256} - \frac{94.154 \cdot G'_D}{256} - \frac{18.285 \cdot B'_D}{256}$$

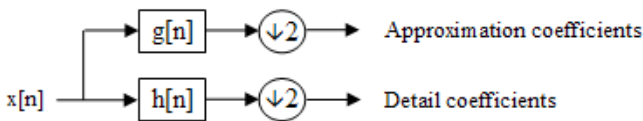
$$R'_D = \frac{298.082 \cdot Y'}{256} + \frac{408.583 \cdot C_R}{256} - 222.921$$

$$G'_D = \frac{298.082 \cdot Y'}{256} - \frac{100.291 \cdot C_B}{256} - \frac{208.120 \cdot C_R}{256} + 135.576$$

$$B'_D = \frac{298.082 \cdot Y'}{256} + \frac{516.412 \cdot C_B}{256} - 276.836$$

2.4. DWT

DWT adalah perhitungan koefisien frekuensi dari suatu gambar biasanya digunakan untuk memfilter gambar yang berfrekuensi tinggi. Skema dalam melakukan filter adalah



gambar 4: skema filter DWT

dengan $g[n]$ dan $h[n]$ adalah sebagai berikut:

$$y_{low}[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]g[2n - k]$$

gambar 5: $g[n]$

$$y_{high}[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[2n - k]$$

gambar 6: $h[n]$

dan symbol panah kebawah adalah sebagai berikut:

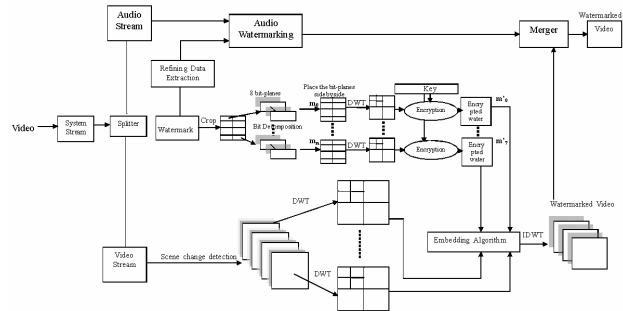
$$(y \downarrow k)[n] = y[kn]$$

gambar 7: simbol panah kebawah

dari situ diambil koefisien untuk melakukan filtering gambar.

3. DISCRETE WAVELETS TRANSFORM

Algoritma ini Menggunakan basis watermarking pada gambar, yang telah ditambah dengan melakukan watermark pada suara agar menambah ke tahanannya. Skema algoritma ini adalah awalnya dengan memisahkan antara input audio dan input video, lalu masing-masing diberi watermark sendiri-sendiri. Pada video, gambar dipilah-pilah menjadi beberapa scene, lalu dipilah lagi menjadi gambar sampai menjadi bagian dari gambar, lalu diberi watermark.



gambar 8: skema watermarking DWT

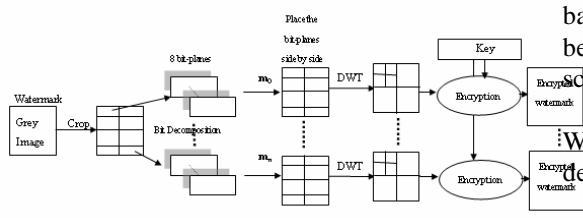
a. Watermark Preprocess

Watermark dipisah menjadi beberapa bagian yang nantinya akan dimasukkan pada beberapa scene. Perhitungan dalam pembagian gambar watermark adalah sebagai berikut:

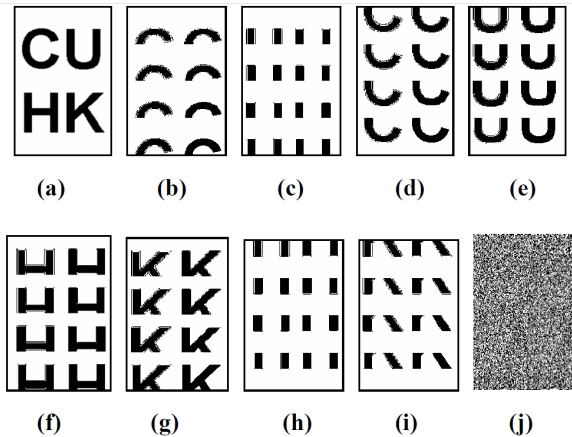
$$p+q=n, p \text{ dan } q > 0 \quad (1)$$

$$64 \times 2^p \times 64 \times 2^q \quad (2)$$

p, q, n adalah integer positif, dan m adalah banyaknya scene setelah dipisah-pisah, pada persamaan kedua adalah besarnya ukuran gambar hasil pecahan. Misalnya pada kasus pada gambar 6 adalah $m=10, n=3, p=1, q=2$, proses seperti gambar 5. Setelah itu gambar dienkripsi.



gambar 9: preproses watermark



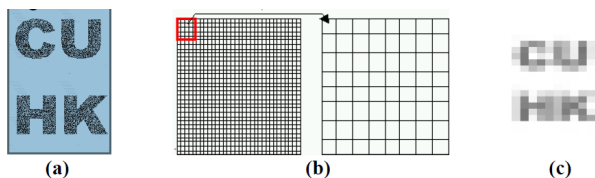
gambar 10: a.gambar watermark, b-i. gambar setelah dipecah, j. Gambar setelah dienkripsi

setelah itu, dilakukan pemrosesan watermark untuk audio, dengan metode averaging. Perhitungan averaging adalah sebagai berikut.

$$Avg_k = \sum_{i=0}^x \sum_{j=0}^y W_{j^2W + q^2x + p^2y^2W + z}$$

gambar 11: perhitungan averaging

dengan k adalah nomor block dari gambar, (p,q) adalah koordinat dari daerah blok k, dan (x,y) adalah representasi pixel pada blok tersebut. Contohnya adalah sebagai berikut.



gambar 12: contoh averaging

b. Video Preprocess

Awalnya video dipilah-pilah menjadi beberapa scene sesuai perubahan pada gambar. Dimana pada setiap scene disebut kumpulan dari gambar motionless, karena ada

bagian dari gambar tersebut yang tidak berubah. watermark yang disisipkan tiap gambar pada 1 scene adalah bagian watermark yang sama.

c. Watermark Embedding

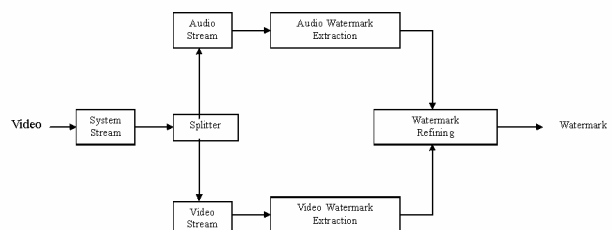
Watermark ditambahkan ke setiap gambar pada video dengan perhitungan sebagai berikut

if $W[j] = 1$,
 Exchange $C[i]$ with $\max(C[i], C[i+1], C[i+2], C[i+3], C[i+4])$
 else
 Exchange $C[i]$ with $\min(C[i], C[i+1], C[i+2], C[i+3], C[i+4])$

Dimana $C[i]$ adalah koefisien DWT ke-i dari suatu frame. Dan $W[j]$ adalah pixel ke-j dari watermark yang disisipkan ke gambar tersebut.

d. Watermark Detection

Skema pendeteksian watermark prosesnya hampir sama seperti algoritma pada pemasukan watermark.



gambar 13: skema pendeteksian watermark

awalnya dipisah antara video dan audio, lalu dilakukan ekstraksi masing2, lalu dilakukan refining pada keduanya untuk dihasilkan watermark.

Pada pendeteksian pada video dengan menggunakan perhitungan :

if $WC[i] > \text{median}(WC[i], WC[i+1], WC[i+2], WC[i+3], WC[i+4])$
 $W[j] = 1$
 else
 $W[j] = 0$

Dimana $WC[i]$ adalah koefisien DWT ke-i dari gambar pada video, dan $W[j]$ adalah piksel ke-j dari watermark yang dideteksi.

Pada pendeteksian pada audio dan penggabungan dengan menggunakan perhitungan :

$$\hat{W}_{ij} = (\hat{W}_{ij} * P + Avg_k * Q) / (P + Q)$$

gambar 14: perhitungan pada extracting audio

dimana k adalah blok ke-k dari average gambar watermark, (i,j) adalah koordinat dari video asal, dan P:Q adalah ratio dari keterutamaan watermark dari video

disbanding dari audio, hal ini dipengaruhi oleh format video dan keberubahannya.

e. Result

Ini adalah hasil dari penyisipan watermark pada salah satu gambar pada video dan hasil ekstraksi watermark tersebut.



gambar 15: a. frame asli, b. frame terwatermark, c. watermark yang ditambahkan ke frame tersebut, d. watermark yang diperoleh dari video

f. Experiment

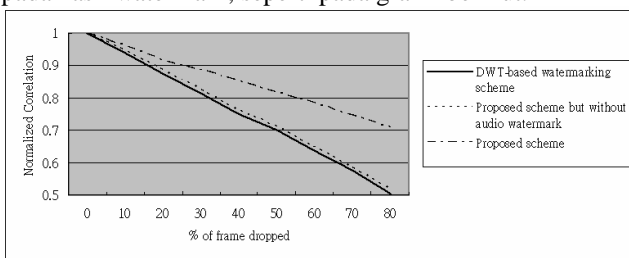
Pada eksperimen ini kita menggunakan Normalized Correlation (NC) sebagai parameter apakah ekstraksi watermark dari video tersebut masih baik atau tidak.

$$\text{Normalized correlation: NC} = \frac{\sum_i \sum_j W(i, j) \widehat{W}(i, j)}{\sum_i \sum_j [W(i, j)]^2}$$

gambar 16: Normalized Correlation

- Frame dropping

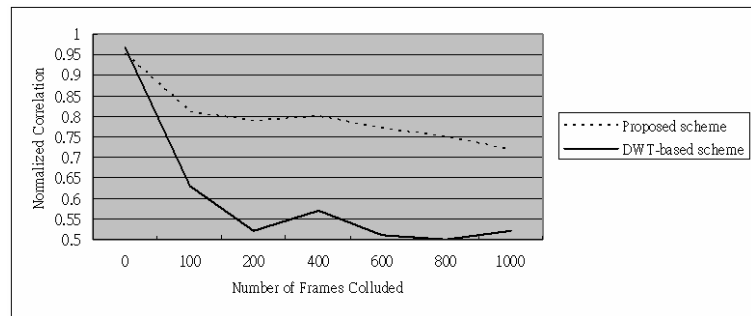
Frame dropping adalah teknik untuk menurunkan frame pada video, dengan melakukan formatting pada video tersebut. Karena kita memberi watermark yang sama pada setiap scene dan hal ini tidak memberi pengaruh pada audio, maka teknik ini tidak begitu memberikan pengaruh pada hasil watermark, seperti pada grafik berikut.



gambar 17: nilai NC terhadap % frame dropping

- Frame averaging

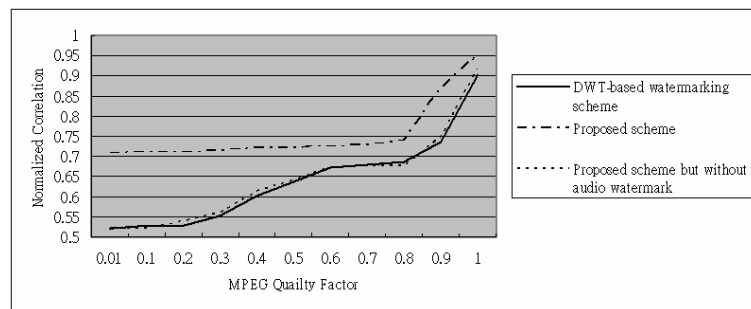
Frame averaging dengan statistical analysis adalah teknik yang sering digunakan untuk melakukan estimasi pada watermark, lalu mengeluarkan bagian yang terwatermark tersebut. Karena kita membagi dan mengenkripsi gambar menjadi beberapa bagian, maka hal ini akan semakin sulit untuk dideteksi.



gambar 18: perbandingan nilai NC dengan banyaknya frame yang dikolusi

- Lossy Compression

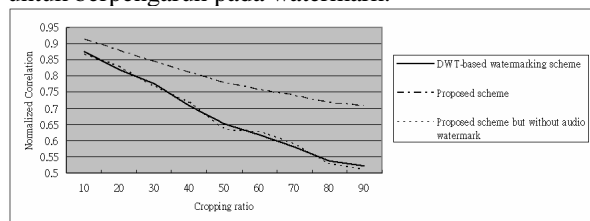
Hal ini biasanya menentukan apakah algoritma ini pantas atau tidak menjadi algoritma untuk watermark. Hal ini menunjukkan apakah kompresi MPEG berpengaruh pada ekstraksi watermark.



gambar 19: perbandingan NC dengan kualitas MPEG

- Cropping

Salah satu cara untuk menurunkan kualitas video dan watermarknya secara konsekuen, tapi dengan algoritma penyebaran yang bagus maka hal ini akan terminimalisasi untuk berpengaruh pada watermark.



gambar 20: perbandingan NC dengan ratio cropping dalam %

4. SINGULAR VALUE DECOMPOSITION

Algoritma ini menggunakan teknik numeric yang mengoperasikan diagonal pada matrix. Teknik SVD dari matriks NxN yang bernama A adalah sebagai berikut:

$$A = U S V^T$$

Dimana U dan V adalah elemen unitary dan berbentuk matriks NxN juga. Dan S adalah matriks diagonal yang NxN juga.

$$SVD(A) = \begin{bmatrix} U_{1,1} & \dots & U_{1,n} \\ U_{2,1} & \dots & U_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots \\ U_{n,1} & \dots & U_{n,n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{22} & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{1,1} & \dots & V_{1,n} \\ V_{2,1} & \dots & V_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots \\ V_{n,1} & \dots & V_{n,n} \end{bmatrix}^T$$

gambar 21: operasi SVD

a. Prosedur penyisipan

Algoritma SVD yang digunakan dalam penyisipan watermark pada video adalah dengan menyisipkan watermark sesuai dengan matriks S,U atau V secara diagonal. Skema penyisipan watermark adalah, awalnya dengan memisahkan video menjadi scene, sesuai pergantian background, seperti DWT. Melakukan proses penambahan pada setiap scene. Mengonvert RGB setiap frame dengan YCbCr. Melakukan komputasi SVD pada setiap frame, misal matriks bernama Y lalu menghasilkan U,S,V.

$$Y = U_Y S_Y V_Y$$

Melakukan pengepasan untuk menambahkan watermark ke U,V,atau S. cara menambahkan pada matriks-matriks tersebut adalah sebagai berikut

- Menambahkan pada matriks U

Melakukan invers pada matriks menjadi x, ganti tiap integer dari x dengan bit watermark W, dengan dimulai dari elemen ke 7 dari x. lalu invers kembali menjadi U, lalu masukkan kembali pada persamaan SVD.

- Menambahkan pada matriks V

Melakukan inverse pada matriks menjadi x, ganti tiap integer dari x dengan bit watermark W, dengan dimulai dari elemen ke 7 dari x. lalu invers kembali V, lalu masukkan kembali pada persamaan SVD

- Menambahkan pada matriks S

Langsung dimasukkan bit Watermark kedalam matriks, lalu masukkan langsung pada persamaan.

Y yang dihasilkan pada persamaan adalah besar Y pada YCbCr. Setelah dilakukan penggantian pada setiap frame, maka format YCbCr dikembalikan ke RGB. Lalu frame-frame tersebut disusun kembali menjadi video scene, lalu disusun lagi kembali menjadi video yang utuh.

b. Prosedur pengestraksi

Awalnya pilah menjadi beberapa scene sesuai pergerakan background, lalu konversi semua frame menjadi format YCbCr. Lakukan perhitungan tiap frame dengan persamaan SVD dan menghasilkan U,S,dan V.

- Mengekstraksi pada matriks S
Ambil file watermark dengan mengambil angka ke 7 dari S.
- Mengekstraksi pada matriks U
Inverse matriks tersebut, lalu ambil angka dari hasil inverse dimulai dari elemen ke 7
- Mengekstraksi pada matriks V

Inverse matriks tersebut, lalu ambil angka dari hasil inverse dimulai dari elemen ke 7

Susun gambar watermark dari bit2 yang didapat dari seluruh gambar pada video tersebut.

c. Hasil penyisipan



gambar 22: contoh hasil, c. gambar watermark

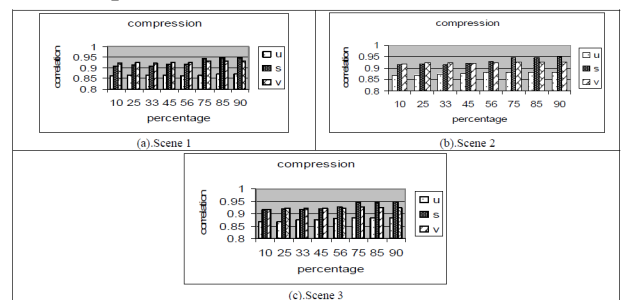
d. Eksperimen

Algoritma ini membuat fungsi korelasi untuk mengukur seberapa bagus hasil robust algoritma mereka.

$$\rho(W, \hat{W}) = \frac{\sum_{i=1}^N W_i \hat{W}_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N W_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N \hat{W}_i^2}}$$

gambar 23: fungsi korelasi

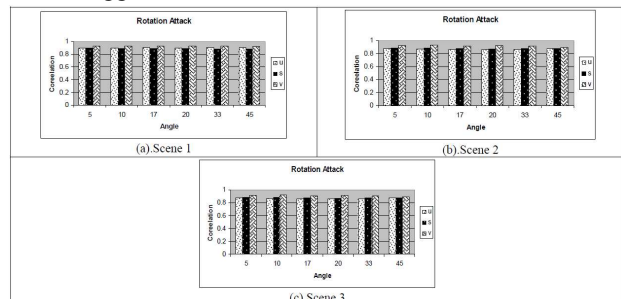
- Kompresi MPEG



gambar 24: perbandingan korelasi dan persen kompresi

- Video Angular Rotation

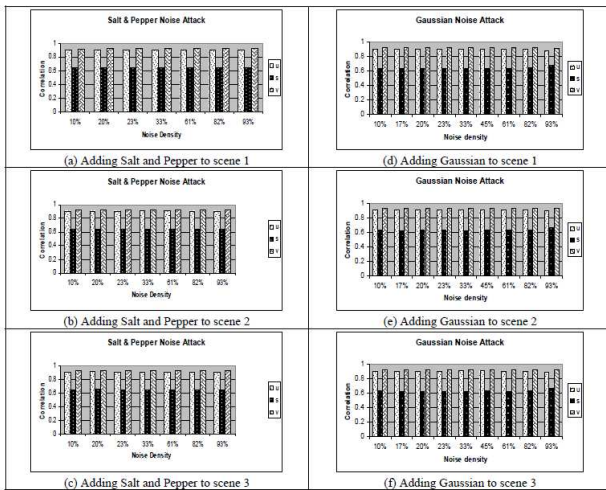
Melakukan rotasi gambar pada frame di video. Robust masih tinggi.



gambar 25: perbandingan korelasi dan derajat pemutaran

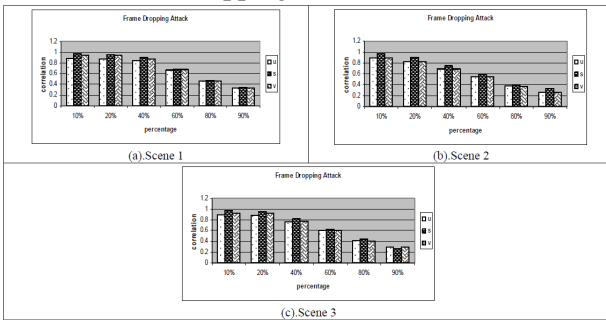
- Noises

Noise yang dicobakan adalah Gaussian and salt and pepper noises.



gambar 26: perbandingan korelasi dengan persen noise

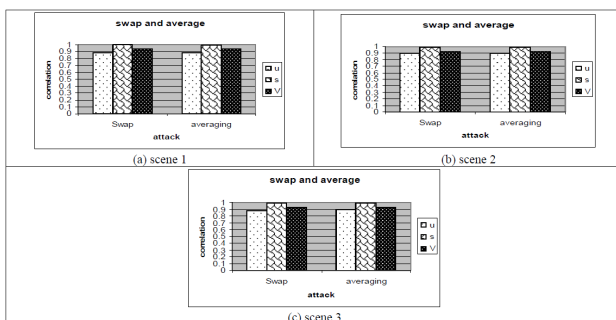
- Frame Dropping



gambar 27: Perbandingan antara korelasi dengan persen frame dropping

- Averaging dan frame swap

Frame swap adalah menukar atau mengganti 2 atau lebih frame pada scene yang berbeda, untuk mencoba mendapatkan watermark.



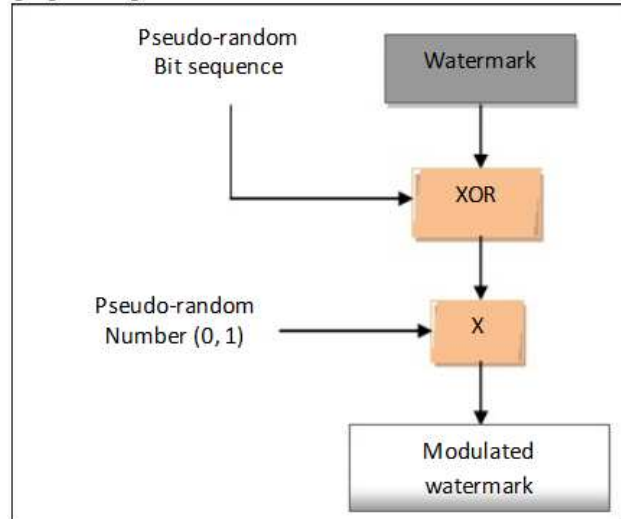
gambar 28: perbandingan korelasi dengan metode

5. Spatial Domain

Pada algoritma ini, terdapat 4 komponen utama, yaitu:

a. Watermark Modulation

Awalnya watermark misal L dengan isi bit $L = \{L_1, L_2, L_3 \dots L_N\}$ dimodulasi secara bit dengan operasi XOR, dengan pseudo-random bit misal $s = \{s_1, s_2, s_3 \dots s_N\}$, yang lalu dikalikan dengan suatu bit secara random untuk membuat watermark menjadi $W = \{W_1, W_2, W_3 \dots W_N\}$



gambar 29: modulasi watermark

b. Watermark embedding

Awalnya frame yang akan ditambahkan akan dibuat menjadi blok-blok berjumlah $n \times n$, dimana n memenuhi :

$$n = \sqrt{\frac{(M \times N)}{(X \times Y)}}$$

M dan N adalah dimensi dari frame yang akan disisipi, dan X dan Y adalah dimensi dari watermark, setelah itu hitung mean, maksimum, dan minimum dari blok pada video. Lalu hitung mean dari blok yang jumlahnya dibawah mean (m_{low}), dan mean dari blok yang jumlahnya diatas mean (m_{high}). Lalu hitung pixel baru (V') sesuai dengan perhitungan inserted bit (bit dari watermark) berikut

- Inserted bit 0
 - If $V < m_{low}$ then
 - $V' = V_{min}$
 - Else
 - If $V_{mean} < V < m_{high}$ then
 - $V' = V_{mean}$
 - Else
 - $V' = V - a$
- Inserted bit >0
 - If $V < m_{high}$ then
 - $V' = V_{max}$
 - Else
 - If $m_{low} < V < V_{mean}$ then
 - $V' = V_{mean}$
 - Else
 - $V' = V + a$

Dimana V_{mean} adalah mean, V_{min} adalah minimal dan V_{max} adalah maximal, V adalah nilai awal pixel

c. Watermark Extraction

Ekstraksi dilakukan dengan membagi video kedalam scene-scene, lalu dibandingkan dengan video asli, jika kumpulan pixel pada block video asli jumlahnya lebih besar dari jumlah kumpulan pixel pada block video watermark, maka bit watermark adalah 1, dan sebaliknya. Diiterasi untuk setiap blok lalu dapat ditemukan hasil modulasi watermark nya. Lalu hasil ekstraksi tersebut, di kembalikan dari perkalian, lalu dilakukan xor dengan bit yang sama.

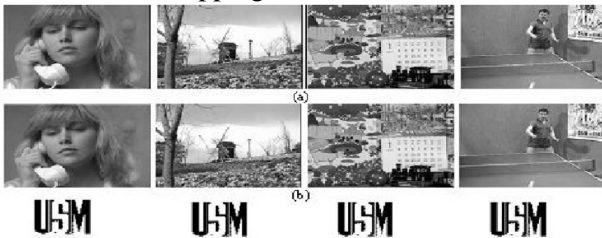
- Pengujian

Pengujian robustness dilakukan dengan menghitung korelasi (NC)

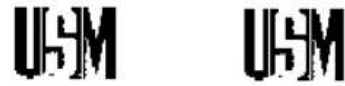


gambar 30: gambar watermark

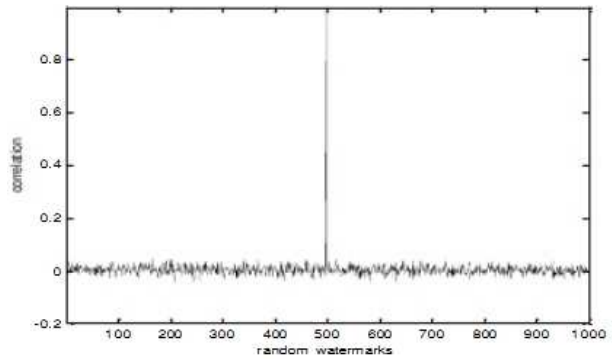
a. Framedropping



gambar 31: pengujian terhadap framedropping



(a) original watermark (b) Extracted watermark

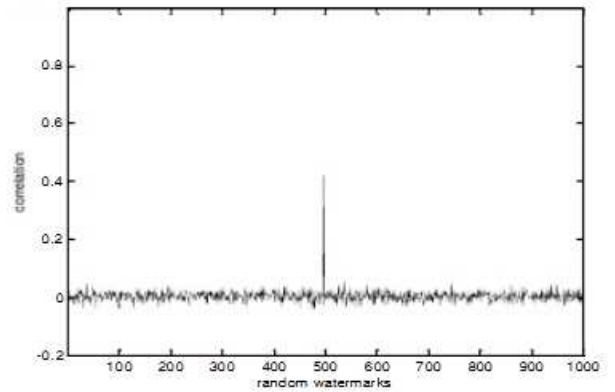


(c) Watermark detection results

b. Cropping



gambar 32: gambar yang telah di crop dan hasilnya

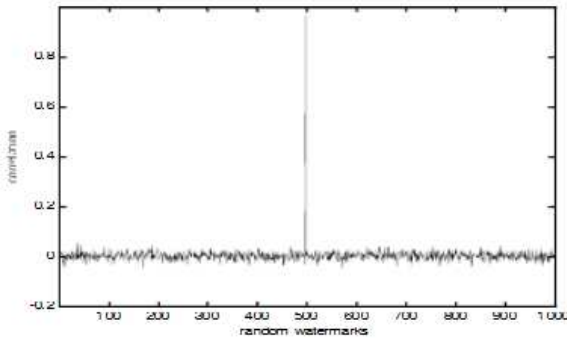


gambar 33: perbandingan korelasi dengan cropping

c. Rotation



gambar 34: gambar yang telah di rotasi dan hasilnya



gambar 35: pebandingan korelasi dengan gambar rotasi

6. Analisis Algoritma

- a. Persamaan
 - Sama-sama membagi video menjadi frame-frame yang dikelompokkan kedalam scene sesuai dari gambar background, antara motionless, yaitu gambar yang mempunyai segmen gambar yang sama satu sama lain, dengan motion, yaitu pergantian scene, dimana biasanya sudah berupa tempat atau sudut pandang . dan setelah itu memasukkan watermark kedalam frame tersebut dengan metode gambar.
- b. Perbedaan
 - Memakai algoritma yang berbeda
 - Tingkat ketahanan terhadap berbagai serangan
 - Ada yang memakai YCbCr ada yang memakai RGB
- c. Keunggulan algoritma DWT
 - Tahan terhadap frame dropping, compression, dan cropping
- d. Kelemahan algoritma DWT
 - Tidak tahan terhadap frame averaging
- e. Keunggulan VSD
 - Tahan terhadap kompresi, video angular, noises, frame averaging dan swapping
- f. Kelemahan VSD
 - Lemah terhadap frame dropping
- g. Keunggulan Spatial Domain
 - Tahan terhadap Frame Dropping dan rotation
- h. Kelemahan Spatial Domain

- Lemah terhadap Cropping

7. Kesimpulan

Watermarking mempunyai banyak algoritma, eberapa diantaranya adalah DWT, SVD dan Spatial Domain. Setiap algoritma memakai cara yang kurang lebih sama, yaitu dengan membaginya menjadi frame-frame yang dikelompokkan menjadi scene, lalu memproses frame tersebut untuk dimasuki gambar watermark. Algoritma yang diteliti mempunyai kelebihan dan kelemahan masing-masing. Seperti spatial domain dimana diperuntukkan untuk tahan terhadap perubahan geometri, DWT yang tahan terhadap formatting video, dan VSD yang tahan terhadap serangan untuk mengambil watermark. Sehingga sesuai keperluan dari pembuat video, bisa dipilih untuk memakai algoritma yang sesuai dengan kebutuhannya

REFERENSI

- [1] Pik-Wah Chan dan Michael R. Ly “A DWT-based Digital Video Watermarking Scheme with Error Correcting Code” Department of Computer Science and Engineering,
- [2] Sadik Ali. M. Al-Taweel , Putra Sumari, dan Saleh Ali K. Alomari “Robust Video Watermarking Algorithm Using Spatial Domain Against Geometric Attacks” School of Computer Science
- [3] Lama Rajab, Tahani Al-Khatib, dan Ali Al-Haj “Video Watermarking Algorithms Using the SVD Transform” Department of Computer Information System, 2009
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/YCbCr>
Waktu akses : 21/3/2011 12:31 AM
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Discrete_wavelet_transform
Waktu akses : 21/3/2011 2:10AM

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 23 Maret 2011

ttd

Muharram Huda W. / 13508033