







HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Daniel Ortega
NPM : 0405030249
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Simulasi *Real Time Video Stream Watermarking* dengan
Menggunakan *Discrete Wavelet Transform*.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng

Penguji : Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng

Penguji : Dr. Ir. Arman Djohan Diponegoro, M.Eng

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 4 Januari 2010



KATA PENGANTAR

Syukur *Alhamdulillah*, saya panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa mencurahkan taufik, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Selesaiannya skripsi ini tak lepas dari dukungan semua pihak, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini, karena itu saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

- (1) Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng, selaku pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan nasihat-nasihat dalam mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Pihak Laboratorium Telekomunikasi dan Laboratorium Elektronika Departemen Elektro UI yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (3) Orang tua dan saudara saya yang telah memberi dukungan baik moril maupun materil; dan
- (4) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Dengan segala kerendahan hati, saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan saya khususnya, serta bagi dunia pendidikan pada umumnya.

Depok, 15 Desember 2009

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Daniel Ortega

NPM : 0405030249

Program Studi : Teknik Elektro

Departemen : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demikian perkembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

SIMULASI REAL TIME VIDEO STREAM WATERMARKING DENGAN MENGGUNAKAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 15 Desember 2009

Yang menyatakan



(Daniel Ortega)

ABSTRAK

Nama : Daniel Ortega
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : ***SIMULASI REAL TIME VIDEO STREAM WATERMARKING DENGAN MENGGUNAKAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM***

Perkembangan dunia internet yang begitu cepat pada dekade terakhir ini telah membuka peluang produsen untuk memproduksi secara komersial media digital. Media ini mencakup data, teks, gambar, audio maupun video. Untuk itu pengembangan perlindungan terhadap hak kekayaan intelektual menjadi isu yang sangat penting, Watermarking adalah teknologi yang mampu melindungi hak kekayaan intelektual dari pemilik konten. Pada tugas skripsi ini disajikan skema *real time video stream watermarking* dengan menggunakan Transform Wavelet Diskrit. Dalam sistem ini, watermark disisipkan pada setiap *frame* yang ditangkap oleh webcam yang diproses dengan real time.

Kata kunci: Watermarking, Real Time Video Stream, dan Discrete Wavelet Transform (DWT)

ABSTRACT

Name : Daniel Ortega
Study Program : Electrical Engineering
Title : **REAL TIME VIDEO STREAM
WATERMARKING SIMULATION USING DISCRETE
WAVELET TRANSFORM**

The fast development of the Internet in the last decade has increased the company's opportunity for commercial presentation of their digital media products. The media may include data, text, image, audio and video. The intellectual property right protection is becoming an increasing important issue, digital watermarking is a technology that capable to protect the intellectual property right of the content owners. This paper presents a real time video stream watermarking scheme using Discrete Wavelet Transform. In this system, watermark is embedded in *frames* that captured by webcam in real time.

Keywords : Digital Watermarking , Real Time Video Stream, dan Discrete Wavelet Transform (DWT)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	x1
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
2. WATERMARKING CITRA DENGAN DOMAIN WAVELET	5
2.1 Pengertian Digital Watermarking	5
2.1.1 Aplikasi Watermarking	6
2.1.2 Teknik Pemrosesan Digital Watermarking	7
2.1.3 Berbagai Domain untuk Penerapan Watermarking	8
2.2 Karakteristik Video <i>Digital</i>	9
2.2.1 Karakteristik <i>Video Streaming</i>	10
2.2.2 Jenis aplikasi komunikasi video Broadcast	11
2.3 Transformasi Wavelet	12
2.3.1 Discrete Wavelet Transform	16
2.3.2 Proses Dekomposisi dan Rekonstruksi Pada Citra	19
2.4 <i>Watermarking</i> citra menggunakan <i>DWT</i>	20
2.5 Watermarking Pada Video	22
3. ANALISIS DAN IMPELEMENTASI REAL TIME VIDEO STREAM WATERMARKING	25
3.1 Desain Mekanisme Sistem	25
3.2 Konfigurasi Streaming Server	26
3.2.1 Proses Penyisipan Watermark	26
3.2.1.1 Dekomposisi <i>frame</i> dengan 2D-DWT 2Tahap	27
3.2.1.2 Algoritma Penyisipan	28
3.3 Pseudo Random Key Generation	29
3.4 Proses Ekstraksi	29
3.5 Penilaian Paramter kualitas citra yang dianalisa	31
3.5.1 Penilaian Subjektif	31
3.5.2 Penilaian Objektif	31
3.6 Penilaian Terhadap Ketahanan Algoritma	32
3.6.1 Uji ketahanan Penambahan Noise	32
3.6.2 Uji Ketahanan Terhadap Visual Efek	32
3.7 Spesifikasi Sistem	33

4. ANILISIS DAN PENGUJIAN SIMULASI SISTEM	34
4.1 Analisis Pengujian kriteria PSNR	34
4.2 Logo Citra Watermark yang Digunakan	34
4.3 Pengaruh Koefisien Terhadap Kualitas Media Tanpa Noise	35
4.4 Uji Ketahanan Algoritma Watermark	36
4.4.1. Pengujian Performansi Sistem dengan Penambahan white Gaussian noise	36
4.4.2. Pengujian Performansi Sistem dengan Penambahan Visual Efek	37
4.5 Penentuan Koefisien Derajat Penyisipan Paling Optimal	40
5 KESIMPULAN	42
DAFTAR ACUAN	43
LAMPIRAN 1	44
LAMPIRAN 2	45
LAMPIRAN 3	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbedaan <i>steganography</i> dan <i>cryptography</i>	5
Gambar 2.2 Proses Penyisipan dan Pendeteksian <i>watermark</i>	8
Gambar 2.3 Urutan <i>frame</i> pada video	9
Gambar 2.4 Contoh Skema Jaringan Unicast	12
Gambar 2.5 Contoh Skema Jaringan Multiicast	12
Gambar 2.6 Representasi Sinyal Sinus dan Wavelet.....	13
Gambar 2.7 contoh mother wavelet.....	14
Gambar 2.8 Resolusi Skala dan waktu pada wavelet	15
Gambar 2.9 Proses upsampling dengan faktor 2.....	17
Gambar 2.10 Dekomposisi tiga tahap.....	18
Gambar 2.11 Rekonstruksi wavelet 3 tahap.....	19
Gambar 2.12 Dekomposisi tahap 1 pada citra	19
Gambar 2.13 (a) Citra Lena asli, (b) Struktur piramid dua tahap, (c) Dekomposisi Lena menggunakan Daubechies <i>Wavelet</i> satu tahap, (d) Dekomposisi Lena menggunakan Haar <i>Wavelet</i> tahap 2	20
Gambar 2.14 Penyisipan <i>watermark</i> menggunakan DWT	21
Gambar 2.15 Penyisipan <i>watermark</i> menggunakan DWT tahap dekomposisi 2..	21
Gambar 2.16 3D-DWT pada spasial dan temporal korelasi	23
Gambar 3.1 Konfigurasi Umum Sistem	24
Gambar 3.2 Blok diagram mekanisme penyisipan <i>watermark</i>	26
Gambar 3.3 Dekomposisi <i>Frame</i> 2D-DWT untuk tahap 1.....	27
Gambar 3.4 Ketahanan Pada Penambahan <i>Noise</i>	32
Gambar 4.1 Citra Logo <i>Watermark</i>	35
Gambar 4.2 Pengaruh Derajat Penyisipan Terhadap Kualitas <i>Frame</i>	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Mean Opinion Square.....	32
Tabel 4.1 Pengaruh Derajat Penyisipan Terhadap Terhadap hasil Ekstraksi watermark.....	36
Tabel 4.2 Performansi Sistem Terhadap Terhadap Proses Bluring.....	38
Tabel 4.3 Performansi Sistem Terhadap Terhadap Proses Oil Painting.....	38
Tabel 4.3 Performansi Sistem Terhadap Terhadap Proses Emboss.....	39
Tabel 4.5 Penentuan Koefisien Derajat Penyisipan Paling Optimal.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan kemajuan - kemajuan dari teknologi seperti internet, ketersediaan akses Wi-Fi, teknologi *multicast* satelit dan akses bergerak, menjadikan lebih susah dari yang pernah ada dalam menjaga dan melindungi properti hak kekayaan intelektual dalam bentuk digital tersebut, baik dalam isi maupun distribusi konten *digital* itu. Berjuta-juta informasi *digital* dapat dilihat, dicuri bahkan dimanipulasi secara bebas untuk tujuan tertentu yang sifatnya negatif. Jelas ini merugikan pemilik konten tersebut dan juga mengancam pertumbuhan bisnis dan komersialisasi konten multimedia itu, maka masalah keamanan data atau informasi merupakan suatu keharusan. Artinya hanya user yang sah, orang yang memiliki hak akses yang boleh mengakses sumber daya yang ada di sebuah organisasi. Tidak akan ada orang yang mau berinvestasi terhadap bisnis konten multimedia tersebut jika konten itu sangat rentan terhadap keaslian informasi dan pembajakan.

Metode konvensional yang telah dikembangkan adalah penggunaan enkripsi dalam hal transmisi, *username/password (key)* atau *barcode* dalam izin akses dan otentikasi, dan penomoran serial produk dalam penggunaan konten. Pada dasarnya metode ini hanya menjaga hak proteksi selama konten media tersebut belum di didekripsi. Namun demikian jika data tersebut telah didekripsi data ini menjadi sangat mudah untuk di *copy*, disebarluaskan, bahkan dimanipulasi. Demikian halnya pada keamanan proses distribusi dan kemudahan dalam mengakses data tersebut. Ketika *username* dan *password* seseorang sudah di ketahui oleh penyerang maka tidak ada mekanisme berikutnya yang dapat menghalangi akses yang di lakukan oleh seorang penyerang terhadap sistem dalam sebuah organisasi.

Metode konvensional yang telah dikembangkan tersebut tidaklah buruk, akan tetapi perlu adanya teknologi pendamping dan tantangannya adalah bagaimana

membuat sistem yang lebih aman, lebih mudah diakses, dan lebih efisien dengan tidak mengurangi kualitas layanan dan kualitas multimedia tersebut. Untuk mengatasi hal tersebut maka teknologi watermarking merupakan solusinya.

Watermarking merupakan salah satu cara untuk menyisipkan atau menyembunyikan suatu pesan atau data rahasia di dalam data atau pesan lain sehingga tidak tampak oleh pihak-pihak yang tidak berhak, dan hanya dapat diakses oleh orang yang berhak dengan suatu kunci. Watermarking dibedakan dari metode-metode pengamanan yang lain dalam tiga hal penting. Pertama watermark tidak terlihat. Tidak seperti bar code, watermark tidak mengurangi nilai estetika dari sebuah karya misal pada gambar. Kedua watermark tidak bisa dipisahkan dari sebuah konten karena watermark ini tertanam. Tidak seperti penggunaan header yang begitu mudah untuk dihilangkan dengan *crop/pengolahan image* dan juga akan hilang jika dikonversikan ke format file lain. Terakhir watermark mengalami transformasi yang sama terhadap konten yang ditanam. Ini artinya perlu penguasaan yang khusus untuk mencari hasil watermark itu.

Dalam proses pentransmisi konten multimedia, teknologi watermarking tidak membutuhkan penambahan bandwidth yang sudah ada. Watermarking ini biasa diterapkan pada berbagai macam data, yaitu image, audio, dan video. Watermarking video mempunyai keuntungan yaitu dapat menyisipkan informasi dalam ukuran besar karena pada dasarnya video merupakan gabungan image yang 'bergerak' dan audio sehingga sulit dideteksi.

Pada tugas akhir ini penulis menyajikan *skema real time video stream watermarking* dimana secara real time kamera mengambil *frame* yang kemudian dilakukan proses watermarking. Proses ini dilakukan sedemikian rupa agar tidak mengurangi kualitas dari video stream tersebut. Penggunaan proses real time watermarking ini memungkinkan data streaming tidak dicuri, dicopy, maupun dimanipulasi.

1.2 Tujuan Penulisan

Merancang aplikasi otentikasi teknologi watermarking yang diterapkan pada konten video streaming dan disimulasikan diatas jaringan komunikasi dengan *bandwidth* terbatas. Setiap *Group of Picture* dari video streaming

disisipkan informasi sebagai ‘tanda tangan *digital*’ hal ini yang disebut dengan watermarking. Dengan demikian video streaming tersebut memiliki identitas yang otentik, sehingga keaslian pesan (*message integrity*), keaslian identitas pengirim (*user authentication*) dan pengirim tidak dapat menyangkal isi pesan (*nonrepudiation*) itu terjamin.

1.3 Rumusan Masalah

Dengan semakin berkembangnya teknologi multimedia dan jaringan data akses cepat. Diharapkan simulasi ini bisa menggambarkan kemanan konten multimedia yang bisa menjawab tantangan dalam melindungi properti hak kekayaan intelektual isi maupun distribusi konten *digital* itu.

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Membangun simulasi aplikasi *Watermarking Video Streaming* dan melakukan konfigurasi agar dapat memberikan layanan *Live Video Streaming* melalui *Web Camera*.
2. Isu yang dibahas adalah kualitas citra dan ketahanan algoritma dari serangan baik sengaja maupun tidak sengaja.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam penulisan ini hanya dibatasi masalah-masalah seperti:

1. Implementasi Proses watermarking video streaming dilakukan diatas perangkat lunak MATLAB 7.4.1 dan simulink.
2. Tidak membahas mengenai aplikasi server-client termasuk protokol dan pengaruhnya terhadap sistem.
3. Implementasi simulasi video watermarking menggunakan Web Camera.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan ini dibagi dalam beberapa bab, di mana masing-masing bab dipaparkan sebagai berikut :

BAB 1 Pendahuluan

Pada bab ini dijelaskan Latar Belakang, Tujuan, Pembatasan Masalah, Metodologi Penulisan, dan Sistematika Penulisan.

BAB 2 Watermarking Citra Dengan Domain Wavelet

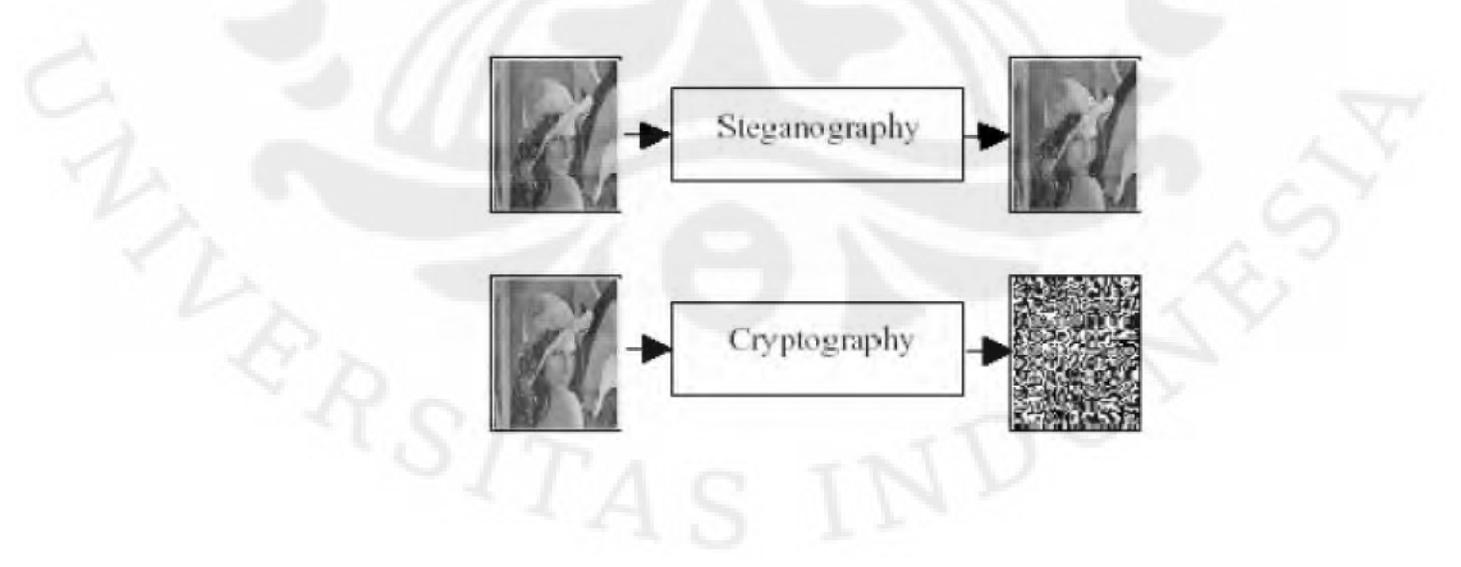
Pada bab ini dijelaskan landasan teori mengenai pengertian watermarking, karakteristi video yang berhubungan dengan watermarking, dan transformasi wavelet yang digunakan dalam watermarking *images*.

BAB 3 Skema *Real Time Video Stream Watermarking*

Pada bab ini dijelaskan konfigurasi skema sistem real video stream watermarking diatas jaringan komunikasi. Konfigurasi streaming server, konfigurasi *client*, dan konfigurasi *limited bandwidth communication*.

BAB 4 Kesimpulan

Merupakan kesimpulan dan penutup penulisan skripsi.



Digital Watermarking adalah sebuah proses pengolahan sinyal/data digital yang spesifik/informasi (watermark) yang disisipkan didalam sebuah konten media (host data) yang dengan demikian konten tersebut memiliki identitas yang unik, akan tetapi kehadirannya tidak disadari oleh indera manusia (pendengaran dan penglihatan) sepanjang penerapan watermarking itu diluar intensitas kemampuan penglihatan manusia *human visual system(HVS)* dan pendengaran manusia *human audio system(HAS)*. Jadi seolah-olah tidak ada perbedaan antara host data sebelum dan sesudah proses *watermarking* [2]. Disamping itu data yang ter-watermark harus tahan (robust) terhadap serangan-serangan baik sengaja ataupun tidak di sengaja untuk menghilangkan/merusak data watermark di dalamnya. Watermark juga harus tahan terhadap berbagai jenis pengolahan/proses bisa berupa text, image, audio, maupun video.

Digital watermarking merupakan multidisiplin ilmu yang mekombinasikan media dan pemrosesan sinyal dengan kriptografi, teori komunikasi, teori coding, teori persepsi manusia, dan kualitas layanan (QoS)[3]. Umumnya teknik watermarking ini digunakan luas dalam proteksi hak kekayaan intelektual sebagai penanda identitas dari pemilik.

2.1.1 Aplikasi Watermarking

Berikut adalah kegunaan dari watermarking [6]

- *Broadcast Monitoring*; *watermark* ditanam pada konten video pada waktu proses produksi atau penyiaran. Watermarking ini memungkinkan pelacakan konten siaran yang kemudian berfungsi sebagai alat manajemen, penyedia informasi untuk pemilik konten, produser, rumah produksi dan layanan penyiar. Dengan demikian pemegang hak konten berhak untuk tau dimana, kapan, dan untuk berapa lama konten mereka mengudara, dan dapat dilaporkan dengan informasi tambahan seperti identifikasi dari produser konten, waktu dan tanggal produksi[4].
- *Owner Identification*; *Watermark* digunakan sebagai informasi identitas si pemiliki media sebagai label kepemilikan.
- *Proof of Ownership*; Selain sebagai identitas, watermark dan konten tersebut bisa digunakan sebagai bukti kepemilikan yang dilindungi

Undang- undang dengan mendaftarkan properti (bukti watermark dan konten) pada instansi terkait mengenai hak atas kepemilikan.

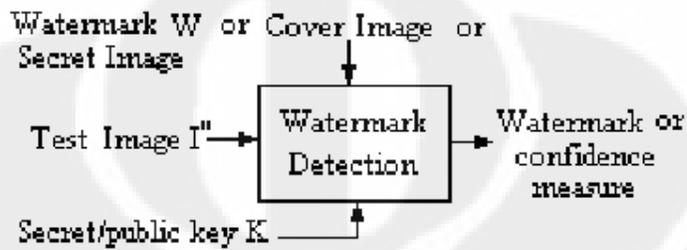
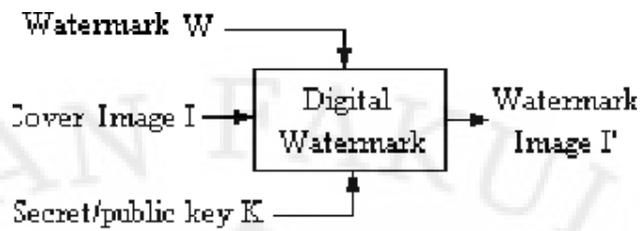
- *Transaction Tracking*; pemilik konten akan menanamkan kontennya dengan watermark yang berbeda untuk penerima yang juga berbeda, sehingga jika ada konten yang disebarluaskan secara ilegal maka owner dari konten tersebut dapat melacak siapa yang bertanggung jawab.
- *Content Authentication*; watermark sebagai *digital signature* sebagai bukti otentik dari si owner sehingga integritas konten dapat dipercaya.
- *Copy Control*; watermark dapat berisi pesan tentang peraturan-perturan penggunaan dan pengkopian data multimedia seperti yang diinginkan oleh pemilik data multimedia.

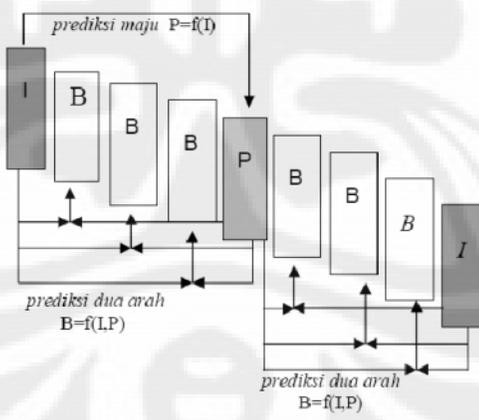
2.1.2 Teknik Pemrosesan Digital Watermarking

Berikut beberapa istilah-istilah yang secara umum digunakan ketika melakukan proses watermarking ini [4].

- Watermark – *The identifier*, Tanda/informasi yang ditanamkan pada konten audio visual.
- Watermark Embedder – *a watermarking embedding function* Proses yang menambahkan *identifier* ke konten audio visual
- Watermark Detector – Proses yang membaca *identifier* dari konten audio visual.

Sebuah *watermarking embedding function* akan menanamkan sebuah watermark h ke dalam media data B dan menghasilkan sebuah data watermarked B^w . Sebuah detektor akan mengecek kehadiran watermark ini kemudian mengekstraknya h dari data B^w . Proses penyisipan dan pendeteksian watermark umumnya menggunakan *key* untuk menambah keamanan data. Key ini bisa berupa nilai paramater atau algoritma dari penyisipan. Proses penyisipan dan pengekstrakan secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.2





merupakan *predicted frame (P-frame)* dikodekan menggunakan *frame* sebelumnya yaitu *frame I* atau *P*. *Frame P* disebut sebagai *frame* prediksi kedepan (*forward prediction*). Sedangkan *Frame B* dikodekan berdasarkan *frame* sebelum dan sesudahnya sebagai referensi. Teknik ini disebut prediksi dua arah (*bidirectional prediction*).

Karakteristik suatu video digital ditentukan oleh resolusi (*resolution*), kedalaman piksel (*pixel depth*), dan laju *frame (frame rate)*. Resolusi adalah ukuran sebuah *frame*. Resolusi dinyatakan dalam piksel x piksel. Semakin tinggi resolusi, semakin baik kualitas video tersebut, artinya dalam ukuran fisik yang sama, video dengan resolusi tinggi akan lebih detil. Pada video digital, umumnya data video dipisahkan menjadi komponen-komponen, baik komponen warna (*chrominance*) maupun komponen kecerahan (*luminance*). Penyajian semacam ini disebut *component video*, tiap komponen dipisahkan dengan cara tertentu. Beberapa cara pemisahan komponen tersebut adalah RGB, YUV, YIQ. Seperti jenis data *digital* yang lain, data video juga dapat disimpan, diedit, ataupun dikirim melalui jaringan.

Dalam data video terdapat redundansi, karena ada data yang sebenarnya dapat direpresentasikan dengan data lain dalam *frame* yang sama atau *frame* lainnya. Redundansi dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu redundansi spasial (*spatial redundancy*) dan redundansi temporal (*temporal redundancy*).

Redundansi spasial adalah redundansi ruangan (*space*) dalam suatu *frame*, yang disebabkan karena adanya korelasi antara satu piksel dengan piksel di sekitarnya. Redundansi ini bisa digunakan untuk kompresi *intraframe*. Redundansi temporal adalah redundansi yang terjadi karena sebuah *frame* video sangat mirip dengan *frame* terdekat baik *frame* sebelumnya maupun *frame* sesudahnya. Hal ini disebabkan adanya piksel-piksel yang berkorelasi diantara *frame-frame* tersebut. Redundansi ini terutama dikarenakan banyak bagian *frame* yang tidak berubah dibanding *frame* sebelum atau sesudahnya. Redundansi temporal dimanfaatkan untuk melakukan kompresi *interframe*

2.2.1 Karakteristik Video Streaming

Video streaming merupakan video digital yang memanfaatkan *streaming server* dalam mentransmisikan datanya melalui jaringan komunikasi dengan

demikian *playing* video dapat langsung dilakukan tanpa perlu menunggu sampai proses download selesai atau menyimpannya dulu pada *hard disk*. Sistem video streaming ini melibatkan proses encoding termasuk kompresi terhadap isi dari data video, kemudian mentransmisikan video *stream* melalui suatu jaringan komunikasi, sehingga user tujuan dapat mengakses, melakukan *decoding*, dan menampilkan video tersebut secara *real-time*.

Pada aplikasinya video streaming ini dapat digunakan video *surveillance*, video *conference*, e-learning video, maupun pada *remote monitoring*. Teknologi streaming cenderung bersifat *bandwidth-dependent*, sehingga sangat bergantung pada kondisi jaringan. Agar data *stream* dapat di-*playback* secara baik, perlu diperhatikan beberapa pertimbangan supaya data *stream* memiliki bit rate/data transfer *rate* yang cukup rendah, karena dengan mengurangi bit rate berarti sama saja dengan mengirimkan lebih sedikit data. Mengurangi bit rate dapat dilakukan dengan cara antara lain: membuat dimensi *frame* video menjadi lebih kecil. membuat jumlah *frame* per second (fps) video menjadi lebih rendah. mengurangi jumlah informasi yang ada di setiap *frame* video melalui proses kompresi.

Model pengiriman file multimedia streaming dibagi menjadi 2 yaitu:

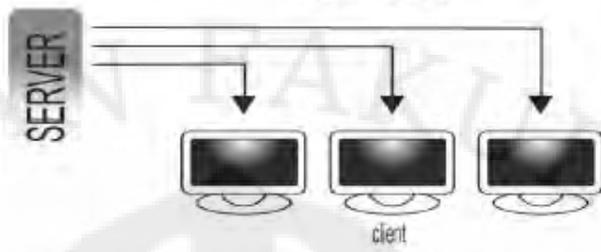
- *Pre-recorded*, dimana pada model ini server melakukan preencoded dan menyimpan content (file media stream) lalu mengirimkan pada client saat ada permintaan.
- *Live*, dimana pada model pengiriman file multimedia ini *server* meng*capture* dan encode serta mengirim stream secara real time.

2.2.2 Jenis aplikasi komunikasi video Broadcast

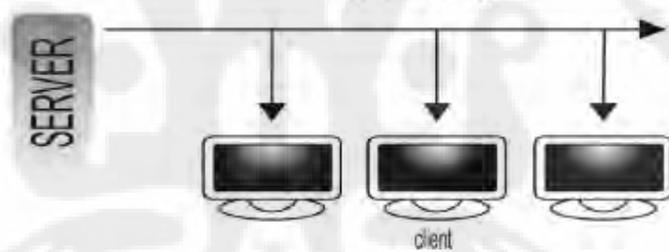
Suatu data informasi dapat dikirimkan melalui jaringan secara unicast maupun multicast.

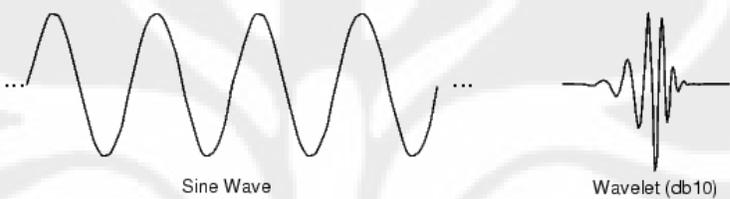
1. Unicast, bersifat end-to-end, di mana setiap client mendapatkan stream data yang berbeda dari client yang lain, meskipun pengiriman dilakukan secara simultan. Dengan menggunakan server yang sama, model koneksi unicast akan membutuhkan jumlah link koneksi sama sama dengan banyaknya jumlah client.

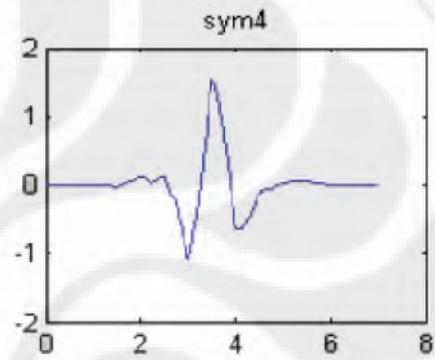
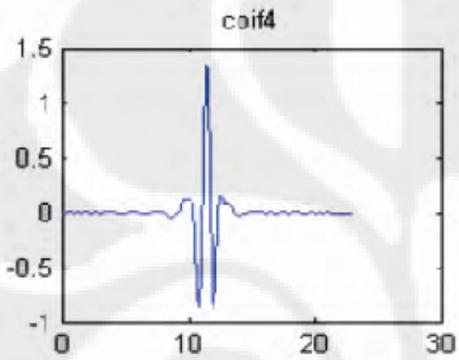
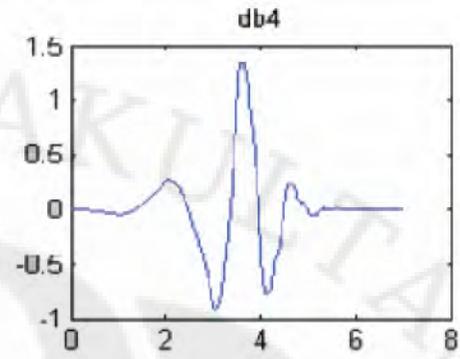
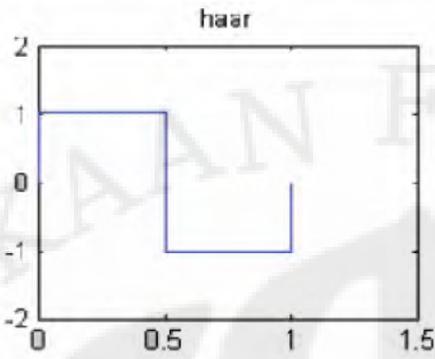
UNICAST



MULTICAST

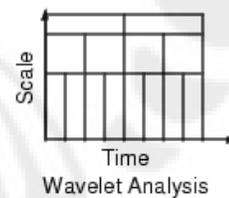
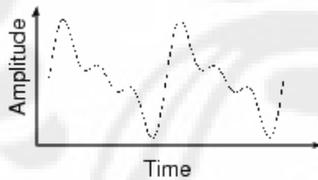






$$\psi_{a,b}(t) = a^{-1/2} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right); \quad a > 0, b \in \mathbb{R}$$

$$\psi_{j,k}(t) = 2^{j/2} \psi(2^j t - k); \quad j, k \in \mathbb{Z}$$



Pada dasarnya, transformasi wavelet dapat dibedakan menjadi dua tipe berdasarkan nilai parameter translasi dan dilatasinya, yaitu Continue Wavelet Transform (CWT) dan Discrete Wavelet Transform (DWT). Transformasi wavelet kontinu ditentukan oleh nilai parameter dilatasi (a) dan translasi (b) yang bervariasi secara kontinu, dimana $a, b \in \mathbb{R}$ dan $a > 0$. Continue Wavelet Transform (CWT) menganalisis sinyal dengan perubahan skala pada window yang dianalisis, pergeseran window dalam waktu dan perkalian sinyal serta mengintegral semuanya sepanjang waktu. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{CWT}(a,b) = \int f(t) \psi_{a,b}^*(t) dt \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana $\psi_{a,b}(t)$ seperti pada persamaan diatas.

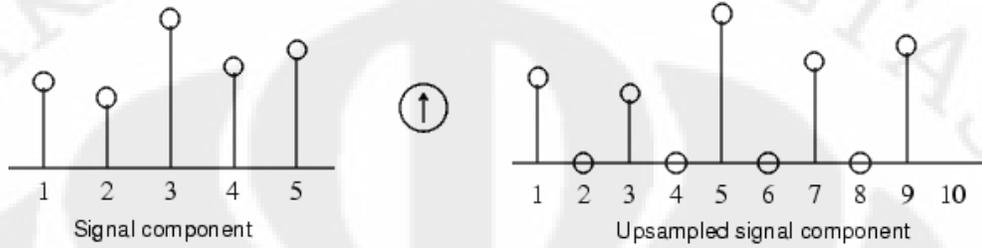
Transformasi wavelet diskrit bertujuan untuk mengurangi redundansi yang terjadi pada transformasi wavelet kontinu dengan cara mengambil nilai diskrit dari parameter a dan b . Transformasi wavelet diskrit menganalisa suatu sinyal dengan skala yang berbeda dan merepresentasikannya ke dalam skala waktu dengan menggunakan teknik filtering, yakni menggunakan filter yang berbeda frekuensi cut-off-nya.

Pada pemrosesan sinyal digital lebih sering digunakan transformasi wavelet diskrit (*Discrete Wavelet Transform*) selanjutnya disingkat DWT. Pada penulisan ini digunakan DWT dalam pengkompresian video dan watermarking video. Berikutnya dalam penulisan ini hanya dijelaskan mengenai DWT.

2.3.1 Discrete Wavelet Transform

DWT menggunakan filter dengan frekuensi cut off yang berbeda untuk menganalisis sebuah sinyal multimedia pada resolusi yang berbeda. Sebuah sinyal dilewatkan melalui sederetan high pass filter yang juga dikenal sebagai fungsi wavelet untuk menganalisa frekuensi tinggi dan dilewatkan pada low pass filter untuk menganalisa frekuensi rendah.

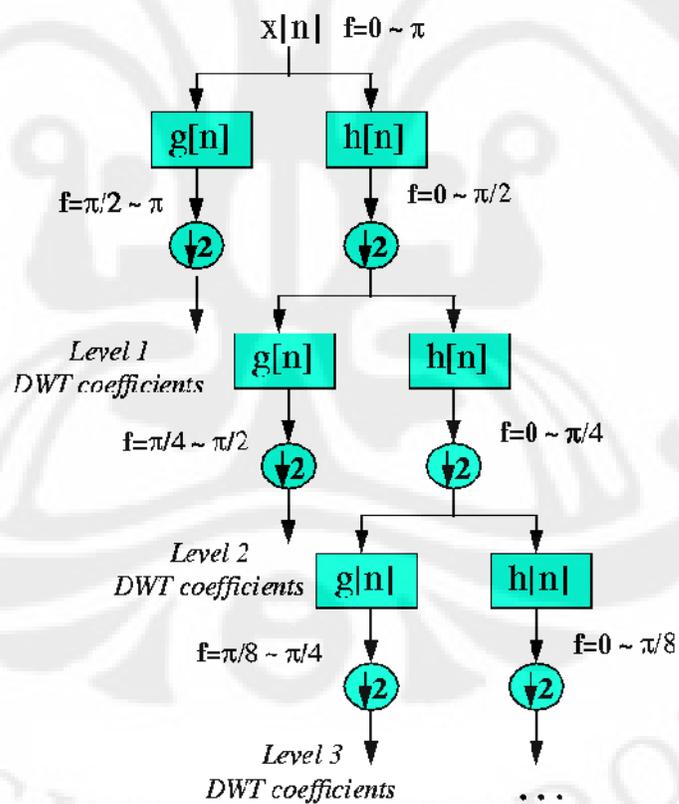
Resolusi dari sinyal, yakni sebuah ukuran dari sejumlah informasi *detail* dalam sebuah sinyal diubah melalui operasi *filtering* dan skala diubah melalui proses *upsampling* dan *downsampling* (subsampling). *Subsampling* sebuah sinyal yakni mengurangi jumlah sampling atau membuang beberapa sample dari sinyal. *Subsampling* dengan faktor n mengurangi jumlah sample dalam sinyal n kali.



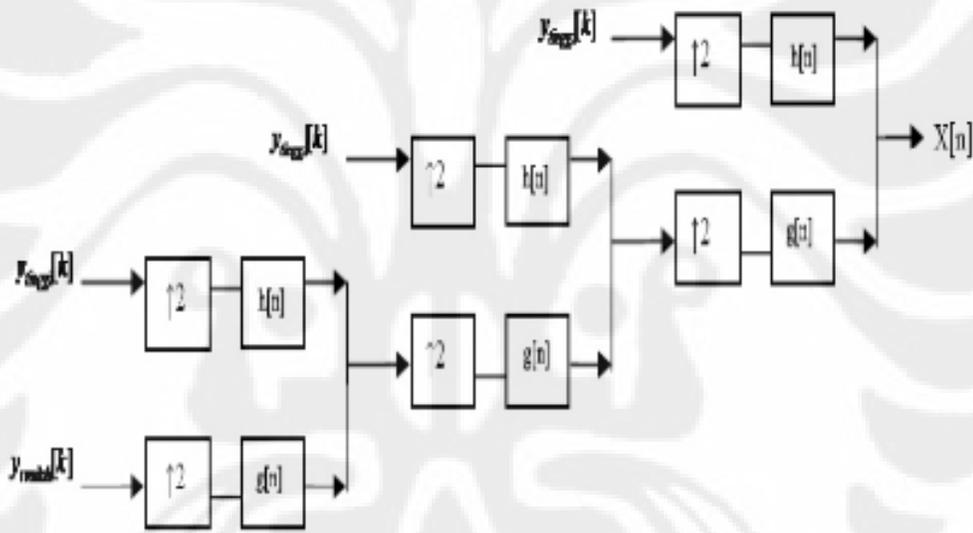
$$x[n] * h[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \cdot h[n-k]$$

$$\sum_n x[n] \cdot g[2k - n]$$

$$\sum_n x[n] \cdot h[2k - n]$$

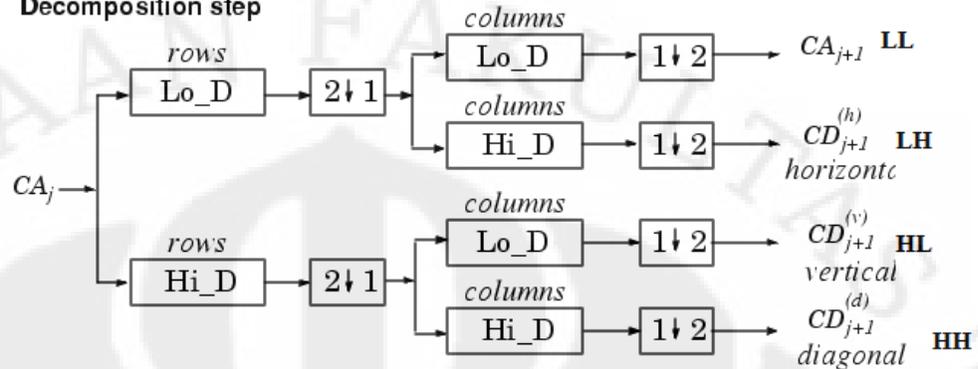


$$x[n] = \sum_k (y_{high}[k] \cdot h[-n + 2k] + y_{low}[k] g[-n + 2k])$$

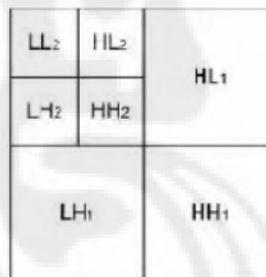


Two-Dimensional DWT

Decomposition step



(a)



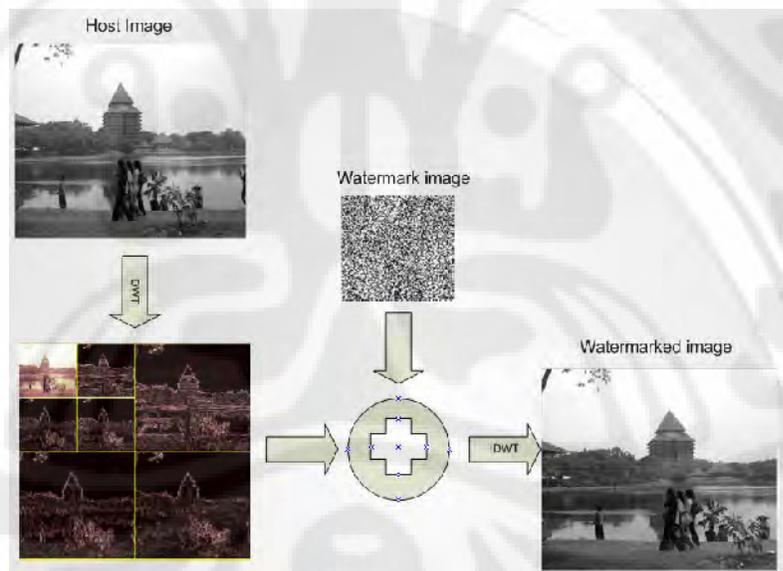
(b)

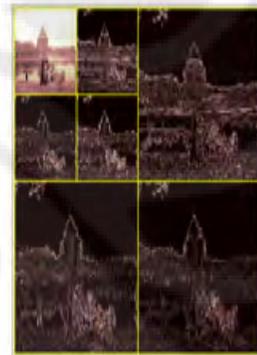
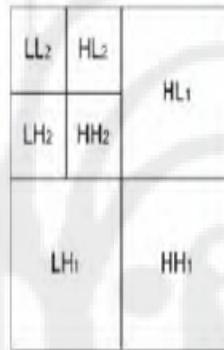
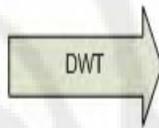


(c)



(d)



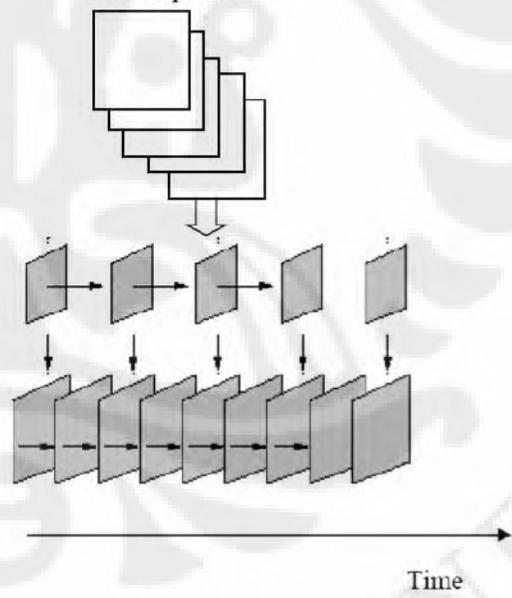




Video Sequence

Apply 2D wavelet transform for each frame

Apply 1D wavelet transform across the time dimension



Dalam penggunaannya, *watermarking* terdiri dari dua tipe yaitu identik *watermark* dan independen *watermark*. Agar dapat terhindar dari penghilangan *watermark* oleh pihak-pihak yang tidak berhak maka peyisipan *watermark* pada penulisan ini dilakukan dengan menggunakan identik *watermark* pada bagian *frame motionless*. Pada penulisan ini hanya digunakan metode penyisipan untuk korelasi spasial. Metode temporal tidak digunakan hal ini agar menjaga kualitas dari citra dan kualitas dari layanan (*streaming data*) benar-benar terjaga.

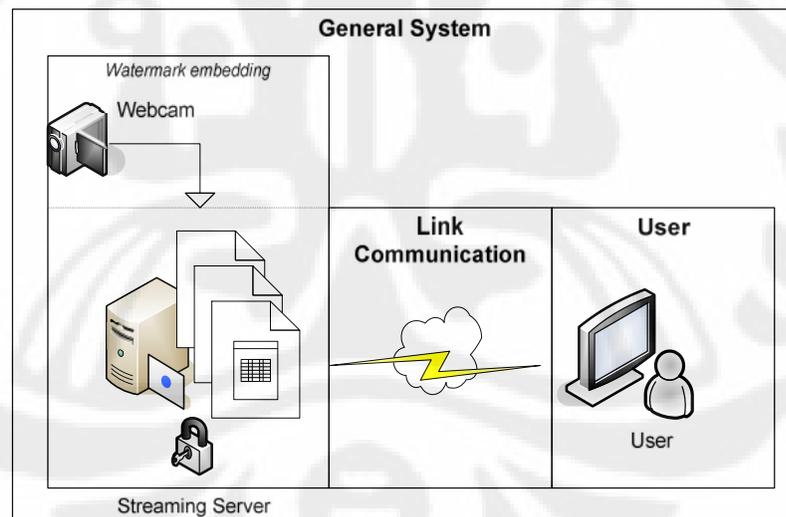
BAB 3

DESAIN SISTEM *REAL TIME VIDEO STREAM WATERMARKING*

3.1 Desain Mekanisme Sistem

Penulisan ini akan menjelaskan *real time* penyisipan dan verifikasi dari sebuah watermark. Ketika proses pentransferan sebuah video untuk setiap *frame*, watermark harus ditanam sesingkat mungkin sehingga server dapat mentransmit masing-masing *frame* dengan *real time* dan tidak mengganggu proses sinkronisasi antara proses penyisipan dan verifikasi watermark. Untuk itu algoritma penggunaan basis korelasi sangat dihindari.

Blok umum terlihat pada gambar 3.1, webcam berperan dalam *capture* gambar secara *real-time* yang kemudian data tersebut diolah dalam sebuah streaming server, disinilah data kemudian diproses (*compressing* dan *watermarking data*) yang selanjutnya secara *streaming* dikirim pada user.



Gambar 3.1 Simulasi konfigurasi Umum Sistem

Penggunaan teknik watermarking dengan menanamkan informasi *watermark* pada video stream adalah sebagai bentuk tambahan keamanan dari penggunaan yang tidak berhak dan juga menghindari terjadinya penambahan *bandwidth*. Penyisipan informasi dibuat transparan agar kualitas dari video tidak terganggu,

transparan dalam hal ini mengacu sistem penglihatan manusia (Human Visual Sistem).

3.2 Konfigurasi Streaming Server

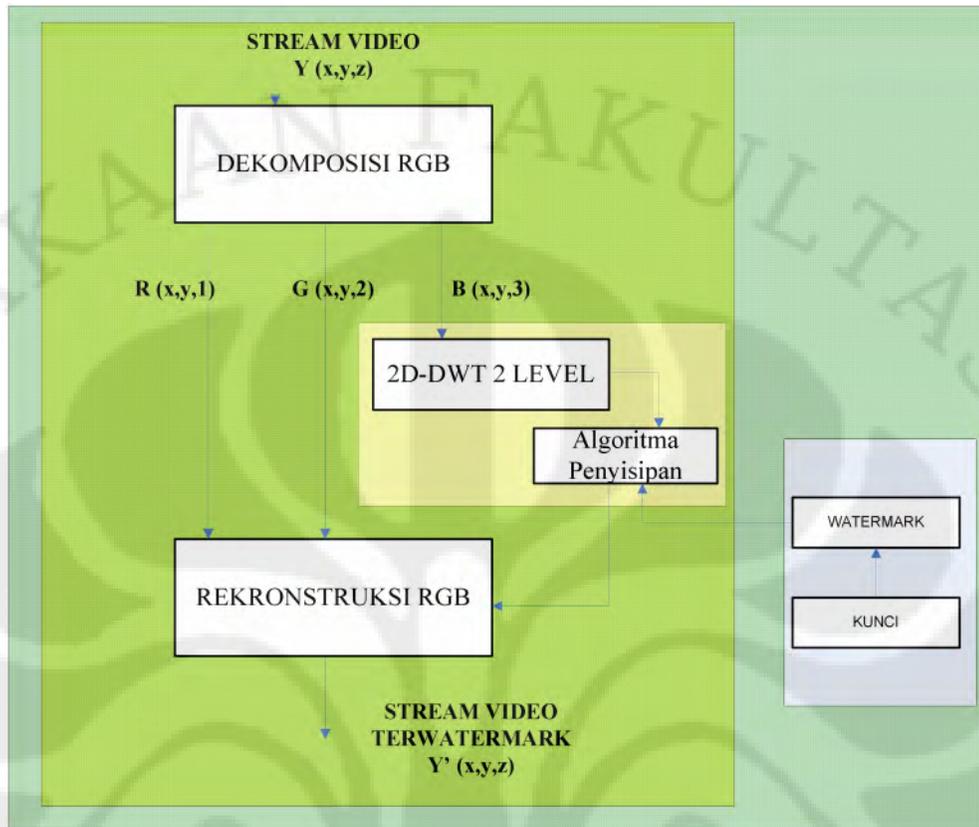
Streaming server berperan dalam hal mentransfer data secara *streaming real-time* yang *direct* sama user. Didalam streaming server ini terjadi pre-proses dimana data stream dari webcam mengalami proses penyisipan *watermark*. Pada streaming server ini sistem dikonfigurasi agar data yang *captured* bersumber dari webcam (pada penulisan ini *webcam* yang digunakan telah *embedded* pada notebook) kemudian setiap *frame* dari video akan mengalami proses watermarking.

3.2.1 Proses Penyisipan Watermark

Teknik penyisipan watermark yang dimaksud pada sistem ini terdiri dari 4 tahap:

- 1) Dekomposisi setiap aliran data *frame* menjadi 3 kanal warna yakni, *frame red*, *frame green*, dan *frame blue*. Hal ini dikarenakan agar data yang ditampilkan tetap berwarna tanpa harus diubah ke metode gray terlebih dahulu dan juga agar 2D-DWT dapat beroperasi pada *frame-frame* ini.
- 2) Hanya *Frame* biru yang dilakukan dekomposisi dengan 2D-DWT 2tahap. Hal ini mengacu pada sistem penglihatan manusia yang cenderung kurang sensitif terhadap bidang berwarna biru[12].
- 3) Penyisipan watermark menggunakan algoritma penyisipan (dijelaskan pada subbab 3.2.1.2 Algoritma Penyisipan).
- 4) Terakhir IDWT dilakukan untuk merekonstruksi kembali *frame-frame* dan akhirnya setiap *frame* di gabung membentuk *frame* tunggal RGB yang telah ter*watermark* .

Blok skema diagram penjelasan proses penyisipan dapat dilihat pada Gambar 3.2



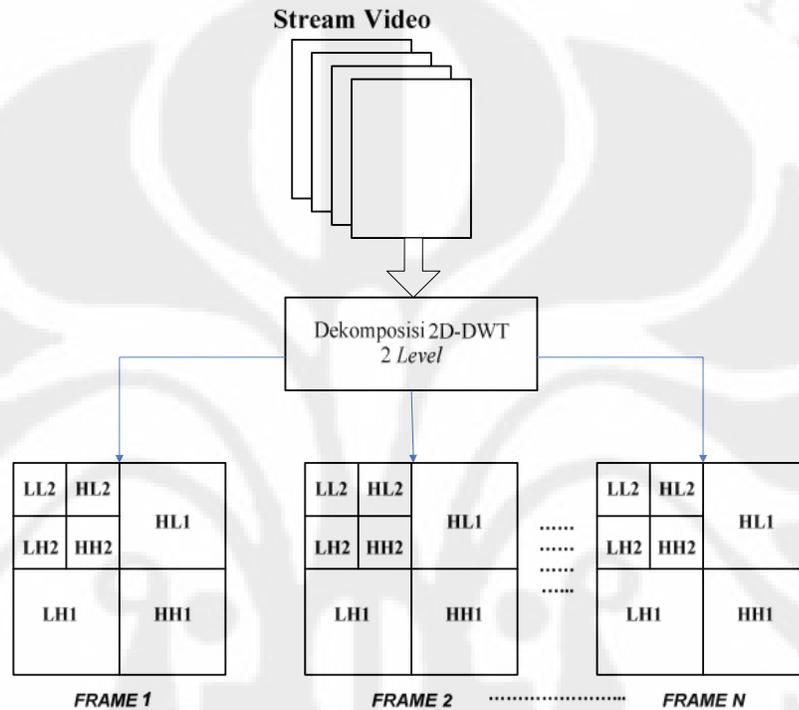
Gambar 3.2 Blok diagram mekanisme penyisipan watermark

3.2.1.1 Dekomposisi *frame* dengan 2D-DWT 2 Tahap

Dekomposisi setiap *frame* yang akan disisipi *watermark* merupakan langkah pertama yang harus dilakukan untuk dapat menyisipkan *watermark* ke dalamnya. Pada penulisan ini dekomposisi citra *digital* ini dilakukan dengan menggunakan *Discrete Wavelet Transform (DWT)* 2 tahap dengan *mother wavelet haar*. Dari dekomposisi 2 tahap dihasilkan satu sub-band aproksimasi dan 6 sub-band detil. Proses penyisipan dilakukan pada *sub-band middle frequency* pada tahap 2 yakni pada sub-band LH2 dan HL2 pada masing-masing *frame*. Prosedural mekanisme dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Proses penyisipan watermark pada pita frekuensi rendah (LL) akan menyebabkan nilai estetika pada sebuah citra berubah walaupun penyisipan pada pita frekuensi akan menghasilkan watermark yang kuat, sebaliknya penyisipan pada frekuensi tinggi (HH) akan menyebabkan ketahanan watermark menjadi

berkurang, pita frekuensi tinggi memiliki tingkat hidden watermark yang baik akan tetapi sangat rentan terhadap serangan *noise*. Oleh sebab itu dipilih pita frekuensi pertengahan yang cenderung tahan terhadap noise dan sedikit tidak mengubah nilai estetika pada sebuah citra.



Gambar 3.3 Dekomposisi *Frame* 2D-DWT untuk tahap 2

3.2.1.2 Algoritma Penyisipan

Penyisipan *watermark* dilakukan pada masing-masing *sub-band* LH2 dan HL2 dari *frame blue*. Jika Y_B adalah *frame blue* dari original *frame* hasil DWT tahap 2, K adalah kunci *image*, α adalah koefisien derajat penyisipan watermark, W adalah *watermark image* dan W_K adalah *random watermark*. Maka algoritma *frame* yang berwatermark adalah sebagai berikut;

$$W_K = K * W$$

If $W_K(x,y) = 1$

Exchange $Y_B(x,y)$ with $\max(Y_B)$

else

Exchange $Y_B(x,y)$ with $\min(Y_B)$

Proses ini merupakan proses manipulasi nilai koefisien sub-band pada wavelet. Prosedur pengubahan ini berdasarkan random watermark yang berupa bilangan acak bersumber dari kunci image dan watermark itu sendiri..

3.3 Pseudo Random Key Generation

Kunci image berupa *pseudo random key generation*, dengan nilai *initial seed* berupa bilangan *double scalar* yang nilainya secara otomatis dibuat dengan mengambil informasi *time* saat proses penyisipan dilakukan. Informasi ini berupa bilangan tahun-bulan-tanggal-jam-menit. Misalnya saat watermarking dilakukan pada tahun 2009 bulan Desember tanggal 21 jam 15:30 maka nilai initial seed adalah 2009211530.

Pada aplikasi sistem ini digunakan pembangkit bilangan acak bersumber dari pemrograman MATLAB 7.4.0 dengan tipe *random twister* yang setiap bilangan yang dihasilkan dibulatkan menjadi 1 dan -1. Pseudo random ini bukanlah bilangan yang dibangkitkan benar-benar acak akan tetapi memiliki algoritma pembangkitan bilangan. Sehingga jika dibangkitkan bilangan acak dengan tipe dan nilai initial seed yang sama maka akan dihasilkan bilangan acak yang sama. Prinsip ini digunakan dalam sinkronisasi untuk *transmitter* dan *receiver*.

3.4 Proses Verifikasi atau Ekstraksi

Verifikasi atau Ekstraksi merupakan invers/kebalikan dari metode penyisipan tersebut, dimana video stream akan didekomposisi secara DWT 2 tahap kembali. Jika Y'_B adalah *frame blue* dari *watermarked frame* hasil DWT tahap 2, K adalah kunci *image*, W' adalah ekstraksi *watermark image* dan W'_K adalah ekstraksi *random watermark*. Kemudian watermark di ekstrak dengan algoritma sebagai berikut.:

if $Y'_B(x,y) > \text{median}(Y'_B(x,y))$

$W'_K(x,y) = 1$

else

$W'_K(x,y) = -1$

end

$$W' = W'_K * K$$

Data original tidak dibutuhkan dalam dalam proses ekstraksi ini, yang dibutuhkan hanya sebuah kunci dengan *initial seed* yang sebelumnya digunakan pada proses penyisipan. Dengan demikian metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah *blind watermarking*. Hal ini dimaksudkan agar proses verifikasi dan pentransmisian tidak menggunakan kanal yang berbeda secara bersamaan.

3.5 Penilaian Paramter kualitas citra yang Dianalisa

Kualitas video secara umum dapat dinilai secara objektif melalui rumusan matematis mengenai sinyal yang ditampilkan terhadap sinyal *source*. Adapun penilaian subjektif juga dapat disertakan, penilaian ini menggambarkan opini orang terhadap kualitas *image/frame* sebelum dan sesudah di watermarking, penilaian ini memiliki standar sendiri yang terkait pada visual pengamat yang cenderung berbeda untuk setiap orang. Pada penulisan ini tidak disertakan penilaian subjektif, hanya penilaian objektif yang dianalisa.

3.5.1 Penilaian Subjektif

Penilaian subjektif berkenaan dengan seberapa bagus kualitas suatu gambar menurut persepsi orang. Dua buah *frame* yang memiliki kualitas objektif yang sama dapat mempunyai kualitas subjektif yang berbeda tergantung pada persepsi visual pengamat. Kualitas subjektif dari suatu citra dapat dievaluasi dengan memperlihatkan citra tersebut pada sejumlah pengamat, dalam hal ini memperlihatkan citra watermarking bila dibandingkan dengan citra asli dan kualitas citra logo hasil pendeteksian, kemudian mengambil rata-rata dari evaluasi mereka. Inilah yang disebut MOS (*Mean Opinion Square*).

Tabel 3.1 Mean Opinion Square

Nilai	Tahap Distorsi	Kualitas Citra
1	Sangat Mengganggu (<i>very annoying</i>)	Citra yang diamati memiliki kualitas yang demikian buruk sehingga tidak dapat diamati lagi.

Nilai	Tahap Distorsi	Kualitas Citra
2	Mengganggu (<i>annoying</i>)	Citra yang diamati mempunyai kualitas buruk dengan gangguan yang berarti.
3	Cukup (<i>passable</i>)	Citra yang diamati mempunyai kualitas yang cukup baik dengan gangguan yang sedikit berarti.
4	Baik (<i>fine</i>)	Citra yang diamati mempunyai kualitas bagus tanpa gangguan yang berarti.
5	Sangat Bagus (<i>excellent</i>)	Citra yang diamati mempunyai kualitas yang sangat baik hampir serupa dengan citra aslinya

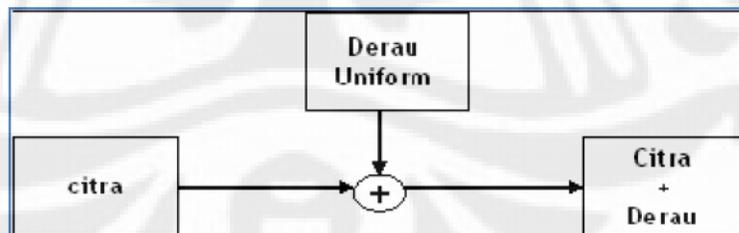
3.5.2 Penilaian Objektif

Pada beberapa sistem transmisi citra beberapa kesalahan yang terjadi pada citra rekonstruksi dapat ditoleransi. Dalam kasus ini penilaian objektif dapat digunakan sebagai ukuran kualitas dari sistem. Analisa kualitas citra digital berdasarkan penilaian objektif dilakukan dengan mengukur nilai parameter-parameter *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan *Mean Square Error* (MSE). Citra masukan, baik citra asli maupun citra logo, dinotasikan dengan $f(x,y)$ sedangkan citra keluaran, baik citra watermarking maupun citra logo hasil deteksi, dinotasikan dengan $g(x,y)$, dengan ukuran citra $M \times N$ pixel.

- a. Mean Square Error (MSE) MSE adalah nilai rata-rata kuadrat nilai error ($e(x,y)$) antara citra masukan ($f(x,y)$) dengan citra keluaran ($g(x,y)$), dimana kedua citra tersebut memiliki ukuran yang sama. Nilai MSE yang baik adalah mendekati nol. (MSE = 0)
- b. PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) PSNR merupakan nilai perbandingan antara nilai maksimum citra hasil rekonstruksi dengan nilai rata-rata kuadrat error (MSE). PSNR digunakan untuk mengukur perbedaan intensitas antara dua buah citra, dimana masing-masing citra mempunyai nilai pixel dalam interval 0 hingga

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{y=1}^{N-1} (e(x, y))^2$$

$$PSNR = 10 \times \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \text{ dB}$$



pada video terwatermark sehingga menghasilkan video yang telah mengalami proses pengolahan sinyal.

3.7 Spesifikasi Sistem

Pada penulisan ini tentunya digunakan sejumlah perangkat keras dan lunak dalam mengimplementasikan simulasi analisis dan implementasi sistem tersebut.

Adapun perangkat yang digunakan sebagai berikut :

1. Perangkat keras; Compaq notebook Presario CQ40
Prosesor Intel Pentium Dual Core 2 Ghz
RAM 2 GB
Hard Disk 120GB
2. Perangkat lunak; Sistem operasi Microsoft Windows Vista SP 1.
Pemrograman Komputasi dan Simulink dari
MATLAB 7.4.0

BAB 4
ANILISIS DAN PENGUJIAN SIMULASI SISTEM

4.1 Analisis Pengujian kriteria PSNR

Pada dasarnya banyak cara dalam pengukuran SNR (*Signal to Noise Ratio*), akan tetapi PSNR merupakan cara yang biasa dipergunakan dalam pemrosesan citra. Hal ini dikarenakan PSNR dapat memberikan hasil yang memuaskan dibandingkan metode pengukuran SNR lainnya [12]. PSNR digunakan untuk mengukur perbedaan intensitas antara dua buah citra. Selain itu, PSNR juga dipergunakan untuk menyatakan rasio perbandingan antara daya maksimal sinyal terhadap error citra.

Pada bab 3 dijelaskan mekanisme perhitungan PSNR dengan nilai maksimal piksel adalah 255, pada pengujian ini nilai maksimal pada sebuah citra bukanlah 255 (tipe data uint 8) tetapi 1 (tipe data double 0-1). Simulasi perhitungan PSNR yang dilakukan menggunakan blok PSNR simulink dari matlab yang secara otomatis mengambil nilai maksimum untuk tipe data double floating point dengan nilai maksimal 1.

$$PSNR = 10 \times \log_{10} \frac{R^2}{MSE} \text{ dB} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana nilai R adalah fluktuasi maksimum dari data masukkan gambar, jika masukkan gambar memiliki tipe data *double floating point* maka nilai R adalah 1. Jika tipe data adalah 8-bit *unsigned integer* maka R bernilai 255.

4.2 Logo Citra Watermark yang Digunakan

Logo citra yang digunakan merupakan representasi logo *binary image* yang memiliki dua paramater nilai piksel, dalam percobaan ini logo memiliki nilai -1 untuk hitam dan 1 untuk putih. Secara umum program akan menyesuaikan ukuran dan jenis watermark yang diugunakan. Jika watermark yang digunakan merupakan *gray scale* maka program akan mengkonversi watermark ini menjadi jenis *binary image*, demikian juga mengenai ukuran *image* yang akan dikonversi sesuai dengan yang dibutuhkan program. Dimensi DWT untuk sub-band level 2

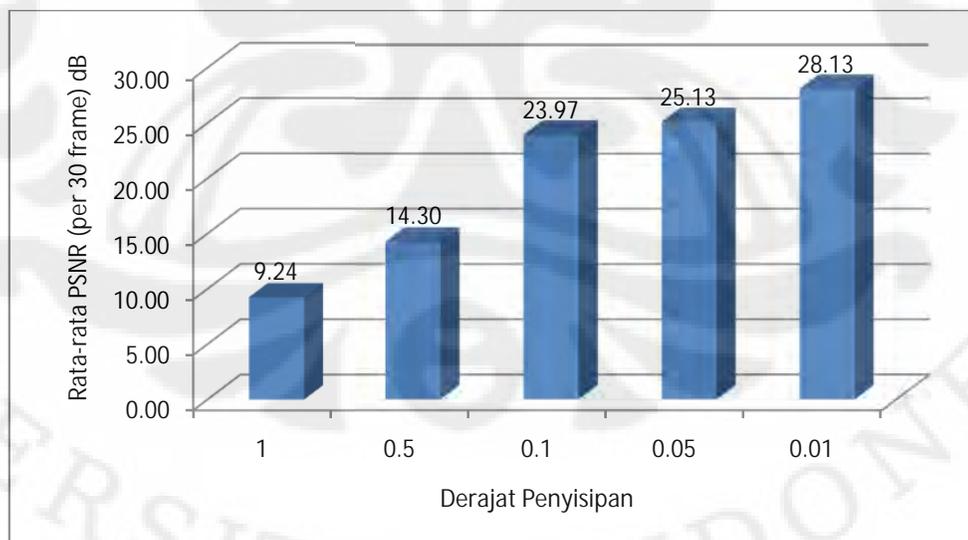
memiliki seperempat kali dimensi video *host*. Gambar 4.1 memperlihatkan logo yang digunakan pada analisis ini.



Gambar 4.1 Citra Logo Watermark

4.3 Pengaruh Koefisien Terhadap Kualitas Media Tanpa Noise

Derajat merupakan koefisien skala frekuensi dari sub-band middle yang menentukan derajat kekuatan watermark pada proses watermarking. Berikut ini merupakan hasil pengujian performansi sistem dengan *sample time* 1/30 sehingga satu satuan waktu menghasilkan 30 *frame*. Performansi sistem dilihat pada rata-rata nilai PSNR per frame dengan kategori nilai derajat penyisipan 1, 0,5, 0,1 0,05 dan 0,01. Performansi nilai PSNR per frame untuk masing-masing derajat koefisien penyisipan terlampir pada Lampiran 1.



Gambar 4.2 Pengaruh Derajat Penyisipan Bernilai 1 Terhadap Kualitas Frame

Pada gambar 4.2 diatas dapat diketahui bahwa kualitas media hasil *watermarking* dipengaruhi oleh koefisien derajat penyisipan yang diberikan. Terlihat penurunan nilai koefisien derajat penyisipan menaikkan kualitas dari video dengan meningkatnya nilai PSNR begitu juga sebaliknya menaikkan nilai koefisien akan menyebabkan turunnya kualitas video terwatermark. Untuk pengujian tanpa noise koefisien 0.01 menghasilkan kualitas video terwatermark yang terbaik akan tetapi koefisien ini belum tentu merupakan koefisien yang optimal saat video terwatermark terkena noise atau mengalami proses sinyal prosesing.

4.4 Uji Ketahanan Algoritma Watermark

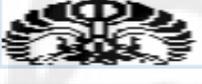
Pengujian ini dilakukan untuk memperlihatkan unjuk kerja dari sistem terhadap serangan atau gangguan yang menyebabkan hilangnya watermark. Pengujian ini sekaligus akan mendapatkan nilai derajat penyisipan yang menghasilkan kualitas ekstraksi watermark yang terbaik (watermark yang kuat).

4.4.1. Pengujian Performansi Sistem dengan Penambahan white Gaussian noise

Pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan koefisien derajat penyisipan dan nilai *signal to noise ratio* (SNR) dari gaussian noise. Pemberian noise dilakukan pada video hasil *watermarking*. Berikut tabel 4.1 menyajikan informasi performansi tersebut.

Tabel 4.1 Pengaruh Derajat Penyisipan Terhadap Terhadap hasil Ekstraksi watermark

Derajat Penyisipan	SNR AWGN (dB)	Watermark	Ekstraksi Watermark
1	30		
	25		
0,5	25		

Derajat Penyisipan	SNR AWGN (dB)	Watermark	Ekstraksi Watermark
0,5	30		
0,1	25		
	30		
0,05	25		
	30		
0,01	25		
	30		

Pada tabel 4.1 terlihat bahwa nilai derajat yang memiliki tingkat watermark hasil ekstraksi terbaik adalah 1 dan 0,5. Nilai koefisien 0,01 menyebabkan watermark tidak lagi terbaca.

4.4.2. Pengujian Performansi Sistem dengan Penambahan Visual Efek

Visual Efek ditambahkan pada video terwatermark sehingga menghasilkan video terwatermark yang terkena efek visual. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan performansi ketahanan sistem terhadap pengolahan sinyal.

4.4.2.1 Pengujian Performansi Sistem Terhadap Blur

Efek blur ditambahkan pada video terwatermark yang kemudian akan diekstraksi untuk memperoleh kembali watermark. Efek blur ini memiliki derajat radius dengan rentang 1 hingga 5. Pada pengujian ini dipilih derajat radius bernilai 2.

Tabel 4.2 Performansi Sistem Terhadap Terhadap Proses Bluring

Derajat Penyisipan	Watermark Asli	Ekstraksi Watermark
1		
0,5		
0,1		
0,05		
0,01		

Dari hasil yang diperlihatkan tabel 4.2, koefisien 1 dan 0,5 memperlihatkan hasil ekstraksi watermark yang terbaik. Koefisien 0,1 dan 0,05 memiliki hasil watermark yang masih bisa dicirikan.

4.4.2.2 Pengujian Performansi Sistem Terhadap Oil Painting

Efek Oil Painting ini memiliki ukuran *paintbrush* dengan rentang 1 hingga 10. Pada pengujian ini dipilih *paintbrush* dengan ukuran 3.

Tabel 4.3 Performansi Sistem Terhadap Terhadap Proses Oil Painting

Derajat Penyisipan	Watermark Asli	Ekstraksi Watermark
1		
0,5		
0,1		
0,05		
0,01		

Seperti halnya pada proses bluring, data hasil yang diperlihatkan tabel 4.3 juga menghasilkan koefisien 1 dan 0,5 memiliki hasil ekstraksi watermark yang terbaik. Koefisien 0,1 dan 0,05 memiliki hasil watermark yang masih bisa dicirikan. Koefisien 0,01 tidak memperlihatkan hasil watermark yang bisa dicirikan.

4.4.2.3 Pengujian Performansi Sistem Terhadap Emboss

Efek Oil Painting ini memiliki ukuran *paintbrush* dengan rentang 1 hingga 10. Pada pengujian ini dipilih *paintbrush* dengan ukuran 3.

Tabel 4.4 Performansi Sistem Terhadap Terhadap Proses Emboss

Derajat Penyisipan	Watermark Asli	Ekstraksi Watermark
1		
0,5		
0,1		
0,05		
0,01		

Dari tabel 4.4 terlihat bahwa algoritma watermarking yang diterapkan tidak tahan terhadap serangan emboss. Dari seluruh derajat penyisipan tidak satu pun yang menghasilkan ekstraksi watermark yang dapat dicirikan.

4.5 Penentuan Koefisien Derajat Penyisipan Paling Optimal

Pada analisa ini akan dicari koefisien paling optimal dimana kesemua pengujian memiliki tingkat ketahanan yang paling baik. Simbol α menandakan koefisien memenuhi uji ketahanan dan simbol X menandakan koefisien tidak tahan terhadap pengujian.

Tabel 4.5 Penentuan Koefisien Derajat Penyisipan Paling Optimal

Derajat Penyisipan	PSNR > 20dB Tanpa noise	AWGN	Blur	Oil Painting	Emboss
1	X				X
0,5	X				X
0,1					X
0,05			X		X
0,01		X	X	X	X

Dari tabel 4.5 yang paling optimal adalah derajat penyisipan 0,1 dan berikutnya adalah 0,05. Dengan demikian penggunaan derajat penyisipan maksimum adalah 0,05 dan minimum adalah 0,1. Oleh karena itu derajat penyisipan yang baik sebaiknya berada pada nilai 0,1 hingga 0,05.

BAB 5

KESIMPULAN

Dari analisa dan pengukuran secara obyektif yang menunjukkan performansi dari simulasi real time video stream watermarking menggunakan discrete wavelet transform, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk pengujian tanpa noise derajat penyisipan 0.01 menghasilkan kualitas video terwatermark yang terbaik dengan tingkat PSNR rata-rata mencapai 28,13dB.
2. Untuk Pengujian dengan AWGN derajat penyisipan yang memiliki tingkat watermark hasil ekstraksi terbaik adalah 1 dan 0,5. Nilai koefisien 0,01 menyebabkan watermark tidak lagi terbaca.
3. Pada performansi penambahan visual efek untuk blur dan oil painting, derajat penyisipan 1 dan 0,5 memperlihatkan hasil ekstraksi watermark yang terbaik. Derajat penyisipan 0,1 dan 0,05 memiliki hasil watermark yang masih bisa dicirikan.
4. Algoritma watermarking yang diterapkan tidak tahan terhadap serangan visual efek emboss, tidak ada satu pun derajat penyisipan yang menunjukkan hasil ekstraksi watermark yang dapat dicirikan.
5. Derajat penyisipan paling optimal untuk keseluruhan pengujian adalah 0,1 dan berikutnya adalah 0,05. Dengan demikian penggunaan derajat penyisipan harus pada rentang 0,1 hingga 0,05.

DAFTAR ACUAN

- [1] Frank Hartung, Student member IEEE, and Martin Kutter, “*Multimedia watermarking Techniques*”, Proceeding of the IEEE, vol. 87, No. 7, July 1999.
- [2] Suhono H. Supangkat, Kuspriyanto dan Juanda, “Watermarking sebagai Teknik Penyembunyian Label Hak Cipta pada Data Digital”, *Majalah Teknik Elektro*, Vol. 6, No. 3, 2000.
- [3] J. Dittmann and F. Nack, “Copyright-copywrong,” *IEEE MultiMedia*, vol. 07, no. 4, pp. 14–17, 2000.
- [4] Andy Nobbs, President of Teletrax, “Digital Watermarking Technology”, *IEEE-BTS Newsletter Spring 2007*.
- [5] Chang-Hsing Lee and Yeuan-Kuen Lee, “*An Adaptive Digital Image Watermarking Technique for Copyright Protection*”, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol.45,No.4, November 1999. hal 1008
- [6] Ingemar J. Cox, Matthew L. Miller, Jeffrey A. Bloom, Jessica Fridrich, and Ton Kalker, “*Digital Watermarking and Steganography*” Morgan Kaufmann Publishers, USA, 2008. edisi 2 hal 15-32.
- [7] Silvester Tena dan B. Yudi Dwiandiyanta ”Kompresi Berkas Video Menggunakan Alihragam *Wavelet*: Pengaruh Jenis *Wavelet* dan Tahap Dekomposisi *Wavelet* Terhadap Rasio Kompresi” *Jurnal Teknologi Industri* Vol. XI No.1 Januari 2007. hal 49-58
- [8] *Wavelet Toolbox, Matlab 7.4.0*
- [9] Terzija, Nataša, “*Robust Digital Image Watermarking Algorithms for Copyright Protection*”, *Universität Duisburg-Essen*.2006.
- [10] A. S. Abbass, E. A. Soleit , and S. A. Ghoniemy “Blind Video Data Hidding Using Integer Wavelet Transform”, *Ubiquitous Computing and Communication Journal*.
- [11] Fathony, Dean, “Watermarking Pada Citra Digital Menggunakan DWT”, *Program Studi Teknik Informatika, ITB, Bandung*.
- [12] Farah, Ismail, and Ahmed, “A Watermarking System Using the Wavelet Technique for Satellite Images.



Simulasi real..., Daniel Ortega, FT UI, 2009

