

ANALISA UNJUK KERJA VIDEO CODING PADA FGS (FINE GRANULARITY SCALABILITY) DENGAN PARAMETER PSNR DAN MSE

Baharuddin

Laboratorium Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unand

ABSTRAK

Pada paper video coding ini, akan dianalisa unjuk kerja substreaming FPS dengan parameter PSNR dan MSE. FGS adalah teknik pengkodean yang di desain untuk video streaming. FGS adalah kompresi video dengan pendekatan *scalable*. Dimana FGS memiliki *Enhancement Layer (EL)* dan *Base Layer (BL)* sebagai *optional output*. BL dapat dikodekan berdiri sendiri dan memberikan kualitas visual yang kasar. Sedang kompresi EL dapat dikodekan bersama-sama dengan BL dan akan mendapatkan kualitas visual yang lebih bagus. Dengan perhitungan PSNR dan MSE dapat diketahui kualitas dari video. Dari hasil simulasi ini didapatkan selisih PSNR antara EL+BL dan BL adalah 2,57 dB dan selisih MSE antara BL dan BL+EL adalah 9,92. Kompresi yang terjadi antara kedua layer tersebut juga berbeda, dimana kompresi pada BL mencapai 66,7%, sedangkan pada BL+EL adalah 65,9%.

1. PENDAHULUAN

Aplikasi komunikasi video merupakan suatu hal yang tidak asing lagi dan sangat populer saat ini, misalnya: *video on demand*, *videophone* dan *video conferencing* [5]. Sekarang ini sudah banyak standar pengolah video yang berkembang seperti H.261 (*Video codec for audiovisual service*), MPEG (*Motion Picture Expert Group*). Masing-masing standar untuk aplikasi yang khusus. H.261 untuk konferensi video, dan MPEG untuk sistem multimedia berkualitas tinggi.

Video adalah teknologi elektronis untuk *capturing*, *recording*, *processing*, *storing*, *transmitting*, dan merekonstruksi suatu *sequence still image* yang mana dapat menampilkan *scene* bergerak. Pertama kali teknologi video dikembangkan untuk jaringan televisi, tetapi kemudian dikembangkan lebih lanjut dalam banyak format sehingga memungkinkan perekaman video pada tingkat konsumen. Video dapat juga dilihat melalui Internet sebagai video klip atau *Video Streaming* di monitor komputer.[6]

Video coding standar MPEG 4 dewasa ini mengembangkan FGS (*Fine Granularity Scalability*), dimana FGS adalah teknik pengkodean yang di desain untuk video *streaming*. Dengan pengkodean FGS video *streaming* akan fleksibel dalam penyesuaiannya pada *network*. [9]

Dalam penelitian ini dipergunakan teknik FGS (*Fine Granularity Scalability*). Kompresi video di klasifikasikan dua pendekatan yaitu *scalable* dan *non scalable*. Pada *non scalable* di bangkitkan suatu kompresi urutan bit, pada *encoder scalable* kompresi baris video di bagi dalam berbagai *sub stream* yaitu *base sub stream* dapat di kodekan berdiri sendiri, kualitasnya kasar yang kedua adalah *enhancement sub stream* yang mana dapat dikodekan bersama-

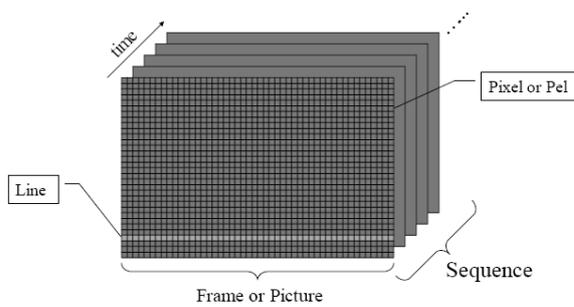
sama *base substream* yang akan memperoleh kualitas visual yang lebih bagus. FGS adalah sistem *scalable* yang akan diharapkan untuk memperoleh kualitas visual yang bagus.

Dalam video coding FGS (*Find Granularity Scalability*) bagian yang paling penting atau yang merupakan ciri skalabilitas pada FGS adalah adanya ke dua layer yaitu *layer Base* dan *layer Enhancement*. Hasil keluaran dari *layer base* dengan *layer base+enhancement* akan berbeda. *Layer base+enhancement* akan menghasilkan kualitas visual yang lebih baik.

2. VIDEO DIGITAL

Video adalah teknologi pemrosesan sinyal elektronik yang mewakilkan gambar bergerak. Video direpresentasikan sebagai serangkaian *frame* yang berurutan dan dihubungkan oleh suatu interval waktu . Untuk menganalisa suatu video, diperlukan pembagian video menjadi unit yang lebih kecil dan memiliki beberapa hubungan semantik. Video dapat dibagi menjadi beberapa *shot*, *keyframe* dan *scene* (gambar 1).[7]

Video merupakan serangkaian *frame* utuh yang tidak terputus yang diproduksi dari kamera atau peralatan lain. Dalam suatu *shot*, suatu kamera dapat diam, atau bergerak (*panning*, *tilting*, *zooming*, *tracking*). *Keyframe* adalah suatu *frame* yang menunjukkan bagian penting dari *shot*. Dalam satu *shot* dapat terdiri dari beberapa *keyframe* tergantung kompleksitas *shot*. Beberapa *shot* dipisahkan oleh *shot boundary*. Sedangkan video *scene* adalah koleksi dari *shot* berdekatan yang memiliki hubungan semantik.[7]



Gambar-1 Komponen Video[7]

Proses dari *digitizing* video analog dikelompokkan dalam tiga pokok operasi yaitu[1]: *filtering*, *sampling* dan kuantisasi. Operasi *filtering* adalah bekerja untuk menghindari *aliasing* selama proses *up-sampling*.

Keluaran filter di *sampling* untuk membangkitkan sinyal waktu diskrit. *Rate* minimum dapat di *sampling* dengan *rate Nyquist* yaitu menyesuaikan pada dua kali sinyal *bandwidth*. Untuk PAL (*Phase Alternating Line*) sistem range yang digunakan sekitar 10-11 MHz. *Rate sampling* untuk *broadcast* kualitas sinyalnya direkomendasikan oleh (*International Radio Consultative Committee*) CCIR pada 13.5 MHz. Akhirnya sinyal *sampling* dikuantisasi dalam resolusi 8-bit untuk aplikasi video *broadcasting*.

2.1 Format Image

CCIR-601 merupakan dasar pada format *image* untuk kualitas *broadcast*. Untuk aplikasi lain, *image* dengan variasi tingkat resolusi dan dimensi dapat dipergunakan. Untuk contoh dalam video konferensi atau telepon video, ukuran *image* kecil dengan resolusi rendah diinginkan *bandwidth* tidak sebanyak video *broadcasting*, dan pada waktu yang sama kualitas *image* yang dihasilkan adalah sungguh dapat diterima untuk aplikasi.

2.2 SIF (Source Image Format)

Resolusi rendah untuk CCIR-601 diinginkan sebuah *sequence image* dengan setengah resolusi CCIR-601 dalam masing-masing arah. Dalam standar CCIR-601 bagian aktif pada *image* dalam horizontal, vertikal dan dimensi temporal adalah dibagi dua, oleh sebab itu dinamakan *Source Image Format* (SIF).

Untuk standar Eropa *image* SIF resolusinya 360 pixel per garis, 288 garis per gambar dan 25 gambar per detik. Untuk Amerika Utara dan Timur jauh adalah 360 pixel per garis, 240 garis per gambar dan 30 gambar per detik.

Satu jalan untuk mengkonversi *source rate* video (resolusi temporal) digunakan hanya medan ganjil dan genap. Metoda yang lain adalah dengan mengambil harga rata-rata pada ke dua medan. Pembuangan satu medan normalnya dimasukkan *aliasing*, tetapi gambarnya akan kabur. Untuk

kualitas gambar SIF yang lebih baik banyak metoda yang digunakan untuk konversi *rate* yang diinginkan, maka permintaan *processing power* tak dapat dihindarkan. Resolusi vertikal dan horisontal adalah setengah setelah *filtering* dan sub *sampling* pada *source video*.

Pertimbangan dalam CCIR-610 *bandwidth chrominance* adalah setengah pada *luminance*, maka jumlah tiap *pixel chrominance* per garis adalah setengah dari *pixel luminance*, tetapi *frame rate* dan jumlah garis per *frame* adalah sama. Normalnya adalah 4:2:2 format *image*. Komponen *luminance* dan *chrominance* untuk 4:2:2 format *image*. Dalam gambar diperlihatkan arah *scanning* (horisontal) adalah sepasang sampel *Chrominance* yang bergantian dengan setiap sampel *luminance*, tetapi komponen *Chrominance* dipresentasikan dalam setiap garis. Untuk gambar SIF ada sepasang sampel *Chrominance* untuk setiap empat *pixel luminance*

2.3 CIF (Common Intermediate Format)

Pertimbangan dalam CCIR-610 jumlah *pixel* per garis standar 625/50 dan 525/60 adalah 720 *pixel* per garis, maka setengah dari harga tersebut adalah 360 *pixel* per garis sebagai resolusi horisontal. Untuk vertikal dan resolusi *temporal*, sebuah harga tengah antara dua standar yang di pilih yang merupakan kombinasi vertikal x resolusi *temporal* dengan satu *quarter* pada CCIR-610. Sistem 625/50 mempunyai resolusi vertikal yang lebih tinggi. Maka area gambar aktif adalah 576 garis, setengah harga ini adalah 288 garis. Lain halnya dengan sistem 525/60 mempunyai resolusi *temporal* lebih tinggi, lalu setengah *rate*-nya adalah 30 Hz. Kombinasi 288 garis dan 30 Hz didapat resolusi vertikal x *temporal* yang diinginkan. Pemilihan menengah pada resolusi vertikal dari satu standar dan *temporal* dinamakan *Common intermediate format* (CIF). Gambar CIF mempunyai *luminance* dengan 360 *pixel* per garis, 288 garis per gambar dan 30 gambar per detik.

2.4 SUB-QCIF, QSIF, QCIF

Untuk aplikasi pada video dalam *mobile network* atau telepon video sangat dimungkinkan untuk mengurangi *frame rate*. *Frame rate* pada CIF dan SIF-525 adalah 15, 10 dan 7.5 *frame/s*. *Rate* untuk SIF-625 adalah 12.5 dan 8.3 *frame/s*. Untuk keseimbangan resolusi *spatio-temporal*, resolusi *spatial* pada *image* normalnya dikurangi, nominalnya di bagi dua dalam setiap arahnya. Ini dinamakan *Quarter-SIF* (QSIF) dan *Quarter-CIF* (QCIF) untuk SIF dan format CIF.

Untuk aplikasi tertentu pada *mobile network*, permintaan akan *image* ukuran kecil sangat diperlukan. Sub-QCIF adalah sangat kecil standar ukuran *image*-nya, dengan resolusi horisontal dan vertikal 128 x 96 *pixel*. *Frame rate* dapat sangat rendah (misal sampai 5 *frame/s*) pada *rate* kanal. Format *image* ini adalah 4:2:0, yang mana resolusi *chrominance* adalah setengah resolusi *luminance* dalam tiap-tiap arah.

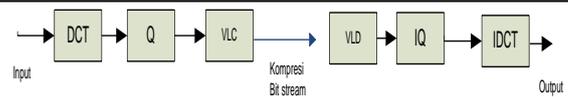
Image merupakan dimensi *spatial* yang berisi informasi warna dan tidak bergantung pada waktu. *Image* merupakan sekumpulan titik – titik dari gambar. Titik – titik tersebut menggambarkan posisi koordinat dan mempunyai intensitas yang dapat dinyatakan dengan bilangan. Intensitas ini menunjukkan warna *image*. Terdapat 3 macam *image* berdasarkan intensitas warna yang digunakan yaitu:[11]

1. *Image* berwarna RGB (*Red, Gree, and Blue*). Pada *image* ini masing – masing warna primernya yaitu merah, hijau, dan biru terdiri dari 8 bit dan kemudian warna – warna ini digabungkan untuk menghasilkan warna yang sesuai. Oleh karena itu, *image* RGB terdiri dari 24 bit per *pixel* (bpp). Citra dengan 24 bit mempunyai 32768 warna.
2. *Image* Keabuan (*grayscale*). Jenis ini adalah bentuk abstrak dari sistem RGB dan sering digunakan dalam kompresi *image*. *Image* ini juga dikenal sebagai *image* berskala gray (*grayscale*) yang terdiri dari 8 bit per *pixel* (bpp). *Image* dengan 8 bit per pixel mempunyai 256 warna. Format *image* ini disebut keabuan karena pada umumnya warna yang dipakai adalah antara hitam sebagai warna minimal dan warna putih sebagai warna maksimalnya, sehingga warna antaranya adalah abu – abu.
3. *Image* biner. Pada *image* ini, setiap titik bernilai 0 atau 1, masing – masing merepresentasikan warna tertentu (misalnya warna hitam bernilai 0 dan warna putih bernilai 1). Setiap titik pada *image* hanya membutuhkan 1 bit, sehingga setiap *byte* dapat menampung informasi 8 titik.

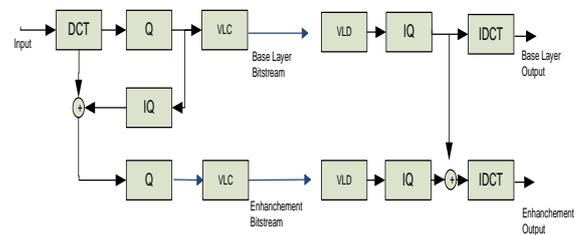
2.5 FGS (Fine Granularity Scalability)

FGS (*Fine Granularity Scalability*) merupakan amandemen pada video *streaming* MPEG-4, adalah untuk membuat respon pada pertumbuhan yang diinginkan pada standar video *coding* dalam kanal atau juga dalam internet, dengan *range* yang lebar pada *bit rate* dan *range* yang lebar pada variasi *bit rate*-nya. Dengan *base-layer coding* yang merupakan bentuk amandemennya, yaitu merupakan bentuk yang sederhana untuk mendapatkan tingkat ketelitian *coding* yang tinggi dengan kompleksitas yang rendah.

Secara mendasar perencanaan dari kompresi video dapat diklasifikasikan ke dalam dua pendekatan yaitu: *scalable* dan *non-scalable video coding* [2]. Secara sederhana dapat diperlihatkan pada gambar 2. dan gambar 3, untuk *encoder* dan *decoder* dalam *intra mode* (unit video *coding* yang dipresentasikan tanpa referensi kode data sebelumnya) dan hanya digunakan DCT (*discrete cosine transform*).



Gambar-2 Non-Scalable Encoder-Decoder



Gambar-3 Scalable Encoder-Decoder

Pada *encoder* video *non-scalable* dibangkitkan satu kompresi urutan bit. Sebaliknya pada *encoder* video *scalable* kompresi baris video di bagi dalam berbagai *sub stream*, kompresi *sub stream* yang pertama dinamakan *base sub stream*, yang mana dapat dikodekan berdiri sendiri dan memberikan kualitas visual yang kasar. Sedang kompresi *sub stream* kedua adalah *enhancement sub stream*, yang mana dapat dikodekan bersama-sama dengan *base sub stream* dan akan mendapatkan kualitas visual yang lebih bagus. Kualitas skalabilitas, ukuran *image* atau *frame rate* dinamakan SNR (*Signal to noise ratio*) untuk *spatial* atau *temporal*.

Scalable coding yang merupakan pengembangan dari MPEG-4 adalah FGS (*Fine Granularity Scalability*). *Encoder* kompresi video FGS dibagi dalam dua *sub stream* yaitu: *base layer sub stream* dan *enhancement layer sub stream*.

Teknik *scalable* pada video *coding* terdiri atas: SNR, *temporal*, dan *spatial* [2]. *Signal-to-noise ratio* (SNR) *scalability* adalah teknik pengkodean pada video *sequence* ke dalam dua *layer* pada *frame rate* yang sama dan resolusi *spatial* yang sama, tetapi tingkat ketelitian kuantisasi berbeda. *Temporal scalability* adalah teknik pengkodean pada video *sequence* ke dalam dua *layer* pada resolusi *spatial* yang sama tetapi berbeda *frame rate*. *Layer Base* dikodekan pada *frame rate* rendah. *Layer enhancement* menyediakan *frame* kosong untuk video dengan *frame rate* yang tinggi. Efisiensi *coding* pada *temporal scalability* adalah tinggi dan sangat tertutup untuk *non scalable*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Menurut Nazir (1983) [10], penelitian eksperimental merupakan observasi di bawah kondisi buatan, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dan penelitian dilakukan dengan melakukan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol.

Penelitian yang dilakukan tidak dikerjakan pada kondisi nyata, melainkan simulasi keadaan nyata dengan menggunakan matlab. Metode ini dilakukan mengingat bahwa simulasi dalam disain sistem merupakan persiapan yang sangat penting sebagai suatu sarana untuk melakukan optimasi performansi dan reliabilitas sistem, serta untuk memeriksa ketepatan perancangan sebelum diimplementasikan pada keadaan nyata.

3.2 Sampel Penelitian

Data video *sequence* asli yang digunakan adalah video Suzie. Video *sequence* ini mempunyai format QCIF (*Quarter Common Intermediate Format*) dengan ukuran *pixel* 176 x 144, yang dalam mensimulasikannya dibagi dalam bentuk *frame-frame* untuk mengetahui unjuk kerja tiap-tiap *frame* dalam suatu *sequence* yang mana setiap *frame* merupakan citra *grayscale* dengan kedalaman bit sebesar 8 bit per piksel. Pengujian dilakukan dengan banyaknya jumlah *frame* dalam suatu *sequence* terhadap PSNR dan MSE. Salah satu *framenya* pada gambar 4 berikut.



Gambar-4 Salah satu *frame* pada video Suzie

3.3 Variabel Penelitian

Variabel-variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Variabel *dependent*. Variabel *dependent* adalah variabel yang berubah berdasarkan perubahan variabel *independent*. Variabel *dependent* yang digunakan dalam penelitian adalah Peak *Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan *Mean Square Error* (MSE).

3.4 Kriteria Penilaian

Kriteria penilaian terhadap kualitas *video sequence* hasil kompresi, dilakukan pada *sequence* rekonstruksi. Kriteria penilaian yaitu kriteria penilaian secara objektif. Umumnya, penilaian secara objektif menggunakan formulasi MSE (*mean square error*) dan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*). Pada *image* dengan ukuran Nx N, maka formulasi yang digunakan adalah : [15]

$$error(r,c) = \left| (r,c) - I(r,c) \right| \quad (1)$$

$$Total\ Error(r,c) = \sum_{r=0}^{N-1} \sum_{c=0}^{N-1} \left| (r,c) - I(r,c) \right| \quad (2)$$

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{r=0}^{N-1} \sum_{c=0}^{N-1} \left| (r,c) - I(r,c) \right|^2 \quad (3)$$

Di mana $I(r,c)$ adalah citra asli, dan

$\hat{I}(r,c)$ adalah citra hasil rekonstruksi. Sedangkan formula PSNR yang digunakan adalah :

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(L-1)^2}{\frac{1}{N^2} \sum_{r=0}^{N-1} \sum_{c=0}^{N-1} \left| (r,c) - I(r,c) \right|^2} \quad (4)$$

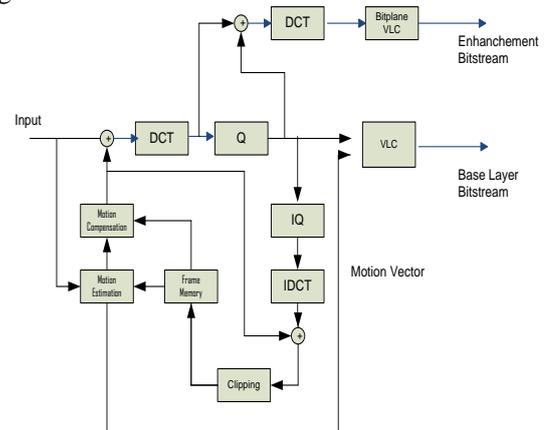
Dimana L adalah merupakan jumlah level yang digunakan. Untuk citra 8 bit, maka nilai $L = 256$.

4. ANALISA DAN HASIL PERHITUNGAN

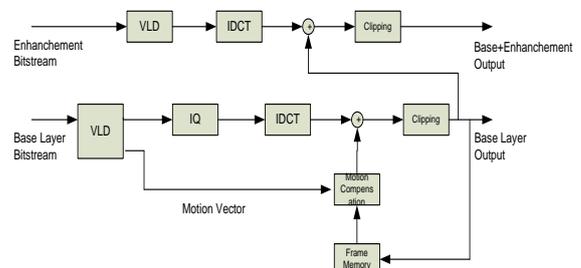
4.1 Video Coding FGS

Sebelum dikemukakan teknik FGS *video coding* dalam MPEG-4, ada beberapa teknik *scalable video coding* yaitu: *Signal to Noise Ratio* (SNR), *temporal*, *spatial*. Dalam perencanaan ini dipergunakan *spatial scalability decoder* yang outputnya terdiri dari dua *loop* prediksi yaitu: *Enhancement Layer* (EL) dan *Base Layer* (BL) sebagai *optional output*.

Blok diagram perencanaan Enkoder dan dekoder *video coding FGS* (*Fine Granularity Scalability*) dalam penelitian ini seperti ditunjukkan pada gambar 5 dan 6.



Gambar 5 Struktur *Encoder* *video coding* FGS



Gambar-6 Struktur *Decoder* *video coding* FGS

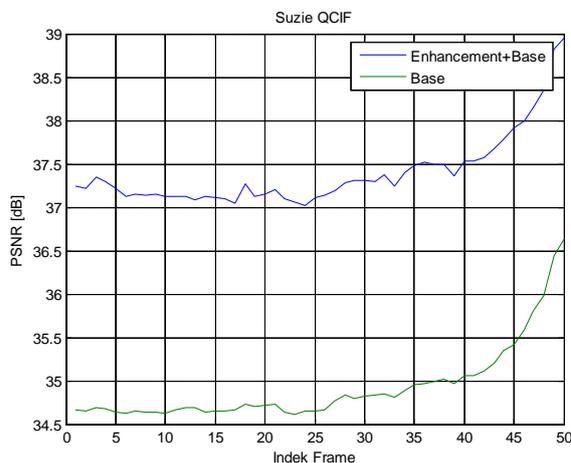
Pada proses ini *enkoder* dan *dekoder* *video coding* FGS yang disimulasikan tidak menggunakan pengkodean kanal dan tanpa *error* atau noise. VLC (*Variable Length Code*) pada *layer base* pada *video coding* menggunakan pengkodean *Huffman*,

sedangkan VLC pada *layer enhancement* menggunakan *bitplane coding*.

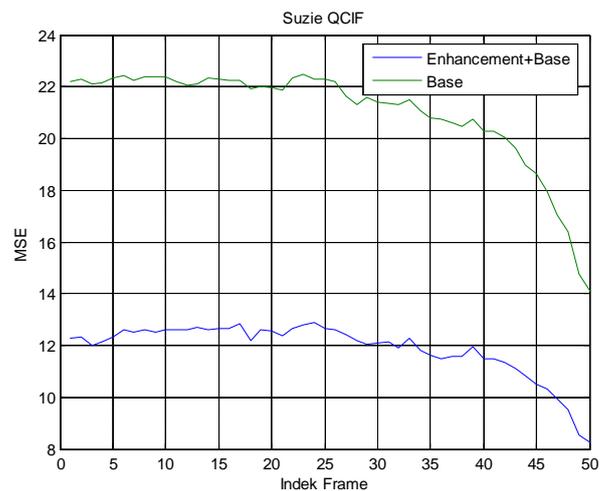
Dalam video coding FGS (*Find Granularity Scalability*) bagian yang paling penting atau yang merupakan ciri skalabilitas pada FGS adalah adanya ke dua *layer* yaitu *layer Base* dan *layer Enhancement*. Dalam transmisinya kedua *layer* tidak berdiri sendiri melainkan di gabung antara *Base* dan *Enhancement* untuk mendapatkan kualitas visual yang bagus tetapi harus diperhatikan kondisi kanal, karena gabungan keduanya membutuhkan kapasitas kanal yang lebih besar. Untuk kanal yang tidak memungkinkan, transmisinya menggunakan *layer Base* saja, tetapi *layer* ini mempunyai kualitas visual yang kurang begitu bagus dibanding gabungan *layer Base* dan *Enhancement*.

4.2 Analisa Hasil

Untuk mengetahui unjuk kerja sistem, diperlukan suatu pengujian terhadap sistem tersebut. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap PSNR dan MSE pada tiap-tiap urutan *frame* video. Data video *sequence* asli yang digunakan adalah *sequence Suzie*. Video *sequence* ini mempunyai format QCIF (*Quarter Common Intermediate Format*) dengan ukuran *pixel* 176 x 144, yang dalam mensimulasikannya dibagi dalam bentuk *frame-frame* untuk mengetahui unjuk kerja tiap-tiap *frame* dalam suatu *sequence* yang mana setiap *frame* merupakan citra *grayscale* dengan kedalaman bit sebesar 8 bit per piksel. Pengujian dilakukan dengan banyaknya jumlah *frame* dalam suatu *sequence* terhadap PSNR, dan MSE



Gambar-7 Grafik PSNR Sequence "Suzie"



Gambar-8 Grafik MSE Sequence "Suzie"

Dalam hasil simulasi pada *sequence "Suzie"* didapatkan bentuk grafik dengan nilai PSNR yang cenderung naik antara 37-39 dB, hal ini dikarenakan terlalu banyak *motion* vektor terutama pada urutan *frame* paling akhir pada *motion estimation* sehingga terlalu banyak *pixel* dalam urutan *frame* yang dikodekan hal ini akan mempengaruhi kenaikan nilai PSNR, demikian juga sebaliknya pada MSE terlalu banyak urutan bit dalam *pixel* yang dikodekan akan mempengaruhi penurunan nilai MSE.

Pada gambar 7 dan 8 diatas dapat di lihat bahwa nilai PSNR pada *layer Base+ Enhancement* lebih tinggi di banding PSNR *layer Layer Base*, sebaliknya nilai MSE pada *layer Base+ Enhancement* lebih kecil di banding nilai MSE pada *Layer Base*. Semakin tinggi nilai PSNR suatu video maka semakin baik kualitas video tersebut. Semakin tinggi nilai MSE suatu video maka kualitas video tersebut semakin jelek. PSNR dan MSE hubungannya berbanding terbalik.

Untuk tampilan video *sequence Suzie* dari rekonstruksi *layer enhancement*, *layer base*, *layer Base+Enhancement*, dapat dilihat pada gambar dibawah. Kualitas gambar *layer Base+Enhancement* terlihat lebih baik dari rekonstruksi *layer Base* saja

5. KESIMPULAN

Dari uraian analisa yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kualitas *layer base+enhancement* (*scalable*) lebih baik dari *layer base* saja (*non scalable*).
2. *Peak-to-Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) pada *layer base* saja lebih rendah dari PSNR pada *layer base+enhancement*.
3. *Mean Square Error* (MSE) pada *layer base* lebih tinggi dari MSE pada *layer base+enhancement*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mohammed Ghanbari. 1999. *Video Coding an Introduction to Standart Codecs*. United Kingdom: The Institut of Electrical Engineers.
- [2] Weiping, Li. *Overview of fine granularity scalability in MPEG-4 video standard*. IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 11, pp. 301-317, March 2001.
- [3] Ariadi Sulisty. 2001. *Kompresi Citra Menggunakan Discrete Cosine Transform (DCT) dan Pengkodean Huffman*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, ITS.
- [4] Olivier Adda, Nicolas Cottineau, Mahmoud Kadoura. 2003. *A Tool for Global Motion Estimation and Compensation for Video Processing*. Final Project, Concordia University.
- [5] D. Wu, Y. T. Hou, and Y.-Q. Zhang, "Transporting real-time video over the Internet: challenges and approaches," Proc. IEEE, vol. 88, pp. 1855-1877, Dec. 2000.
- [6] John B. Anderson, Seshadr Mohan. 1991. *Source And Channel Coding*. United State of America: Kluwer Academic Publishers.
- [7] Keith W Ross. Institute Eurecom Technical Report: *Evaluating the Streaming of FGS-Encoded Video with Rate-Distortion Traces*. USA: june 2003.
- [8] A. Koz, *Digital Watermarking Based on Human Visual Sistem*. Master of Science Thesis, September 2002.
- [9] Munir, Rinaldi. *Pengolahan Citra Digital dengan Pengolahan Algoritmik*. Informatika Bandung, 2004.
- [10] Barni, Mauro. Bartolini, Franco. 2004. *Watermarking System Engineering : Enabling Digital Assets Security and Other Application*. Marcel Dekker. Inc. New.
- [11] W.B. Pennebaker and J.L, Mitchell, "JPEG-Still Image Data Compression Standard," Newyork: International Thomsan Publishing, 1993.
- [12] Scott E. Umbaugh, "Computer Vision and Image Processing : Practical Approach Using CVIP Tools", Prentice Hall Inc., 1998, hal 241.
- [13] Yun Q. Shi. Huifang Sun. *Image and Video Compression for Multimedia Engineering*. America: New Jersey Institute of Technology and Mitsubishi Electric Information Technology

Center America Advanced Television Laboratory.

BIODATA

Penulis adalah staf pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang. Lulus Program Sarjana pada tahun 1993. pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Pada tahun 2005 menyelesaikan studi program magister bidang Telekomunikasi Multimedia di ITS Surabaya. Saat ini sedang mengambil program Ph.D pada Bidang Telecommunication Biomedical at University Of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.
E-mail : baharuddin2006@yahoo.com;
baharuddin@ft.unand.ac.id