

## ANALISA OPTIMALISASI TEKNIK ESTIMASI DAN KOMPENSASI GERAK PADA ENKODER VIDEO H.263

**I Made Oka Widyantara, Nyoman Putra Sastra**

Laboratorium Sistem Komunikasi

Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana

email : [oka.widyantara@unud.ac.id](mailto:oka.widyantara@unud.ac.id) , [putra.sastra@unud.ac.id](mailto:putra.sastra@unud.ac.id)

### Abstrak

Mode baseline encoder video H.263 menerapkan teknik estimasi dan kompensasi gerak dengan satu vector gerak untuk setiap macroblock. Prosedur area pencarian menggunakan pencarian penuh dengan akurasi setengah pixel pada bidang [16,15.5] membuat prediksi di tepian frame tidak dapat diprediksi dengan baik. Peningkatan unjuk kerja pengkodean prediksi interframe encoder video H.263 dengan optimalisasi teknik estimasi dan kompensasi gerak diimplementasikan dengan penambahan area pencarian [31.5,31.5] (*unrestricted motion vector*, Annex D) dan 4 *motion vector* (*advanced prediction mode*, Annex F). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *advanced mode* mampu meningkatkan nilai SNR sebesar 0.03 dB untuk *sequence* video claire, 0.2 dB untuk *sequence* video foreman, 0.041 dB untuk *sequence* video Glasgow, dan juga mampu menurunkan *bit rate* pengkodean sebesar 2.3 % untuk video Claire, 15.63 % untuk video Foreman, dan 9.8% untuk video Glasgow dibandingkan dengan implementasi 1 *motion vector* pada pengkodean *baseline mode*.

Kata kunci : H.263, *unrestricted motion vector*, *advanced prediction mode*

### 1. PENDAHULUAN

Pada mode baseline, enkoder video H.263 menerapkan pengkodean prediksi interframe didasarkan pada teknik estimasi dan kompensasi gerak. Pada teknik ini, hanya frame-frame error prediksi yang dikodekan, yaitu perbedaan antara frame-frame asli dengan frame-frame hasil proses rekonstruksi. Maka setiap macroblock pada frame asli akan di ambil prediksinya dari frame sebelumnya yang telah direkonstruksi. Informasi gerak dari sebuah macroblok dalam frame rekonstruksi dinyatakan oleh sebuah vektor perpindahan dua dimensi atau vektor gerak.

Pada H.263 baseline, proses *block matching* akan dihasilkan satu vektor gerak untuk setiap proses kompensasi gerak dengan luasan daerah pencarian dibatasi pada range [16 , 15.5] menggunakan metode pencarian penuh (*exhaustive search method*) akurasi setengah pixel.

Vektor-vektor gerak yang dihasilkan oleh metode ini hanya dapat referensi pixel-pixel didalam area frame. Oleh karenanya, macroblock-macroblock di tepian frame, tidak dapat diprediksi dengan baik. Optimalisasi teknik estimasi dan kompensasi gerak untuk mempertinggi kualitas pengkodean prediksi interframe dapat dilakukan dengan :

- Meningkatkan area pencarian vektor gerak untuk mengkompensasi pergerakan obyek video di tepian frame.
- Memperbesar jumlah vektor gerak pada setiap macroblock untuk menurunkan *blocking artifacts*

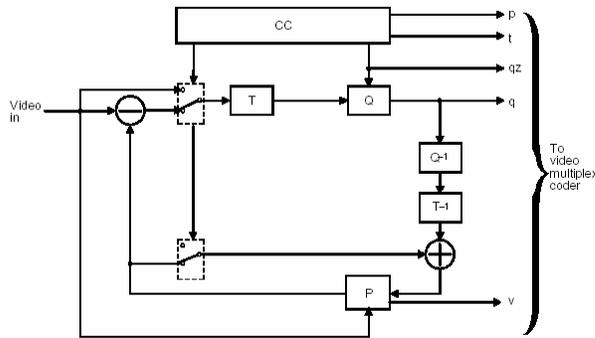
Standard pengkodean video H.263 telah memasukan metode optimalisasi tersebut pada mode-

mode optional yang meliputi *unrestricted motion vector mode* (Annex D) dan *advance prediction mode* (Annex F). Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisa unjuk kerja teknik optimalisasi H.263 menggunakan mode-mode optional tersebut. Kelanjutan dari paper ini akan diorganisasikan sebagai berikut. Bagian kedua akan menjelaskan teknik kompensasi gerak H.263 baseline. Bagian ketiga akan menjelaskan tentang *unrestricted motion vector mode* dan *advance prediction mode*. Bagian keempat menjelaskan tentang hasil simulasi dan bagian kelima adalah kesimpulan.

### 2. ENKODER H.263 BASELINE

Gambar 1. menunjukkan diagram blok dari encoder video H.263. Blok prediksi *motion-compensated* akan menurunkan redundansi temporal interframe. Algoritma berbasis digunakan untuk mengkodekan frame error prediksi. Koefisien-koefisien DCT terkuantisasi, vector-vector gerak dan *side information* adalah dikodekan entropy menggunakan variable length codes (VLC).

Prediksi kompensasi gerakan dengan asumsi bahwa piksel-piksel pada *frame* sekarang dapat dimodelkan sebagai translasi piksel pada *frame* sebelumnya. Pada *baseline* H.263, tiap makroblok diprediksikan dari *frame* sebelumnya. Ini menyiratkan asumsi bahwa tiap piksel di macroblock memiliki jumlah yang sama pada pergerakan translasi. Informasi pergerakan ini direpresentasikan dengan 2D pergantian vektor atau pergerakan vektor.



Gambar 1. Blok diagram encoder video H.263

Karena frame dinyatakan berbasis block maka vector gerak diperoleh menggunakan algoritma *block matching* dengan nilai *sum-of-absolute-differences* (SAD) dinyatakan dengan :

$$SAD = \sum_{k=1}^{16} \sum_{l=1}^{16} |B_{i,j}(k,l) - B_{i-u,j-v}(k,l)|$$

dengan :

$B_{i,j}(k,l)$  adalah pixel ke (k,l) dari macroblok 16 x 16 pixel frame sekarang dan  $B_{i-u,j-v}(k,l)$  menyatakan pixel ke (k,l) pada macroblock kandidat dari frame referensi di lokasi spasial (i,j) di pindahkan dengan vektor (u,v).

### 3. ENKODER H.263 MODE UNRESTRICTED MOTION VECTOR (Annex D)

Pada enkoder H.263 baseline, vektor-vektor gerak yang dihasilkan hanya dapat referensi pixel-pixel didalam area frame. Oleh karenanya, macroblock-macroblock di tepian frame, tidak dapat diprediksi dengan baik.

#### 3.1 Vektor gerak pada tepian frame

Ketika sebuah piksel referensi dengan *motion vector* diluar area frame yang dikodekan, maka tepi piksel sebagai gantinya. Piksel tepi didapatkan dari pembatasan pergerakan *vector* pada full piksel posisi sebelumnya pada area gambar yang dikodekan. Pembatasan *motion vector* dilakukan pada sebuah basis piksel dan dipisahkan tiap komponen pada *motion vector*. Nilai piksel referensi untuk komponen *luminance* dapat dinyatakan :

$$R_{umv}(x,y) = R(x',y')$$

Dimana:

- x,y,x',y' = koordinat spasial pada piksel domain
- $R_{umv}(x,y)$  = nilai piksel pada gambar referensi pada (x,y) ketika UMV mode ON
- $R(x',y')$  = nilai piksel pada gambar referensi pada (x',y') ketika UMV mode ON

$$x' = \begin{cases} 0 & ; x < 0 \\ 175 & ; x > 175 \\ x & ; \text{lainnya} \end{cases} \quad y' = \begin{cases} 0 & ; y < 0 \\ 143 & ; y > 143 \\ y & ; \text{lainnya} \end{cases}$$

Dan area frame yang telah dikodekan dari  $R(x',y')$  adalah  $0 \leq x' \leq 175, 0 \leq y' \leq 143$ .

#### 3.2 Extension of the motion vector range

Pada enkoder H.263 baseline nilai untuk komponen *horizontal* dan *vertical motion vector* adalah terbatas pada range [-16, 15.5] Pada UMV mode, maksimum range untuk komponen vektor adalah [-31.5, 31.5] dengan pembatasan hanya nilai pada range [-16, 15.5] sekitar *predictor* dari tiap komponen *motion vector* dapat dijangkau jika *predictor*-nya pada range [-15.5, 16]. Jika *predictor* diluar [-15.5, 16], semua nilai pada range [-31.5, 31.5] dengan sinyal yang sama dengan *predictor* dan *zero value* juga dapat dijangkau. Sehingga, jika  $MV_c$  merupakan komponen *motion vector* dan  $P_c$  adalah *predictor* untuk itu, maka:

$$\begin{aligned} -31.5 \leq MV_c \leq 0 & \quad \text{jika} \quad -31.5 \leq P_c \leq -16 \\ -16 + P_c \leq MV_c \leq 15.5 + P_c & \quad \text{jika} \quad -15.5 \leq P_c \leq 16 \\ 0 \leq MV_c \leq 31.5 & \quad \text{jika} \quad 16.5 \leq P_c \leq 31.5 \end{aligned}$$

Pada *Unrestricted Motion Vector mode*, interpretasi dari table H.263 for MVD, MVD2-4 dan MVDB sebagai berikut:

- Jika *predictor* untuk komponen *motion vector* pada range [-15.5,16], hanya kolom pertama dari *vector differences* yang diterapkan.
- Jika *predictor* untuk komponen *motion vector* diluar range [-15.5,16], *vector difference* dari tabel H.263 untuk MVD akan digunakan , hasil komponen *vector* di dalam range [-31.5,31.5] dengan yang sama tandanya seperti *predictor* (berisi zero).

### 4. ENKODER H.263 MODE ADVANCE PREDICTION (Annex F)

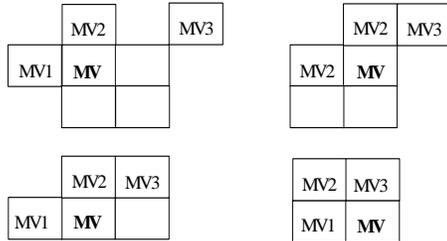
Opsional *advanced prediction mode* of H.263 bersifat mengkompensasi blok yang ditumpuk dan memungkinkan mempunyai empat vektor bergerak per *macroblock*. Penggunaan mode ini ditandai di dalam *macroblock* tipe *header*. Mode ini hanya digunakan di dalam kombinasi dengan mode *unrestricted motion vector*, seperti yang diuraikan di atas.

#### 4.1 Four motion vector per macroblock

Pada mode ini, vektor gerak digambarkan untuk masing-masing 8 x 8 *pixel* blok. Jika hanya satu vektor gerak untuk suatu *macroblock* tertentu yang dipancarkan, ini diwakili seperti vektor-empat dengan nilai sama. Ketika ada empat gerakan *vector*, informasi untuk vektor bergerak yang pertama dipancarkan sebagai code-word MVD (*motion*

vector data), dan informasi untuk ke tiga vektor tambahan di dalam *macroblock* dipancarkan sebagai code-word  $MVD_{2-4}$ .

Vektor diperoleh dengan menambahkan prediktor kepada vektor perbedaan yang ditandai oleh MVD dan  $MVD_{2-4}$ , seperti contoh ketika hanya satu vektor gerakan per *macroblock* adalah nyata. Kemudian prediktor dihitung secara terpisah untuk komponen vertikal dan yang horisontal. Bagaimanapun, kandidat: prediktor MV1, MV2 dan MV 3 digambarkan sebagai ditandai pada gambar 2.



**Gambar 2.** Pendefinisian ulang kandidat prediktor MV1, MV2 dan MV3 untuk setiap blok *luminance* dalam suatu *macroblock*

**4.2 Overlapped Motion Compensation**

*Overlapped motion compensation* hanya digunakan untuk blok seri 8x8. Masing-Masing *pixel* di suatu 8x8 blok ramalan serian menjadi penjumlahan dari tiga nilai ramalan, yang dibagi menjadi 8 (dengan pembulatan). Untuk memperoleh nilai-nilai ramalan, tiga vektor gerak digunakan. Mereka menjadi vektor gerak, dua dari empat *vector remote*, sebagai berikut:

- Vektor gerak dari blok pada sebelah kiri atau kanan *current block luminance*
- Vektor gerak dari blok pada sebelah atas atau bawah *current block luminance*

Kreasi dari setiap *pixel*  $p(i,j)$  pada blok seri 8x8 yang diatur oleh :

$$P(I,j) = [q(I,j) \times H_0(I,j) + r(I,j) \times H_1(i,j) + s(I,j) \times H_2(i,j) + 4] // 8$$

Dengan:  $q(i,j)$ ,  $r(i,j)$  dan  $s(i,j)$  adalah *pixel* dari contoh gambar yang dijelaskan sebagai berikut :

$$q(i, j) = p(i + MV_x^0, j + MV_y^0)$$

$$r(i, j) = p(i + MV_x^1, j + MV_y^1)$$

$$s(i, j) = p(i + MV_x^2, j + MV_y^2)$$

**5. HASIL SIMULASI**

Optimalisasi teknik estimasi dan kompensasi gerak enkoder video H.263 disimulasikan menggunakan software TMN v1.7. Deret video masukan menggunakan format QCIF YUV. Analisa dilakukan untuk komponen luminance untuk laju frame 30 fps pada laju bit saluran tidak dispesifikasikan. Pengkodean H.263 berbasis

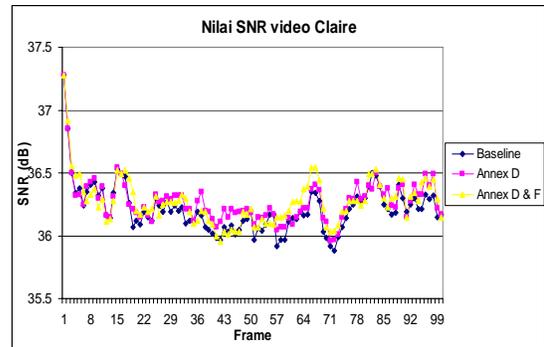
pengkodean *macroblock* 16 x 16 untuk membentuk pengkodean prediksi interframe.

**5.1 Analisis unjuk kerja Signal to Noise Ratio (SNR)**

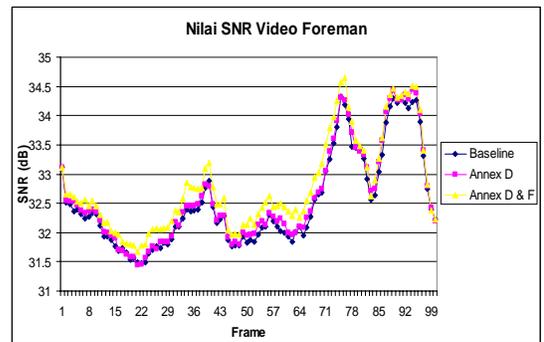
Perluasan area pencarian pada mode *Unrestricted Motion Vector* dengan range [31.5, 31.5) dan penerapan pilihan 4 vektor gerak per *macroblock* akan dilihat pengaruhnya pada kualitas enkoder video H.263. Software TMN V1.7 menggunakan level kuantisasi 10 untuk frame pertama dari setiap deret video.

Gambar 3, menunjukan bahwa perluasan area pencarian pada mode UMV mampu memperbaiki kesalahan prediksi diindikasikan sebagai peningkatan nilai SNR dari mode baseline sebesar 0.058 dB untuk deret video Claire dan 0.0715 dB untuk deret video Foreman serta 0.035 dB untuk deret video Glasgow.

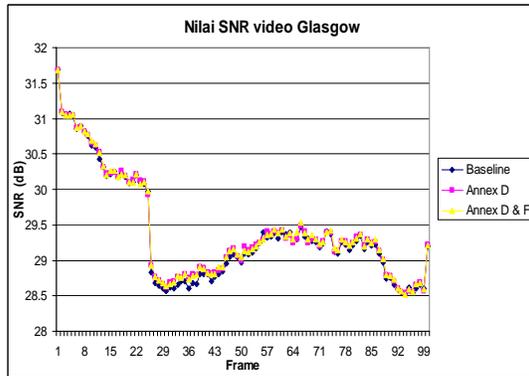
Kombinasi mode UMV dan Advance Prediction juga memberikan kontribusi pada peningkatan nilai SNR yaitu 0.0606 dB pada deret video Claire, 0.2674 dB untuk deret video Foreman, dan 0.0401 dB. Hasil ini juga menunjukan bahwa mode optional UMV dan Advance Prediction mampu meningkatkan kinerja enkoder video H.263 untuk karakteristik deret video masukan dengan korelasi antar frame cukup besar, seperti ditunjukan oleh deret video Foreman.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.a,b,c Grafik SNR dengan baseline mode, UMV mode dan advance prediction mode

## 5.2 Analisis Perolehan Bit Rate

Implementasi Advance Prediction dengan 4 vektor gerak sebenarnya memberikan kontribusi pada peningkatan kapasitas bit pengkodean yang dihasilkan, tetapi memberikan kehandalan pada proses decoding di decoder. Untuk meningkatkan rasio kompresi, modifikasi dilakukan pada syntax bit stream video H.263 yaitu memilih macroblock kandidat yang dikodekan dengan 4 vektor gerak, menggunakan nilai threshold :

$$SAD_{4 \times 8} < SAD_{16} - 100$$

dengan :

$$SAD_{16}(x, y) = \sum_{i=0}^{16-1} \sum_{j=0}^{16-1} |original - previous|$$

$$SAD_{4 \times 8} = \sum SAD_8(x, y)$$

Tabel 1, menunjukkan perbandingan laju bit untuk setiap deret video menggunakan 3 mode pengkodean, dimana peningkatan nilai SNR menghasilkan efisiensi pada penurunan laju bit yang signifikan. Penambahan kompleksitas encoder akibat mekanisme perluasan area pencarian pada optimalisasi teknik estimasi dan kompensasi gerak dapat meningkatkan rasio kompresi pada deret video dibandingkan dengan mode baseline. Efisiensi terbesar diperoleh pada deret video Foreman yang mengindikasikan implementasi mode optional Annex D dan F dapat mengkompensasi karakteristik deret video dengan korelasi antar frame yang besar.

Tabel 1. Perbandingan laju bit deret video dengan baseline mode, UMV mode dan advance prediction mode

Deret video	Baseline (kbit/s)	Annex D (kbit/s)	Efisiensi (%)	Advance Mode (kbit/s)	Efisiensi (%)
Claire	26.97	26.92	0.1	26.35	2.3
Foreman	158.12	137.52	13.02	133.40	15.63
Glasgow	292.15	268.79	8	263.52	9.8

## 6. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *advanced prediction mode* mampu meningkatkan nilai SNR sebesar 0.03 dB untuk *sequence* video claire, 0.2 dB untuk *sequence* video foreman, 0.041 dB untuk *sequence* video Glasgow, dan juga mampu menurunkan *bit rate* pengkodean sebesar 2.3 % untuk video Claire, 15.63 % untuk video Foreman, dan 9.8% untuk video Glasgow dibandingkan dengan implementasi 1 *motion vector* pada pengkodean *baseline mode*.

## 7. REFERENSI

- [1] Cote, G. 1998, "H.263+: Video Coding at Low Bit Rate", *IEEE Transaction on Circuit and System for video coding technology vol.8, no.7*.
- [2] Berna Erol, Michael Gallant, Guy Cote dan Faouzi Kossentini, "The H.263+ Video Coding Standard: Complexity and Performance", Department of Electrical Engineering, University of British Columbia
- [3] ITU-T. 1998, "ITU-T H.263", ITU-T Study Group XVI, Geneva.
- [4] Pohsiang Hsu and K. J. Ray Liu, 2000, "A predictive H.263 bit-rate control based on scene information", IEEE
- [5] Whybray, M.W. dan Ellis, W. 1995, "H.263 - Video Coding Recommendation for PSTN, Videophone dan Multimedia", IEE Savoy Place, London.