

ANALISA PENGARUH BIT ERROR PADA TRANSMISI DATA VIDEO

I Made Oka Widyantara

Staf Pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Udayana
oka@unud.ac.id

INTISARI

Proses kompresi video yang membuang redundansi spatial dan temporal membuat data yang dihasilkan menjadi sangat sensitif terhadap error selama transmisi. Error yang terjadi pada sebagian kecil dari deretan bit video yang telah terkode dapat menyebabkan penurunan kualitas visual yang signifikan. Tulisan ini akan menunjukkan pengaruh bit error yang dihasilkan oleh derau kanal pada sinyal dengan memvariasikan Bit Error Rate (BER). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bit error berpropagasi secara temporal [Error resilience] menyebabkan penurunan PSNR pada beberapa frame. Bit error terjadi pada posisi acak dalam deretan frame video sehingga sulit untuk diprediksi

Kata kunci : PSNR, BER, Noise, Video, H.261

1 Pendahuluan

Pengkodean terhadap sumber-sumber video menghasilkan deretan bit video, untuk selanjutnya ditransmisikan melalui jaringan telekomunikasi. Pengembangan system jaringan transmisi seperti fiber optik dan *wireless mobile* diarahkan untuk terciptanya layanan-layanan multimedia. Layanan-layanan ini memerlukan pengiriman data video secara riil time melalui saluran komunikasi yang memiliki bandwidth dan karakteristik error yang berbeda.

Selama data video yang telah terkode memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap rugi-rugi informasi dan error bit saluran, kualitas data video yang akan didekodekan dibatasi oleh ratio laju kesalahan bit (BER) saluran.

Tulisan ini dimaksudkan melihat pengaruh bit error pada transmisi data video terhadap kualitas tampilan penerimaan video.

2 Sistem komunikasi video

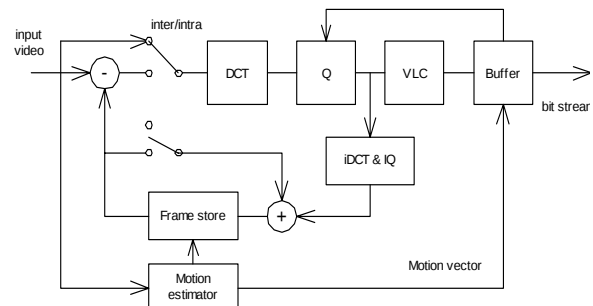
Sinyal video pertama kali akan dikompresi oleh *encoder* video untuk menurunkan laju data dan aliran bit yang telah terkompresi ini kemudian disegmentasi kedalam paket-paket ukuran tetap atau variable untuk selanjutnya di dimultipleks dengan tipe data lain seperti audio. Paket-paket ini dapat dikirimkan langsung ke jaringan jika jaringan memberikan garansi transmisi tanpa kesalahan (*bit error free transmission*).

Error transmisi dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu *random bit error* dan *erasure error*. *Random bit error* dapat disebabkan oleh ketidaksempurnaan kanal-kanal fisik yang menghasilkan pembalikan, penyisipan dan penghilangan bit. *Erase error* dapat disebabkan

oleh paket yang hilang dalam jaringan. Pada teknik pengkodean entropy menggunakan *variable length coding (VLC)*, *random bit error* dapat menyebabkan terjadinya *erasure error*, selama satu bit error menjadi penentu dalam proses pendekodean aliran bit berikutnya.

3. Teknik Pemampatan Video

Sinyal yang membawa informasi video dapat dimampatkan yaitu dikonversi ke sebuah representasi yang memerlukan jumlah bit yang lebih sedikit dibandingkan dengan aslinya. Sebuah perangkat keras atau lunak yang bertidak memampatkan sebuah sinyal disebut *encoder* dan sebaliknya disebut *decoder*. Pasangan istilah disebut dengan *codec*. Encoder generik yang digunakan untuk semua standar video codec seperti H.261, H.263, MPEG-2 dan MPEG-4, ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Encoder video

Berdasarkan sifat-sifat statistik ini (statistical redundancy), teknik pemampatan sinyal video dilakukan dengan mengeksploitasi sensitivitas

visual manusia dan membuang pengulangan informasi yang tidak mengandung informasi yang signifikan. Beberapa tahapan dalam teknik pemampatan video meliputi :

- **Differential Pulse Code Modulation**

Adalah proses pengkodean prediksi, dimana sample input video dikurangkan dengan sample prediksi untuk menghasilkan sebuah sampel error prediksi. Sebuah sample prediksi akurat diperoleh menggunakan pembobotan rata-rata dari sampel-pixel tetangganya. DPCM dapat diterapkan secara spasial (menggunakan pixel-pixel dalam frame yang sama) atau secara temporal (menggunakan pixel-pixel dari frame sebelumnya).

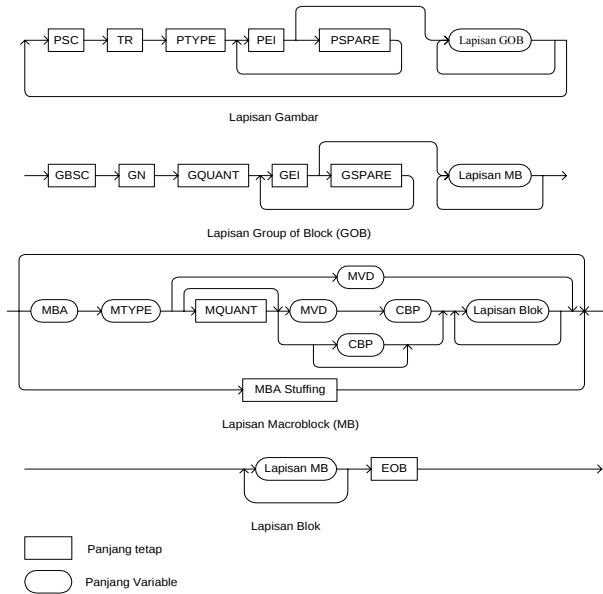
- **Pengkodean transform**

Tahapan ini melakukan proses mentransformasi pixel-pixel error prediksi kedalam sebuah koefisien domain transform. Maksudnya adalah untuk menurunkan korelasi diantara pixel-pixel dengan mengkonsentrasikan energi pixel pada komponen DC. Koefisien transform ini selanjutnya dikuantisasi untuk memperoleh rasio pemampatan yang dikehendaki.

- **Motion-compensated prediction**

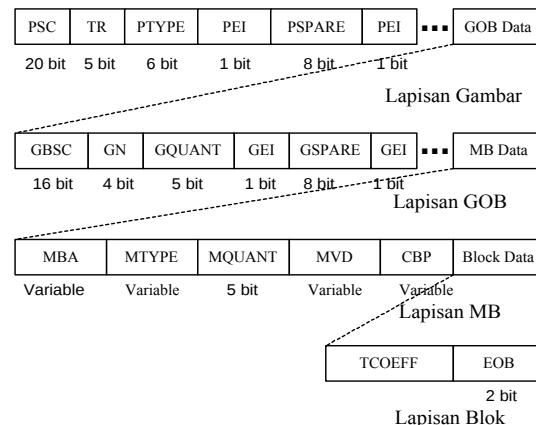
Menggunakan sifat DPCM, encoder membentuk sebuah model untuk frame sekarang didasarkan pada frame sebelumnya. Encoder akan berusaha untuk mengkompensasi setiap gerakan video dengan menranslasi sample-sample dari frame yang telah ditransmisikan sebelumnya. Proses ini akan menghasilkan frame prediksi *motion compnsated*. Frame ini kemudian dikurangkan dengan frame sekarang menghasilkan sebuah *residual error frame*. Residual frame ini selanjutnya dilakukan pengkodean transform.

Teknik pengkodean yang dilakukan oleh encoder menghasilkan deretan bit video yang harus dikirimkan dalam sebuah struktur data dengan hirarki lapisan yang dapat diinterpretasikan oleh decoder. Pada penelitian ini digunakan standarisasi H.261 dengan tipikal diagram sintak video multiplek decoder ditunjukkan pada gambar 3. Terdapat beberapa buah lapisan yaitu lapisan gambar, lapisan *Group of block* (GOB), lapisan *macroblock* dan lapisan block. Masing-masing lapisan terdapat header yang mendahului data sebenarnya yang dikirimkan.



Gambar 2. Struktur aliran data video H.261 [1]

Video multiplek decoder akan melakukan proses identifikasi deretan bit yang dikirimkan oleh encoder, didasarkan pada lapisan-lapisan deretan bit. Identifikasi dilakukan dengan membaca header dari masing-masing lapisan. Informasi yang terkandung dalam header sangat dibutuhkan oleh decoder untuk membuat proses rekonstruksi secara benar.

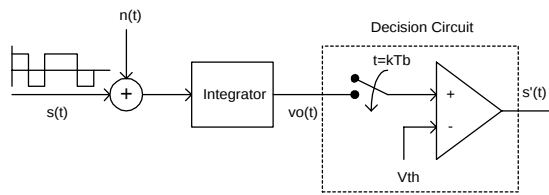


Gambar 3. Lapisan header data video H.261 [1]

4. Model Penelitian

Pengaruh noise pada pentransmisian deretan bit video dimodelkan sebagai berikut :

- Diasumsikan sinyal yang dikirimkan adalah sinyal biner NRZ – polar dengan amplituda +V dan -V dan lebar simbol = lebar bit = T_b (sistem biner, satu simbol mewakili satu bit). Sinyal kemudian ditambahkan derau dengan distribusi Gaussian.



Gambar 4. Transmisi sinyal video

- Pada penerima, sinyal + derau dimasukkan pada detektor yang terdiri atas rangkaian Integrator dan rangkaian Decision. Rangkaian Decision meliputi satu rangkaian sample and hold dan rangkaian Komparator.
- Integrator akan melakukan proses integrasi sinyal (+ noise) selama waktu integrasi selama T_b . Tegangan yang dihasilkan pada keluaran integrator apabila masukannya berupa tegangan konstan +V adalah :

$$v_o(t) = \frac{1}{\tau} \int_0^t [s(t) + n(t)] dt$$

dimana, τ = konstanta waktu integrator.

- Pada akhir perioda T_b , tegangan keluaran integrator diukur oleh rangkaian sample and hold, hasil pengukuran ini dipegang tetap (hold) sampai akhir perioda berikutnya.
- Rangkaian Komparator akan mengeluarkan tegangan +V apabila harga tegangan hasil pengukuran melebihi tegangan ambang (threshold). Jika sebaliknya dikeluarkan tegangan -V.
- Ukuran distorsi dari frame rekonstruksi akibat noise dinyatakan dengan *peak to peak signal to noise ratio* (PSNR), yaitu :

$$PSNR = 10 \log_{10} \left[\frac{255^2}{[MSE(Y) + MSE(U) + MSE(V)]} \right]$$

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j \left(Y_{ref}(i, j) - Y_{prc}(i, j) \right)^2$$

dimana :

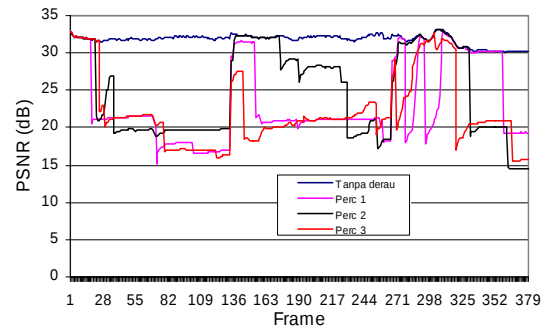
$Y_{ref}(i, j)$ = nilai-nilai pixel dari frame referensi

$Y_{prc}(i, j)$ = nilai-nilai pixel dari frame yang diproses

N = Jumlah total pixel dalam frame

• Analisa Hasil Simulasi

Gambar 5 menunjukkan PSNR dari masing-masing frame dalam deretan video *Foreman* yang didekodekan dari saluran tanpa derau dan BER $5,33 \times 10^{-6}$.

Gambar 5 Pengaruh BER tetap pada kualitas deretan video (*Foreman*)

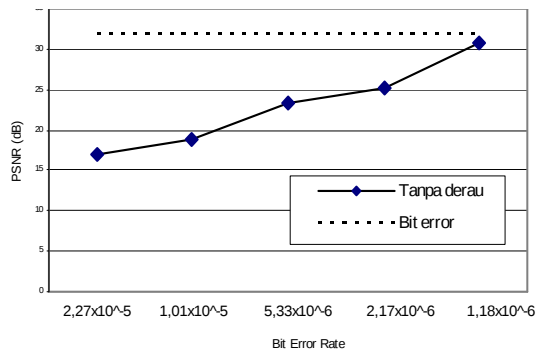
Gambar 5 menunjukkan pengaruh dari nilai BER yang sama ($5,33 \times 10^{-6}$) terhadap PSNR untuk 3 (tiga) kali percobaan. Pada percobaan pertama, PSNR rata-rata adalah 23,08 dB, pada percobaan ke dua, PSNR rata-rata adalah 24,76 dB dan pada percobaan ke tiga, PSNR rata-rata adalah 22,02 dB.

Hasil ini mengindikasikan bahwa pengaruh dari bit error yang terjadi pada posisi acak dalam deretan frame video terkode adalah sulit untuk diprediksi bergantung pada dimana dia terjadi dalam sebuah frame (pada blok data atau pada header).

Bit error yang terjadi pada *header* MBA, menyebabkan penomoran dari MB dalam sebuah GOB menjadi tidak benar. Pada sebuah frame, *Motion Vector Data* (MVD) dari sebuah MB akan diperoleh dengan menjumlahkan *motion vector* dari MB tersebut dengan *motion vector* MB sebelumnya. Ini menyebabkan error akan berpropagasi secara spatial dalam sebuah frame. Jika frame ini merupakan frame referensi bagi frame berikutnya maka error akan berpropagasi secara temporal (*error resilience*) dalam sebuah deretan frame video.

Gambar 6. Tampilan frame video *Foreman* dengan BER $5,33 \times 10^{-6}$

Pojok kiri atas pada gambar 6 adalah tampilan frame video yang belum mendapat pengaruh error transmisi. Pengaruh error mulai ditunjukkan pada gambar disebelahnya dan akan berpropagasi sampai dua gambar dibawahnya.



Gambar 7 PSNR relatif terhadap BER

Gambar 7 menunjukkan PSNR rata-rata dari deretan video *Foreman* yang telah didekodekan pada range nilai bit error rate. BER pada 10^{-5} umumnya dianggap cocok untuk transmisi data. Akan tetapi, nilai ini menunjukkan bahwa level bit error masih memberikan kualitas video yang rendah. Seperti yang tampak dalam gambar 4.6, data video yang telah dikodekan sangat sensitif terhadap error transmisi dan membutuhkan probabilitas error yang lebih rendah agar kualitas video dapat diterima di penerima.

6. Kesimpulan

- Derau menyebabkan distorsi dalam deretan frame yang didekodekan, tampak sebagai penurunan PSNR dibandingkan tanpa error.
- Pengaruh dari bit error yang terjadi pada posisi acak dalam deretan frame video terkode adalah sulit untuk diprediksi, selama propagasi spatial dan temporal dari error bergantung pada dimana dia terjadi dalam frame (pada blok data atau pada header).
- BER pada 10^{-5} umumnya dianggap cocok untuk transmisi data, pada aplikasi data video level bit error ini masih memberikan kualitas video yang rendah

7. Daftar Pustaka

- [1] ITU-T recommendation H.261," *video codec for audiovisual service at P x 64 kbits* ", Maret 1993

- [2] Rui Zhang, Shankar L Regunathan dan Kenneth Rose," *Robust video coding for packet Networks with feedback* ", Department of electrical and computer engineering, University of California
- [3] Richardson, Ian Edward Garden," *Video coding for realible communications* ", a thesis presented to Robert Gordon University, Oktober 1999.
- [4] Sheila S. Hemami," *Digital Image Coding for Robust Multimedia Transmission* ", Symposium on multimedia communication and video coding, New York, 1995.
- [4] Salama, Paul., Shroff, Ness B. dan Delp, Edward J., "Error concealment in encoded video streams ", Video and image processing laboratory (VIPER), school of electrical and computer engineering, Purdue University.

