



Algoritma Penyisipan Frame untuk Peningkatan Akurasi Metode *Aligned Peak Signal-to-Noise Ratio* dalam Pengukuran Kualitas Video

Yoanda Alim Syahbana¹, Wecka Imam Yudhystira² dan Syefrida Yulina³

¹Politeknik Caltex Riau, email: yoanda@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, email: wecka@pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, email: syefrida@pcr.ac.id

Abstrak

Pengukuran kualitas video secara objektif mampu mengatasi kekurangan penilaian kualitas secara subjektif dalam hal waktu dan tenaga yang dibutuhkan. Pengukuran secara objektif ini menggunakan sinyal video, noise, dan parameter encoder untuk memperkirakan kualitas yang dirasakan penonton. Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) merupakan salah satu metode pengukuran secara objektif yang cukup populer. Tetapi, metode PSNR yang konvensional memiliki ketidak-akurasian ketika mengukur video yang ditransmisikan melalui jaringan nirkabel dan mobile. Ini dikarenakan adanya paket hilang yang bisa menyebabkan hilangnya frame video. Pada tulisan ini dipaparkan rancangan sebuah algoritma penyisipan frame untuk meningkatkan akurasi metode PSNR. Percobaan telah dilakukan untuk menguji algoritma yang dirancang. Hasilnya percobaan menunjukkan PSNR dengan algoritma penyisipan frame mampu mencapai nilai PMCC sebesar 0.86. Dengan kata lain, akurasi PSNR konvensional telah mengalami peningkatan dengan adanya algoritma penyisipan frame.

Kata kunci: kualitas video, Peak Signal-to-Noise Ratio, frame video

Abstract

Objective video quality measurement deals with limitation of subjective video quality assessment in term of time and human resource. The measurement uses video signal, noise, and encoding parameter to predict video quality that is experienced by the viewer. Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) is one of popular methods in objective video quality measurement. However, conventional PSNR method has inaccuracy while measuring video that is streamed over mobile and wireless network. The inaccuracy is occurred due to occurrence of packet loss that leads to lost of video frame. In this study, design of frame insertion algorithm is proposed to improve accuracy of conventional PSNR method. Simulation and experiment have been done to evaluate performance of the proposed algorithm. The result shows that PSNR with frame insertion algorithm can achieve high PMCC value, 0.86. In other words, accuracy of the conventional PSNR method has been increased by using the proposed algorithm.

Keywords: video quality, Peak Signal-to-Noise Ratio, video frame

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi nirkabel dan multimedia telah menstimulasi generasi baru dari jenis servis untuk perangkat mobile. Salah satu jenis servis yang berkembang adalah video stream yang diakses melalui jaringan nirkabel dan jaringan mobile. Servis ini bervariasi dalam bentuk telekonferensi video, televisi berbasis IP (IPTV), dan Video on Demand (VoD). Jenis-jenis servis ini setidaknya memiliki tiga komponen servis utama. Komponen tersebut terdiri dari infrastruktur jaringan nirkabel dan jaringan mobile, video yang ditransmisikan, dan perangkat mobile. Sebagai komponen pertama, video stream bisa ditransmisikan melalui berbagai infrastruktur jaringan nirkabel dan jaringan mobile seperti Wi-Fi, WiMAX, UMTS, dan HSDPA. Video pada jenis servis ini juga bisa ditransmisikan dalam berbagai bentuk. Video tersebut bisa berupa video yang direkam dari perangkat mobile pada servis panggilan video atau video dari webcam pada jenis telekonferensi video. Video tersebut dapat pula berupa file video yang digunakan pada servis mobile-VoD. Jenis video ini merupakan yang menjadi fokus pada tulisan ini.

Ketika berbicara mengenai sebuah servis yang berkembang maka kualitas dari servis tersebut merupakan hal yang penting. Kualitas servis akan mempengaruhi kepuasan pelanggan terhadap servis yang diberikan. Lebih jauh lagi, kualitas servis akan pula mempengaruhi keterbukaan pasar dalam menerima servis tersebut. Kualitas servis bisa diabstraksikan sebagai Quality of Service (QoS) dan Quality of user Experience (QoE). QoS didefinisikan sebagai seberapa baik kualitas video ketika diterima oleh perangkat mobile. Sedangkan QoE didefinisikan sebagai seberapa baik kualitas video yang dirasakan oleh pelanggan. Pada kedua level abstraksi ini, kualitas video berperan besar dalam menentukan kualitas servis yang ditawarkan. Sehingga, seperti yang disebutkan pada publikasi oleh Winkler dan Mohandas [1], pengukuran kualitas video sangat penting dalam menjaga kualitas servis yang ditawarkan.

Berdasarkan dua level abstraksi, Choi [2] menyatakan dua pendekatan yang bisa dilakukan untuk mengevaluasi kualitas video. Dua pendekatan tersebut adalah penilaian kualitas secara subjektif dan pengukuran kualitas secara objektif. Pendekatan subjektif dilakukan berdasarkan opini user yang dikumpulkan dalam bentuk survei. Menurut Choi [2], pendekatan ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam menentukan kualitas video. Tetapi, pendekatan secara subjektif memiliki kelemahan dalam efisiensi prosesnya. Menurut Choi [2], Piamrat [3], Reiter [4], dan Khan [5], pendekatan secara subjektif memakan waktu dan menggunakan banyak tenaga manusia. Sebagai alternatif, pendekatan secara objektif menawarkan implementasi yang lebih sederhana dari pendekatan secara subjektif. Pengukuran kualitas secara objektif mengukur kualitas video berdasarkan parameter objektif seperti sinyal video, sinyal pengganggu, dan parameter-parameter pada encoder.

Tulisan ini membahas pengembangan metode baru yang termasuk dalam kategori pendekatan objektif. Metode baru ini berdasarkan pada metode Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) sebagai salah satu metode pada pendekatan objektif. Pengembangan metode baru diarahkan untuk menutupi kelemahan PSNR ketika mengukur kualitas video yang ditransmisikan melalui jaringan nirkabel dan jaringan mobile. Pembahasan pada tulisan ini dibagi menjadi lima bagian, termasuk bagian pertama pada bagian pendahuluan ini. Latar belakang masalah dan penelitian terkait akan dibahas pada bagian kedua. Pengembangan metode baru berupa algoritma akan dijelaskan pada bagian ketiga. Pada bagian keempat, simulasi percobaan akan dipaparkan dan evaluasi dari algoritma akan didiskusikan. Pada bagian akhir, kesimpulan dan kelanjutan penelitian akan dirangkum.

2. Latar Belakang dan Penelitian Terkait

Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) adalah salah satu metode yang cukup populer digunakan dalam pengukuran kualitas video secara objektif. Metode ini menggunakan sinyal video sebagai parameter objektif. Metode ini membandingkan sinyal dari setiap frame video

pada video hasil transmisi (S-video) dengan setiap frame video pada video sebelum ditransmisikan (O-video) dan mengukur perbedaan keduanya. Menurut Vranjes [6], PSNR dirumuskan sebagai,

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(2^M - 1)^2}{MSE} \tag{1}$$

Dimana, 2^M-1 adalah maksimum nilai piksel untuk M-bit frame video. MSE merupakan kepanjangan dari Mean Square Error. Sebagai contoh, untuk video dengan resolusi (x,y) piksel, maka MSE dihitung sebagai

$$MSE = \frac{1}{XYT} \sum_{t=1}^T \sum_{y=1}^Y \sum_{x=1}^X [p(x,y,t) - p'(x,y,t)]^2 \tag{2}$$

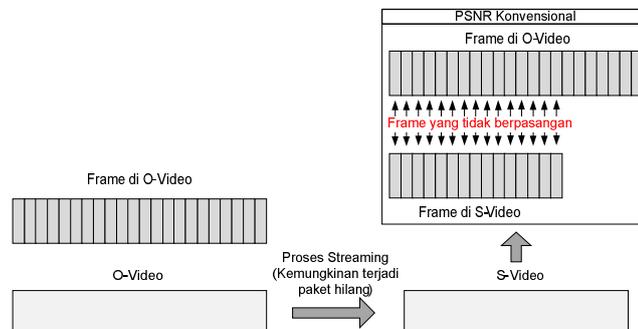
$p(x, y, t)$ merepresentasikan frame video di O-video (O-frame) sedangkan $p'(x, y, t)$ merepresentasikan frame video di S-video (S-frame). Kualitas video yang baik ditandai dengan tingginya nilai PSNR. Telah dibuktikan pada penelitian oleh Huynh-Thu [7], PSNR merupakan metode pengukuran kualitas video yang baik selama konten video dan tipe video codec tidak berubah. Sebagai tambahan pada penelitian Chan [8], PSNR juga berkerja baik pada pengukuran kualitas video pada proses encoding dan decoding.

Interpretasi nilai PSNR terhadap kualitas video ditampilkan pada Tabel 1. Tabel ini dikutip dari publikasi oleh Ennaji [9].

Tabel 1. Interpretasi Nilai PSNR terhadap Kualitas Video

Nilai PSNR	Kualitas
PSNR > 33 dB	Baik Sekali
33 dB > PSNR > 30 dB	Cukup
PSNR < 30 dB	Buruk

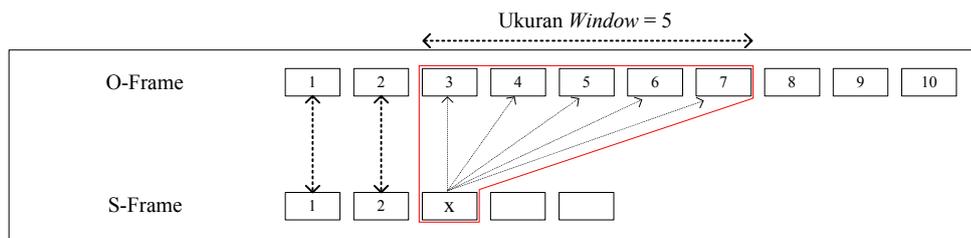
Metode PSNR yang konvensional ini memiliki keterbatasan ketika diaplikasikan untuk mengukur kualitas video yang ditransmisikan melalui jaringan nirkabel dan jaringan *mobile*. Ini berkaitan dengan tingginya kemungkinan paket yang hilang pada kedua jaringan ini. Paket yang hilang akan mempengaruhi S-frame menjadi rusak, bahkan hilang. Pada kasus S-frame yang hilang, maka jumlah frame video di S-video akan lebih sedikit daripada jumlah frame di O-video. Sebagai konsekuensinya, metode PSNR akan membandingkan dua frame yang bukan pasangannya dari O-video dan S-video. Gambar 1 mengilustrasikan kondisi ini.



Gambar 1. Ilustrasi kelemahan metode PSNR

Isu frame yang bukan pasangannya ini telah menjadi fokus pada beberapa penelitian terdahulu. Pada penelitian oleh Wolf [10], isu ini dikaji untuk S-video yang mengalami *delay* yang tetap (*constant delay*). Solusinya, frame yang seharusnya berpasangan dicari terlebih dahulu untuk kemudian menyelaraskan frame-frame video yang berikutnya. Pada penelitian yang berbeda oleh Chan [8], modifikasi dari metode PSNR diajukan sebagai solusi. Metode baru hasil modifikasi ini akan mencari pasangan dari setiap frame di S-video pada frame-frame di O-video. Ide dasarnya adalah untuk mencocokkan setiap frame di S-video ke frame di O-video agar total nilai PSNR yang dihasilkan maksimum. Berdasarkan riset ini, modifikasi metode PSNR, yang mereka sebut dengan metode MPSNR, dapat lebih akurat dalam menghitung kualitas video dibandingkan metode PSNR yang konvensional. Penelitian Chan [8] juga memberikan panduan yang jelas untuk mengevaluasi kemampuan metode MPSNR dengan menggunakan nilai Pearson product-Moment Correlation Coefficient (PMCC).

Dalam mencari pasangan dari setiap frame di S-video, MPSNR menetapkan sebuah batasan yang disebut *window*. *Window* didefinisikan sebagai batasan O-frame untuk mencari pasangan S-frame yang sedang diproses. Pada eksperimennya, Chan [8] menetapkan nilai *window* sebesar lima frame video. Tetapi, penetapan nilai *window* ini memiliki kelemahan pada kasus jika ada lima atau lebih frame yang hilang secara berurutan. Jika ini terjadi, MPSNR akan kehilangan keakuratannya dalam menemukan pasangan dari setiap frame di S-video. Isu pada MPSNR ini digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Isu besar *window* pada MPSNR

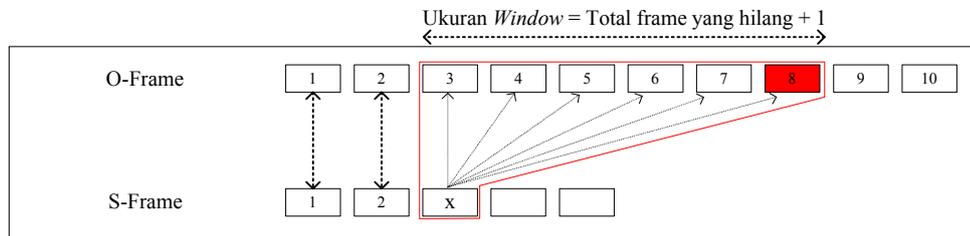
Pada Gambar 2, O-frame nomor tiga sampai tujuh adalah posisi pasangan frame yang hilang secara berurutan di S-frame. Dengan kata lain, ada lima frame video yang hilang secara berurutan. Maka seharusnya, O-frame nomor tiga sampai tujuh tidak memiliki pasangan frame. Sehingga S-frame yang sedang di proses (S-frame nomor x) seharusnya akan berpasangan dengan O-frame nomor delapan. Akan tetapi, karena isu besar *window* yang sudah tetap, metode MPSNR tidak akan memasangkan S-frame nomor x dengan O-frame nomor delapan. Sebagai konsekuensinya, hal ini akan mempengaruhi pasangan frame pada urutan berikutnya dan akan mempengaruhi hasil akhir pengukuran kualitas video.

Penelitian metode MPSNR dikembangkan lagi seperti tertulis pada publikasi oleh Yoanda [11]. Akurasi metode MPSNR ditingkatkan dengan metode yang disebut APSNR. Untuk mengatasi kelemahan MPSNR, APSNR menggunakan besar *window* yang dinamis mengikut pada selisih jumlah frame antara O-video dan S-video. Besar *window* dihitung sebagai

$$w = \text{sumFL} + 1 \quad (3)$$

Dimana, w adalah besar *window* dan sumFL adalah total dari frame yang hilang. Nilai sumFL diperoleh dari selisih jumlah frame di O-video dan jumlah frame di S-video. Sebagai ilustrasi, ketika APSNR diterapkan pada kasus yang sama dengan MPSNR pada Gambar 2, maka hasilnya akan terlihat pada Gambar 3. Mengikuti pada rumus (3), maka besar *window* pada kasus ini adalah enam frame. Sehingga pasangan frame pada S-frame yang sedang di proses dan O-frame nomor delapan akan cocok. Sebagai tambahan, untuk menghindari proses komputasi

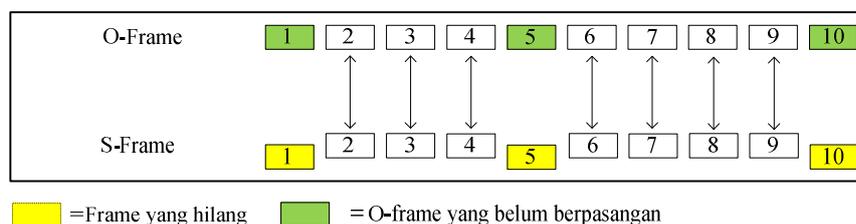
yang lama, APSNR akan mengurangi besar window untuk setiap penemuan posisi frame yang hilang di S-frame.



Gambar 3. Perubahan ukuran *window* di APSNR

Desain APSNR dibagi menjadi tiga bagian utama yang terdiri dari pencarian pasangan frame, pergeseran frame, dan penghitungan final nilai PSNR. Bagian pertama dimulai dengan menentukan besar dari window. Kemudian, algoritma akan memasangkan satu frame di S-video dengan beberapa frame di O-video yang berada dalam *window*. Setelah itu, algoritma akan mencari pasangan frame yang memiliki nilai PSNR paling tinggi diantara pasangan yang lain. Jika pasangan frame tidak ditemukan pada frame pertama di O-video, maka dianggap ada frame yang hilang pada S-video. Jika ini terjadi, maka bagian kedua akan bekerja dengan menggeser S-frame sebanyak jumlah frame yang hilang. Bagian pertama dan kedua ini akan terus diulang hingga algoritma memproses frame terakhir dari S-video. Pada bagian akhir, semua nilai PSNR untuk setiap pasangan akan dirata-ratakan. Khusus untuk kasus dimana tidak ada kerusakan pada pasangan frame, maka sesuai dengan penelitian oleh Chan [8], nilai tak hingga yang dihasilkan akan digantikan dengan nilai 100 dB. Setelah nilai rata-rata ini diperoleh, maka nilai inilah yang dianggap sebagai kualitas video yang sedang diukur.

Setelah semua frame di S-video menemukan pasangannya di O-video, maka akan diketahui lokasi frame yang hilang pada S-video seperti digambarkan pada Gambar 4. Sesuai konsep dari PSNR yang membandingkan setiap frame di S-video dengan setiap frame di O-video, maka kekosongan frame ini harus dipertimbangkan. Pada bagian selanjutnya, akan dikaji solusi untuk mengatasi kekosongan frame ini dengan algoritma penyisipan frame.

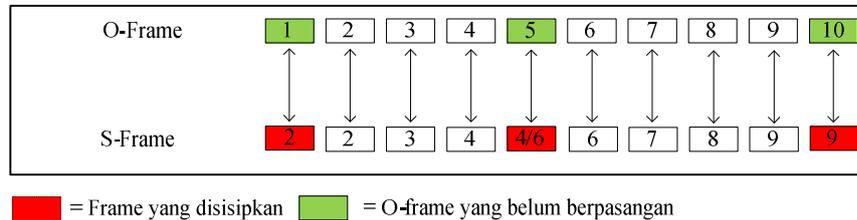


Gambar 4. Ilustrasi posisi frame yang hilang

3. APSNR dengan Algoritma Penyisipan Frame

Isu kekosongan frame akan mempengaruhi akurasi metode APSNR. Sebagai contoh kasus pada Gambar 4, jika semua frame yang ada pada S-Video identik dengan frame pasangannya pada O-video, maka nilai PSNR tetap akan tinggi walaupun terdapat frame yang hilang pada S-Video. Sehingga nilai PSNR ini tidak akan merepresentasikan kualitas video yang sesungguhnya.

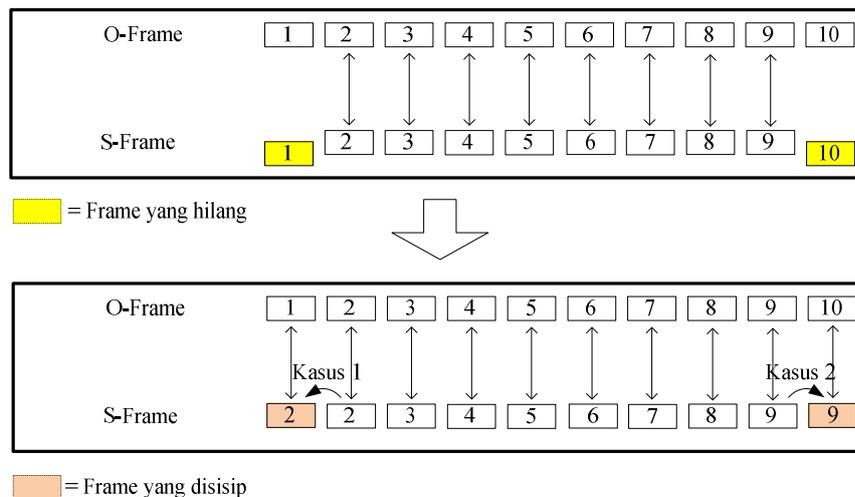
Untuk itu, pada penelitian kali ini, APSNR ditingkatkan lagi tingkat akurasi dengan metode penyisipan frame pada bagian-bagian frame yang kosong. Ilustrasi metode penyisipan frame ini ditampilkan pada Gambar 5.



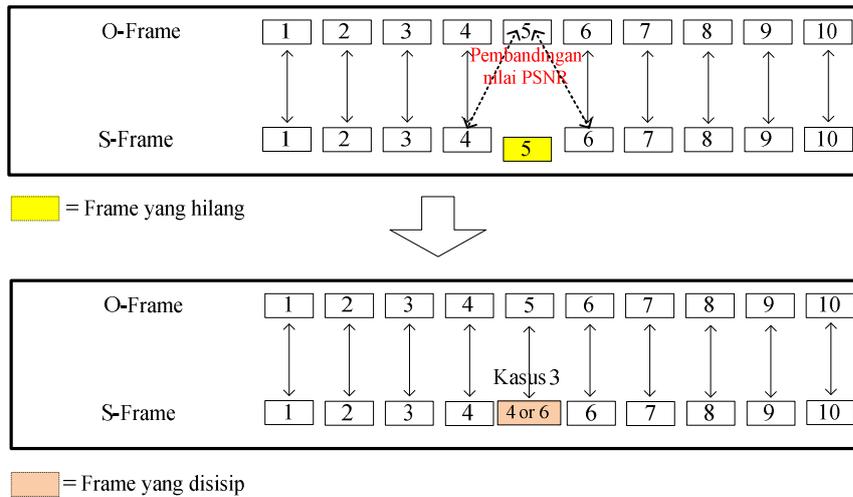
Gambar 5. Ilustrasi posisi frame yang hilang

Pada Gambar 5, kekosongan frame pada Gambar 4 diisi dengan frame lain. Frame pengisi kekosongan ini diambil dari frame yang berdekatan. Sebagai contoh, kekosongan pada frame 1 akan diisi dengan menduplikasi frame nomor 2 untuk kemudian diletakkan pada posisi frame nomor 1. Begitupula dengan kekosongan pada frame nomor 10. Posisi frame nomor 10 akan diisi oleh frame nomor 9. Yang akan sedikit berbeda adalah kekosongan posisi frame nomor 5. Ada dua kemungkinan frame yang akan mengisi kekosongan posisi frame nomor 5. Kedua frame tersebut adalah frame nomor 4 dan frame nomor 6. Secara garis besar, metode penyisipan frame yang dirancang pada penelitian ini akan menentukan frame yang mana yang akan menggantikan posisi kekosongan frame.

Dalam menentukan frame yang akan mengisi kekosongan frame, penelitian ini membagi kondisi kekosongan frame menjadi tiga kasus. Yang pertama, posisi kekosongan frame pada bagian awal S-Video atau dengan kata lain frame nomor 1. Yang kedua, posisi kekosongan frame pada bagian akhir S-Video. Yang terakhir, posisi kekosongan frame selain dari dua kasus yang pertama. Dengan kata lain, posisi kekosongan frame terletak diantara frame yang ada. Gambar 6 dan Gambar 7 menampilkan ilustrasi tiga kasus yang telah disebutkan sebelumnya.

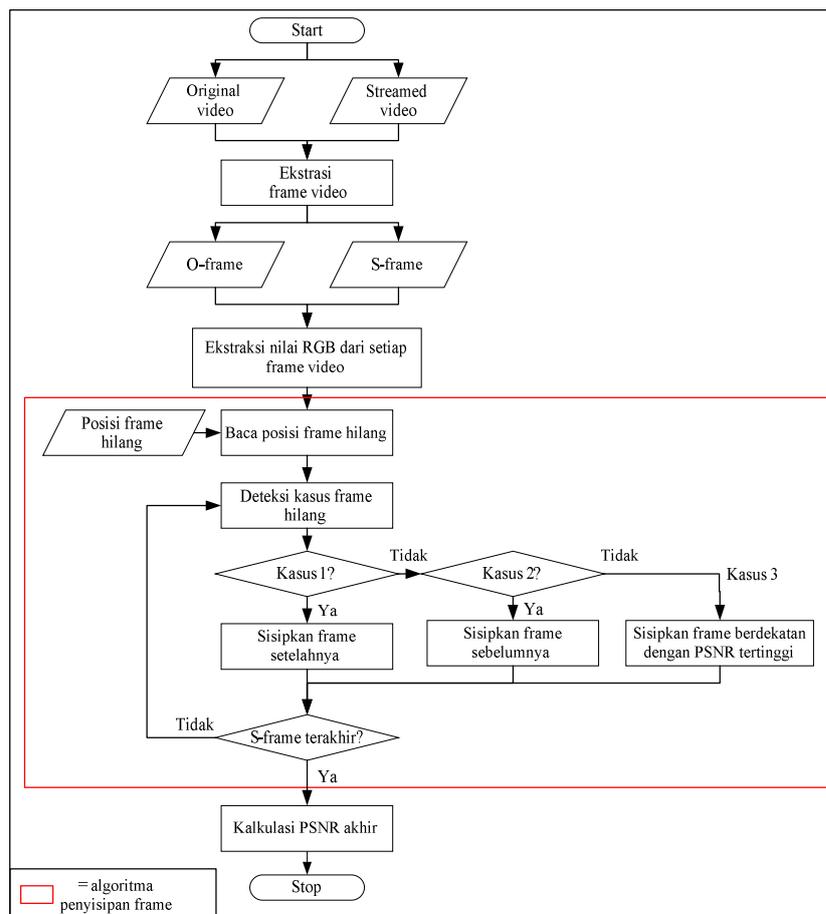


Gambar 6. Ilustrasi kasus 1 dan 2



Gambar 7. Ilustrasi kasus 3

Diagram alir algoritma penyisipan frame ini ditampilkan pada Gambar 8. Pada tahap awal, proses ekstraksi frame akan dilakukan terhadap input O-Video dan S-Video. Kemudian, informasi nilai RGB dari setiap frame juga akan diekstraksi. Sebagai informasi awal, posisi frame hilang sudah diperoleh dari proses metode APSNR. Informasi ini kemudian diklasifikasikan sesuai dengan tiga kasus yang telah ditetapkan pada algoritma penyisipan frame. Setelah semua posisi frame hilang telah disisip dengan frame lain, maka PSNR dihitung dan dicari nilai rata-rata nya. Pada bagian berikutnya, simulasi percobaan dan evaluasi algoritma akan dipaparkan.



Gambar 8. Diagram alir algoritma

4. Percobaan dan Evaluasi Algoritma

Sebagai video percobaan digunakan video ANSI T1.801.01 vtc1nw. Video ini merupakan salah satu video standar untuk penelitian kualitas video. Video ini menampilkan seorang wanita yang duduk dan membaca sebuah berita. Video ini direkam oleh *National Telecommunication and Information Administration, Institute for Telecommunication Sciences (NTIA/ITS)*. Video ini dikonfigurasi dengan pengaturan frame rate 60 fps dan 4:2:0 *chroma sampling*. Video ini dikonfigurasi menjadi video sepanjang 12 detik dengan dua variasi *frame rate* (15 dan 30 fps), dua variasi video bit rate (96 dan 512 kbps), dan tiga variasi resolusi (QCIF, CIF, and 4CIF). Video ini kemudian disimulasikan untuk sebuah servis video stream yang memiliki tiga variasi nilai *Channel Quality Indicator (CQI)*. Nilai CQI yang digunakan adalah 8, 15, dan 22. Jadi, berdasarkan konfigurasi yang dilakukan, total video percobaan yang digunakan adalah 36 O-Video ditambah 36 S-Video sebagai hasil dari simulasi video stream.

36 pasang video ini kemudian diukur dengan metode APSNR. Dari hasil pengukuran pertama ini diperoleh nilai kualitas video dan informasi posisi frame hilang. Beberapa hasil menunjukkan beberapa video dengan nilai 100dB. Ini berarti tidak ada kerusakan pada frame video. Namun, pada video-video ini ada frame yang hilang. Tabel 2 merangkum informasi posisi frame hilang pada 36 video.

Tabel 2. Informasi posisi frame hilang pada 36 video percobaan

Video	Posisi Frame Hilang	Kelompok Kasus	Video	Posisi Frame Hilang	Kelompok Kasus
1	21-25, 30-31, 37-39, 63-64, 66-71, 73-75, 77	Kasus 3, lebih dari satu rentetan	19	341-360	Kasus 2
2	13-26	Kasus 3, satu rentetan	20	167-180	Kasus 2
3	3, 20-21, 27-37, 39-40	Kasus 3, lebih dari satu rentetan	21	17, 24-48	Kasus 3, lebih dari satu rentetan
4	13-25	Kasus 3, satu rentetan	22	13-25	Kasus 3, satu rentetan
5	14, 26-35, 37-39	Kasus 3, lebih dari satu rentetan	23	74-76, 86, 93, 97, 104-108, 121, 140, 157-163	Kasus 3, lebih dari satu rentetan
6	3, 13-25	Kasus 3, lebih dari satu rentetan	24	54, 88, 126, 133-135, 141, 143, 145, 150-151, 157-158	Kasus 3, lebih dari satu rentetan
7	3, 15-24, 31-39	Kasus 3, lebih dari satu rentetan	25	347-360	Kasus 2
8	167-180	Kasus 2	26	169-180	Kasus 2
9	26-43	Kasus 3, satu rentetan	27	343-360	Kasus 2
10	13-26	Kasus 3, satu rentetan	28	168-180	Kasus 2
11	15-23, 28-35	Kasus 3, lebih dari satu rentetan	29	343-360	Kasus 2
12	13-25	Kasus 3, satu rentetan	30	169-180	Kasus 2
13	67-68, 74, 85-88, 93, 97-98, 101-106, 109-111	Kasus 3, lebih dari satu rentetan	31	343-360	Kasus 2
14	167-180	Kasus 2	32	168-180	Kasus 2
15	341-360	Kasus 2	33	73, 76-78, 85-91, 94, 97-101, 103-104	Kasus 3, lebih dari satu rentetan
16	168-180	Kasus 2	34	169-180	Kasus 2
17	67-68, 74, 76-77, 85-88, 92, 97-98, 102-106, 109-110	Kasus 3, lebih dari satu rentetan	35	343-360	Kasus 2
18	42, 49-50, 80-83, 85-86, 89, 95-97, 109	Kasus 3, lebih dari satu rentetan	36	168-180	Kasus 2

Selanjutnya, 36 pasang video ini diukur kembali dengan metode APSNR dengan algoritma penyisipan frame. Dari tiga kemungkinan posisi frame yang hilang, hanya dua kasus yang ditemukan pada percobaan yang dilakukan. Fokus ke kasus 2, analisa bisa dilakukan pada video percobaan nomor 30. Video ini kehilangan frame nomor 169 sampai dengan frame nomor 180. Berdasarkan algoritma penyisipan frame, maka posisi frame hilang ini akan diisi dengan frame nomor 168.

Pada kasus 3, posisi frame hilang ditemukan diantara frame yang tidak hilang. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, posisi frame hilang ini akan digantikan oleh satu diantara dua frame yang tidak hilang. Bisa jadi posisi frame hilang ini digantikan oleh frame sebelum ataupun bisa jadi digantikan oleh frame sesudah frame yang hilang. Seperti yang bisa di analisa dari video percobaan nomor 18, video ini kehilangan beberapa frame. Frame yang hilang ini berada diantara frame yang tidak hilang. Berdasarkan kalkulasi yang telah dilakukan algoritma penyisipan frame, posisi frame nomor 42 akan digantikan oleh frame nomor 41 sedangkan posisi frame nomor 109 akan digantikan frame nomor 110.

Hasil pengukuran PSNR dengan algoritma penyisipan frame ditampilkan pada Tabel 3. Pada Tabel 3, 36 video percobaan dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan CQI value yang digunakan ketika simulasi video stream dijalankan.

Tabel 3. Hasil pengukuran PSNR dengan algoritma penyisipan frame untuk 36 video percobaan

Nomor Video	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nilai PSNR (dB)	30.3	28.6	31.5	30.0	30.4	29.8	31.1	93.4	18.5	17.4	23.4	23.9
Nomor Video	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Nilai PSNR (dB)	46.7	90.8	96.6	95.4	46.4	47.8	96.6	95.1	17.0	21.6	43.0	54.4
Nomor Video	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Nilai PSNR (dB)	97.5	95.8	96.9	95.5	96.9	95.8	96.9	95.5	47.0	95.8	96.9	95.5

Dari hasil ini dapat dilihat tidak ada video yang memperoleh nilai sempurna atau 100 dB. Walaupun semua frame yang ada tidak mengalami kerusakan tetapi dengan adanya frame yang hilang maka kualitas video tersebut tetap akan berkurang. Sebagai contoh, video nomor 20 mencapai nilai 100 dB ketika diukur dengan metode APSNR saja karena video ini tidak mengalami penurunan kualitas pada frame yang ada. Akan tetapi, video ini kehilangan 14 frame untuk frame nomor 167 sampai frame nomor 180 (kasus 2). Dari sudut pandang teknis, video ini dapat dikatakan memiliki kualitas sempurna tetapi dari sudut pandang dari sudut pandang penonton, video ini akan tersendat-sendat pada detik ke-13. Sehingga, kondisi ini seharusnya dipertimbangkan dalam pengukuran kualitas video. Dengan menggunakan algoritma penyisipan frame, kondisi ini telah dipertimbangkan dan secara langsung menurunkan kualitas video yang diukur menjadi 95.1 dB.

Untuk mengevaluasi keakuratan algoritma penyisipan frame dalam mengukur kualitas video, maka hasil percobaan ini dibandingkan dengan hasil penilaian secara subjektif. 36 video percobaan juga diperlihatkan pada 15 orang responden untuk kemudian dinilai kualitasnya menggunakan penilaian *Mean Opinion Score* (MOS).

Sebagai parameter pembanding, *Pearson product-Moment Correlation Coefficient* (PMCC) digunakan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa, algoritma penyisipan frame mampu mendekati hasil dari penilaian secara subjektif dengan nilai PMCC sebesar 0.86. Jika dibandingkan dengan metode APSNR maka terjadi peningkatan nilai PMCC sebesar 0.02. Dengan kata lain, algoritma penyisipan frame telah berhasil meningkatkan akurasi APSNR dalam mengukur kualitas video.

5. Kesimpulan dan Kelanjutan Penelitian

Berdasarkan rancangan algoritma dan percobaan yang telah dilakukan untuk 36 video percobaan maka dapat disimpulkan bahwa algoritma penyisipan frame pada metode APSNR telah berhasil meningkatkan akurasi pengukuran kualitas video. Hal ini telah dibuktikan dengan membandingkan hasil pengukuran APSNR dan APSNR-algoritma penyisipan frame terhadap

hasil pengukuran dengan pendekatan subjektif. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa algoritma penyisipan frame telah meningkatkan koefisien PMCC menjadi 0.86.

Untuk kelanjutan penelitian, setidaknya ada tiga pengembangan yang bisa dilakukan. Yang pertama, konsep ini dapat pula diterapkan pada pengukuran kualitas audio pada servis audio stream. Tentunya, penerapan ini harus tetap mempertimbangkan karakteristik kualitas audio yang berbeda dengan kualitas video. Pengembangan kedua dapat diterapkan pada analisa pengaruh sebaran posisi frame hilang. Kajian dapat dilakukan untuk membandingkan pengaruh posisi frame hilang yang berurutan dengan pengaruh posisi frame hilang yang tersebar. Pada pengembangan ketiga, penelitian dapat pula dilakukan untuk mentransformasi metode APSNR menjadi metode yang bisa digunakan ketika servis berjalan (*in-service measurement*).

Daftar Pustaka

- [1] S. Winkler and P. Mohandas, "The Evolution of Video Quality Measurement: From PSNR to Hybrid Metrics," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 54(3), Jun. 2008, pp. 660-668, doi: 10.1109/TBC.2008.2000733.
- [2] Kwangjin Choi, Jun kyun Choi, Jae Hwan Hong, Gyeong Ju Min and Jongkuk Lee, "Comparison of Video Streaming Quality Measurement Methodologies," 10th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 17-20 Feb. 2008, pp. 993-996, doi: 10.1109/ICACT.2008.4493933.
- [3] K. Piamrat, C. Viho, J. -M. Bonnin and A. Ksentini, "Quality of Experience Measurements for Video Streaming over Wireless Networks," Sixth International Conference on Information Technology: New Generations, IEEE, 27-29 Apr. 2009, pp. 1184-1189, doi: 10.1109/ITNG.2009.121.
- [4] U. Reiter and J. Korhonen, "Comparing Apples and Oranges: Subjective Quality Assessment of Streamed Video with Different Types of Distortion," International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEx), IEEE, 29-31 Jul. 2009, pp. 127-132, doi: 0.1109/QOMEX.2009.5246963
- [5] Khan, Lingfen Sun and E. Ifeachor, "Content Clustering Based Video Quality Prediction Model for MPEG4 Video Streaming over Wireless Networks," International Conference on Communications (ICC), IEEE, 14-18 Jun. 2009, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICC.2009.5198850.
- [6] M. Vranjes, S. Rimac-Drlje and K. Grgic, "Locally Averaged Psnr As A Simple Objective Video Quality Metric," 50th International Symposium ELMAR, IEEE, 10-12 September 2008, pp. 17-20.
- [7] Huynh-Thu, Q., and Ghanbari, M. "Scope of validity of PSNR in image/video quality assessment," *Electronics Letters*, 44(13), 2008, pp. 800-801.
- [8] An Chan, Kai Zeng, P. Mohapatra, Sung-Ju Lee, S. Banerjee, "Metrics for Evaluating Video Streaming Quality in Lossy IEEE 802.11 Wireless Networks," *Proceedings IEEE INFOCOM*, IEEE, 14-19 Mar. 2010, pp. 1-9, doi: 10.1109/INFOCOM.2010.5461979.
- [9] Y. Ennaji, M. Boulmalf and C. Alaoui, "Experimental Analysis of Video Performance over Wireless Local Area Networks," International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS), IEEE, 2-4 Apr. 2009, pp. 488-494 doi: 10.1109/MMCS.2009.5256645.

- [10] S. Wolf and M. H. Pinson, "Reference Algorithm for Computing Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) of A Video Sequence with A Constant Delay," ITU, ITU-T Contribution COM9-C6-E, Feb. 2009.
- [11] Y. A. Syahbana, Herman, A. A. Rahman, and K. A. Bakar, "Aligned-PSNR (APSNR) for Objective Video Quality Measurement (VQM) in Video Stream over Wireless and Mobile Network," World Congress on Information and Communication Technologies (WCIT), IEEE, 11-14 Dec. 2011, pp. 330-335 doi: 10.1109/WICT.2011.6141267.