

ANALISIS KUALITAS TRANSMISI VIDEO DENGAN *DECODABLE FRAME RATE*

Muhammad Mulia Maulana ⁽¹⁾, Suherman ⁽²⁾

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail : m.muliamaulana@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan informasi video, dibutuhkan sistem transmisi video yang baik. Kinerja transmisi video dapat dievaluasi melalui model matematis. Tulisan ini membandingkan hasil percobaan transmisi video pada jaringan 802.11 dan hasil analisis model *Decodable Frame Rate*. *Decodable Frame Rate* menganalisis kinerja transmisi video yang menggunakan nilai probabilitas terdekodkannya data video yang diterima. Hasil percobaan dengan jumlah 6 user diperoleh jumlah *frame* yang *decodable* adalah 34% dari jumlah *frame* yang dikirimkan. Sedangkan dari hasil analisis model *decodable frame rate* diperoleh jumlah *frame* yang *decodable* adalah 3% dari jumlah *frame* yang dikirimkan. Jumlah *frame* yang *decodable* dipengaruhi oleh nilai *packet loss* ketika video ditransmisikan. Semakin besar jumlah user maka nilai *packet loss* juga akan semakin meningkat dan *frame* yang *decodable* akan semakin kecil sehingga kualitas video yang diterima juga semakin menurun.

Kata Kunci : Kualitas Video, Kinerja Transmisi, *Decodable Frame Rate*

1. Pendahuluan

Seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat akan informasi video dibutuhkan sistem transmisi video yang baik. Kinerja transmisi video dapat diketahui dengan melakukan simulasi atau dengan model matematis. Kinerja transmisi yang baik akan menghasilkan kualitas video yang baik pula pada sisi penerima.

Tulisan ini menganalisis kinerja transmisi video pada jaringan 802.11 menggunakan model *Decodable Frame Rate*. *Decodable Frame Rate* adalah model pengukuran transmisi video yang menggunakan nilai probabilitas terdekodkannya data video yang diterima. Kualitas video dipengaruhi oleh nilai probabilitas terdekodkannya data video yang diterima [1].

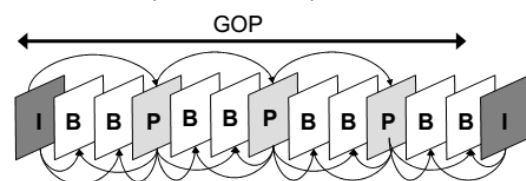
2. Studi Pustaka

Frame video berturut-turut biasanya mengandung citra yang sama namun mungkin di lokasi *spatial* yang berbeda karena gerak. Oleh karena itu, untuk meningkatkan prediktabilitas yang penting untuk memperkirakan gerakan yang terjadi antar *frame* dan kemudian membentuk prediksi yang tepat mengkompensasi sebuah gerakan video [2].

Terdapat tiga jenis umum *frame* yang terdapat pada video, yaitu *frame* I, *frame* P dan

frame B. *Frame* MPEG I (*Intra-coded*) *frame* dikodekan secara independen dan diterjemahkan dengan sendirinya. *Frame* MPEG P (*Predictive-coded*) dikodekan berdasarkan prediksi hasil *frame* I atau *frame* P sebelumnya dalam urutan video. *Frame* MPEG B (*Bi-directionally predictive coded*) dikodekan berdasarkan prediksi dari *frame* sebelum dan sesudah *frame* I atau P [1].

Secara umum, urutan seluruh video dapat diuraikan menjadi unit – unit yang lebih kecil, kemudian dikodekan secara bersamaan, ini disebut sebagai GOP (*Group of Picture*). Gambar 1 menunjukkan sebuah contoh GOP. Pola GOP ditandai oleh dua parameter yaitu, G (N, M); N adalah jarak dari *frame* I ke *frame* I berikutnya, sedangkan M adalah jarak dari *frame* P ke *frame* I. GOP terdiri dari satu *frame* I, tiga *frame* P, dan delapan *frame* B, sehingga disebut G (12, 3). *Frame* I kedua ditandai sebagai awal untuk GOP berikutnya. Kemudian tanda panah menunjukkan bahwa *frame* B dan *frame* P dikodekan berdasarkan pada sebelum atau sesudah *frame* I atau *frame* P [1].



Gambar 1 Group Of Picture [1]

2.1. Decodable Frame Rate

Decodable Frame Rate adalah model perhitungan yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas video [1]. Semakin besar nilai *decodable*, maka semakin baik pula kualitas video yang diterima pada sisi *end user* [3]. Nilai *decodable* didefinisikan sebagai pembagian dari *Decodable Frame Rate*, dimana jumlah dari *decodable frame* (N_{dec}) dibagi dengan total jumlah dari *frame I*, *P*, dan *B* ($N_{Total I} + N_{Total P} + N_{Total B}$) yang dikirim oleh video sumber. Secara matematis dituliskan pada Persamaan 1, dimana N_{dec} adalah penjumlahan dari $N_{dec I}$, $N_{dec P}$, dan $N_{dec B}$ [1].

$$Q = \frac{N_{dec}}{N_{Total I} + N_{Total P} + N_{Total B}} \quad (1)$$

Sebuah *frame* dianggap *decodable* ketika semua data di setiap *frame* diterima. Namun, *frame* hanya dianggap *decodable* jika, dan hanya jika, semua *frame* di atasnya juga dapat *decodable*. Dalam kasus terburuk, GOP tidak dianggap *decodable* karena ada kesalahan pada *frame I*, karena semua *frame* lain dalam GOP tergantung langsung atau tidak langsung terhadap *frame I* [1].

Parameter *Decodable Frame Rate* yang ditunjukkan pada Tabel 1 diperoleh berdasarkan struktur GOP MPEG pada Gambar 1.

Tabel 1 Notasi Parameter *Decodable Frame Rate*

$N_{Total I}, N_{Total P}, N_{Total B}$	Total jumlah dari masing-masing jenis <i>frame</i> .
$N_{dec I}, N_{dec P}, N_{dec B}$	Jumlah dari <i>frame decodable</i> pada setiap jenis.
N_{dec}	Total jumlah dari <i>decodable frame</i> pada sebuah aliran video.
N_{GOP}	Total jumlah dari GOP pada sebuah aliran video.
C_I, C_P, C_B	Jumlah rata - rata paket untuk data yang dikirimkan dari masing-masing jenis <i>frame</i>
p	<i>Packet loss rate</i>

Dalam sebuah GOP, *frame I* berhasil didekodekan hanya jika semua paket *frame I* dikirim dan diterima dalam keadaan utuh sehingga jumlah dari *decodable frame I* yang diharapkan untuk seluruh video dirumuskan oleh Persamaan 2 [3] [1].

$$N_{dec I} = (1 - p)^{C_I} N_{GOP} \quad (2)$$

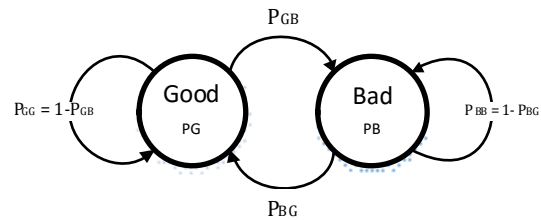
Decodable frame P berhasil hanya jika *frame P* atau *I* sebelumnya juga *decodable* dan semua paket yang termasuk *frame P* yang *decodable*. Dalam GOP terdapat N_p *frame P*. Dengan demikian, jumlah dari *decodable frame P* yang diharapkan untuk seluruh video dirumuskan oleh Persamaan 3 [1].

$$N_{dec P} = (1 - p)^{C_I} \sum_{j=1}^{N_p} (1 - p)^{j C_P} N_{GOP} \quad (3)$$

2.2. Loss Rate pada Decodable Frame Rate

Untuk dapat menganalisis model *Decodable Frame Rate*, nilai faktor *loss rate* pada saat video ditransmisikan harus diketahui. Penentuan nilai faktor *loss rate* berdasarkan pada perubahan keadaan dari urutan paket ketika video yang ditransmisikan.

Gambar 2 mengilustrasikan perubahan keadaan ketika video ditransmisikan. Kondisi jaringan yang menyebabkan *packet loss* disebut sebagai kondisi “Bad” dengan probabilitas P_B . Kondisi jaringan yang tidak menyebabkan *packet loss* disebut kondisi “Good” dengan probabilitas P_G .



Gambar 2 Diagram Transisi Keadaan [5]

Perubahan dari keadaan “Good” menjadi “Bad” disebut dengan P_{GB} . Sedangkan perubahan dari keadaan “Bad” menjadi “Good” disebut dengan P_{BG} . Probabilitas *steady state* (π) dari masing-masing keadaan “Good” dan “Bad” dinyatakan oleh Persamaan 4 [5].

$$\pi_G = \frac{P_{BG}}{P_{BG} + P_{GB}} \quad \pi_B = \frac{P_{GB}}{P_{BG} + P_{GB}} \quad (4)$$

Dengan demikian, nilai rata-rata probabilitas *packet loss* (P_{avg}) dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 5 [5].

$$P_{avg} = P_G \pi_G + P_B \pi_B \quad (5)$$

Protokol *transport* adalah UDP tidak melakukan retransmisi, namun lapisan *medium access* pada standar 802.11 diasumsikan melakukan retransmisi sebanyak N kali, sehingga jumlah probabilitas paket yang dapat diterima secara benar ($P_{correct}$) diberikan oleh Persamaan 6 [1].

$$P_{correct} = 1 - P^N \quad (6)$$

Dimana N adalah jumlah maksimum retransmisi dan P adalah *packet loss* dari lapisan *transport*. Oleh karena itu, probabilitas *packet loss* (*loss rate*) diberikan oleh Persamaan 7.

$$P_{loss rate} = (P_{avg})^N \quad (7)$$

Karena media transmisi video pada percobaan ini menggunakan jaringan 802.11, maka nilai *packet loss rate* dipengaruhi oleh probabilitas dari keberhasilan transmisi ($P_{suksesful}$) pada jaringan 802.11 yang diberikan oleh Persamaan 8.

$$P_{suksesful} = \frac{n\tau(1-\tau)^{n-1}}{1-(1-\tau)^n} \tag{8}$$

Dengan n adalah jumlah *user*, dan τ adalah *stationary probability* dalam percobaan ini merupakan nilai probabilitas *packet loss* untuk model *Decodable Frame Rate* ($\tau = P_{loss\ rate}$).

Nilai *packet loss rate* merupakan probabilitas dari kegagalan transmisi dari jaringan 802.11 ($P = P_{unsuksesful}$) yang diberikan oleh Persamaan 9.

$$P_{unsuksesful} = 1 - P_{suksesful} \tag{9}$$

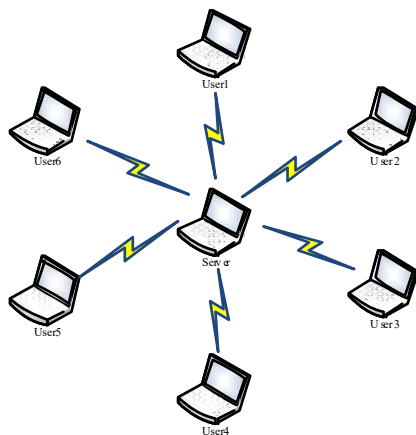
Probabilitas $P_{unsuksesful}$ akan digunakan sebagai nilai *packet loss rate* pada analisis model *Decodable Frame Rate*.

3. Metodologi Penelitian

Untuk mempermudah proses pengiriman video, data video dimodelkan berdasarkan *video trace*, dalam hal ini menggunakan *video trace akiyo_cif* [4]. *Video trace* adalah informasi data video mengenai waktu pengiriman dan jumlah *byte*.

3.1. Topologi Jaringan Percobaan

Percobaan menggunakan jaringan uji berskala kecil yaitu dengan menggunakan 7 unit laptop. Dengan 1 laptop digunakan sebagai *server* dan 6 lainnya digunakan sebagai *user*. Dimana semua laptop ini terhubung menggunakan jaringan 802.11 dengan mode Ad-hoc dengan jarak yang cukup dekat dalam ruangan seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3.

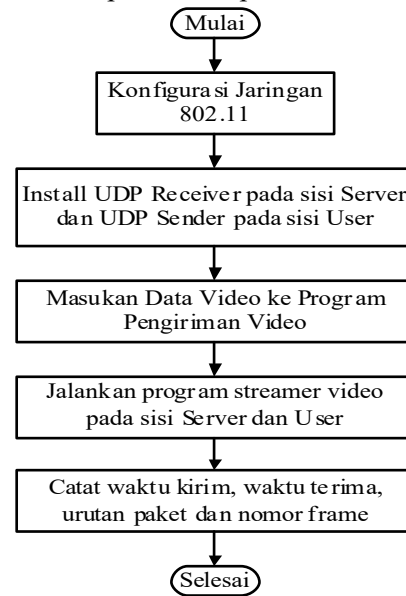


Gambar 3 Topologi Jaringan Percobaan

3.2. Pengambilan Data

Video dikirimkan dengan memanfaatkan teknologi jaringan 802.11 yang diakses melalui perangkat jaringan *wireless* yang terdapat pada masing-masing laptop yang digunakan pada percobaan. Uji coba pengiriman video dilakukan di Gedung Magister Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara.

Pengukuran dilakukan dengan cara mencatat waktu kirim, waktu terima, urutan paket dan nomor *frame* dari data video yang dikirimkan menggunakan peranti lunak pengiriman video. Diagram alir pengambilan data untuk menganalisa kualitas video yang dikirimkan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram Alir Pengambilan Data

3.3. Prosedur Percobaan

Percobaan dilakukan secara bertahap dengan peningkatan jumlah *user*. Pada percobaan ini dilakukan 6 skenario, antara lain:

- Skenario pertama, pengiriman paket data video dari *user1* menuju *server*.
- Skenario kedua, pengiriman paket data video dengan 2 *user* terdiri dari *user1* dan *user2* menuju *server*.
- Skenario ketiga, pengiriman paket data video dengan 3 *user* terdiri dari *user1*, *user2* dan *user3* menuju *server*.
- Skenario keempat, pengiriman paket data video dengan 4 *user* terdiri dari *user1*, *user2*, *user3* dan *user4* menuju *server*.
- Skenario kelima, pengiriman paket data video dengan 5 *user* terdiri dari *user1*, *user2*, *user3*, *user4* dan *user5* menuju *server*.

- f. Skenario keenam, pengiriman paket data video dengan 6 user terdiri dari user1, user2, user3, user4, user5 dan user6 menuju server.

Hasil dari program streaming berupa catatan yang terdiri dari waktu pengiriman, waktu penerimaan, urutan frame dan nomor frame yang dapat dicetak pada sisi server.

3.4. Parameter Kualitas Video

Beberapa parameter yang digunakan untuk melakukan analisis kualitas transmisi video dengan model Decodable Frame Rate adalah sebagai berikut:

a. Delay

Delay adalah waktu tunda yang dibutuhkan packet data dari pengirim ke penerima, dirumuskan oleh Persamaan 10.

$$Delay = \frac{(Waktu\ terima\ paket - Waktu\ kirim\ paket)}{Jumlah\ paket} \quad (10)$$

b. Packet Loss

Packet loss adalah jumlah paket data yang hilang saat proses transmisi terjadi, dirumuskan oleh Persamaan 11.

$$Packet\ Loss = \frac{(jumlah\ paket\ dikirim - jumlah\ packet\ diterima)}{jumlah\ packet\ dikirim} \times 100\% \quad (11)$$

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah keenam skenario percobaan dilakukan, maka diperoleh waktu pengiriman, waktu penerimaan, urutan frame dan nomor Frame. Perhitungan hasil percobaan dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari setiap skenario percobaan.

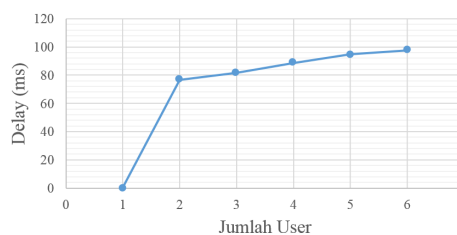
4.1. Delay

Dari hasil percobaan jumlah frame yang diterima untuk skenario pertama dengan 1 user adalah 1514, menggunakan Persamaan 10 diperoleh delay rata-rata pada percobaan ke-1 sebesar 0,16 ms. Kemudian dengan semua skenario percobaan diperoleh delay rata-rata pada setiap percobaan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Delay

Skenario Percobaan	I	II	III	IV	V	VI
Delay (ms)	0,16	76,61	81,70	88,49	94,72	97,51

Berdasarkan hasil percobaan, semakin banyak user yang menggunakan layanan transmisi video ke server, semakin besar pula delay yang dibutuhkan hingga sampai ke penerima seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik Hasil Perhitungan Delay

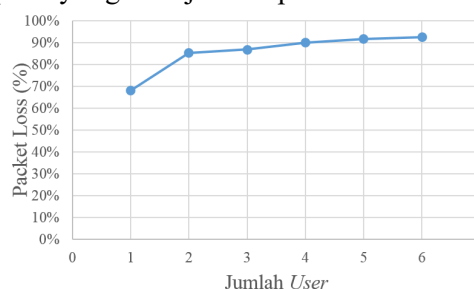
4.2. Packet Loss

Setelah percobaan dilakukan, dengan menggunakan Persamaan 11 diketahui jumlah paket data yang hilang saat proses transmisi pada skenario I adalah sebesar 68.11% dari jumlah paket data yang dikirimkan. Setelah dilakukan percobaan dengan seluruh skenario, packet loss dari setiap skenario dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pehitungan Packet Loss

Skenario Percobaan	I	II	III	IV	V	VI
Packet Loss (%)	68,11	85,14	86,78	89,87	91,51	92,62

Berdasarkan hasil percobaan, semakin banyak user yang menggunakan layanan transmisi video ke server, semakin banyak pula paket yang hilang dan tidak sampai ke penerima seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik Hasil Perhitungan Packet Loss

4.3. Analisis Model Decodable Frame Rate

Setelah mengetahui nilai packet loss rate dari percobaan adalah 0. Dengan demikian, dapat diketahui jumlah dari masing-masing nilai $N_{dec I}$ dan $N_{dec P}$ pada skenario percobaan pertama dengan 1 user dengan menggunakan Persamaan 3 dan Persamaan 7.

$$N_{dec I} = (1 - p)^{C_I}$$

$$N_{dec I} = (1 - 0)^{16}$$

$$N_{dec I} = 1$$

Untuk nilai decodable frame P:

$$N_{dec P} = (1 - p)^{C_I} \sum_{j=1}^{N_p} (1 - p)^{j C_p}$$

$$N_{dec P} = (1 - p)^{C_I} ((1 - p)^{C_p} + (1 - p)^{2C_p} + (1 - p)^{3C_p} + \dots + (1 - p)^{23C_p})$$

$$N_{dec P} = (1 - p)^{C_I} ((1 - p)^{1 \times 3} + (1 - p)^{2 \times 3} + (1 - p)^{3 \times 3} + \dots + (1 - p)^{23 \times 3})$$

$$N_{dec P} = 1 - 23$$

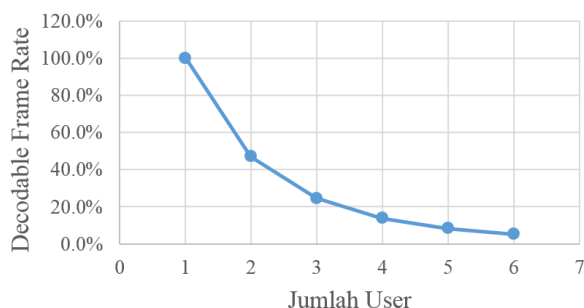
$$N_{dec P} = 23$$

Setelah melakukan percobaan dengan 6 skenario, jumlah dari *frame* I dan *frame* P yang *decodable* dari masing-masing skenario percobaan ditunjukkan pada Tabel 4. Dengan jumlah total *frame* pada video adalah 24 (terdiri dari 1 *frame* I dan 23 *frame* P). Maka nilai *decodable frame rate* dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 1.

Tabel 4 Nilai *Decodable Frame Rate*

Skenario Percobaan	Decodable Frame I	Decodable Frame P	Decodable Frame Rate
I	1.0	23.0	100.0%
II	0.8	10.5	47.1%
III	0.6	5.3	24.5%
IV	0.5	2.9	13.8%
V	0.4	1.6	8.4%
VI	0.3	1.0	5.3%

Pada Gambar 7 dapat dilihat pengaruh jumlah *user* terhadap nilai *Decodable Frame Rate*, semakin banyaknya jumlah *user* maka semakin kecil nilai *decodable rate*. Hal ini juga berpengaruh pada kualitas video yang diterima di sisi pengirim, semakin kecil nilai *Decodable Frame Rate* maka kualitas video yang diterima juga semakin buruk.



Gambar 7 Grafik Nilai *Decodable Frame Rate*

4.4. Perbandingan Hasil Percobaan dan Model

Jumlah *frame* yang *decodable* pada hasil percobaan dengan 6 skenario dapat dilihat pada Tabel 5.

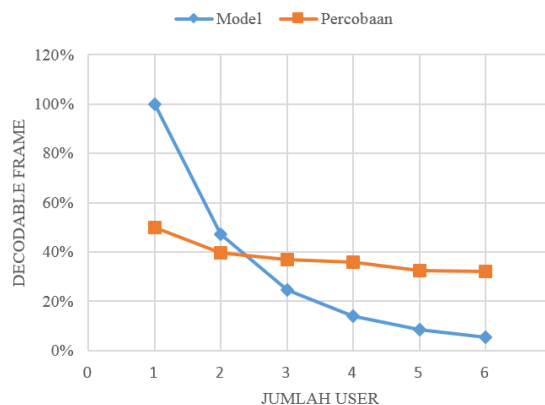
Tabel 5 Perbandingan Hasil Percobaan dengan Model *Decodable Frame Rate*

Skenario Percobaan	Decodable Frame	
	Percobaan	Model
I	50%	100%
II	40%	47%
III	37%	24%
IV	36%	14%
V	32%	8%
VI	32%	5%

Pada Gambar 8 untuk hasil analisis Model *Decodable Frame Rate* terlihat bahwa *frame* yang didekodekan pada saat skenario percobaan I seluruh *frame* yang dikirimkan

merupakan *frame* yang didekodekan. Ketika skenario VI, *frame* yang didekodekan berkurang hingga 5% dari jumlah *frame* yang dikirimkan.

Namun, untuk hasil percobaan pada saat skenario I, *frame* yang didekodekan hanya 50% dari jumlah *frame* yang dikirim. Ketika skenario VI, *frame* yang didekodekan berkurang menjadi 32% dari jumlah *frame* yang dikirim.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Hasil Percobaan dengan Model

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Decodable frame rate* dipengaruhi oleh nilai *packet loss* yang diperoleh ketika percobaan dilakukan. Semakin besar nilai *packet loss*, maka jumlah *frame* yang *decodable* juga akan semakin kecil
2. Pada saat skenario percobaan I dengan jumlah 1 *user*, seluruh *frame* yang dikirimkan dapat didekodekan (*decodable*) hingga ke sisi penerima. Namun ketika saat skenario VI dengan jumlah *user* bertambah hingga 6 *user*, jumlah *frame decodable* hanya 5%. Hal ini menunjukkan *Decodable Frame Rate* juga dipengaruhi oleh banyaknya jumlah *user* yang terhubung ke *server*, semakin besar jumlah *user* maka semakin kecil *frame* yang *decodable*.
3. Terdapat perbedaan pada hasil percobaan dengan model analisis *Decodable Frame Rate*, pada hasil percobaan jumlah *frame* yang *decodable* lebih stabil (tidak banyak berkurang) dibandingkan dengan hasil analisis pada model *Decodable Frame Rate* dimana jumlah *frame* yang *decodable* menurun drastis seiring dengan bertambahnya jumlah *user*.

4. Jumlah *frame* yang *decodable* akan mempengaruhi kualitas video yang diterima oleh sisi penerima, semakin banyak jumlah *frame* yang *decodable* maka kualitas video yang diterima juga akan semakin baik.

6. Daftar Pustaka

- [1] C.-H. Lin, C.-H. Ke dan C.-K. Shieh, "A Study of MPEG Video Transmission Ni Lossy Wireless Networks," Departement of Electrical Engineering, Taiwan.
- [2] J. G. Apostolopoulos, W.-t. Tan dan S. J. Wee, "Video Streaming: Concepts, Algorithms, and Systems," Hewlett-Packard Company, Palo Alto, CA, USA, 2002.
- [3] H. Koumaras dan A. Kourtis, "End-to-End Prediction Model of Video Quality and Decodable Frame Rate for MPEG Broadcasting Services," International Journal On Advances in Networks and Services, vol. I, p. 19, 2008.
- [4] "YUV CIF reference videos (lossless H.264 encoded)," [Online]. Available: <http://www2.tkn.tu-berlin.de/research/evalvid/cif.html>. [Diakses Januari 2015].
- [5] C.-H. Lin dan N. K. Chilamkurti, "The Packet Loss Effect on MPEG Video Transmission in Wireless Networks," Proceedings of the 20th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA'06), 2006.