

# **ANALISA PERBANDINGAN KUALITAS HASIL PENTRANSFERAN DATA VIDEO STREAMING DENGAN MENGGUNAKAN METODE WIRED LAN DAN WIRELESS LAN**

**Dharmawan Lubis**

D-III Manajemen Informatika

Universitas Muhammadiyah Metro

Alamat: Jl. KI Hajar Dewantara No.116, Metro Timur, Kota Metro, 34124  
Lampung, Indonesia

## **ABSTRAK**

Teknik dasar dari video *streaming* adalah membagi paket video ke dalam beberapa bagian, mentransmisikan paket tersebut, kemudian penerima (*receiver*) dapat men-*decode* dan menjalankan potongan paket file video tanpa harus menunggu seluruh file terkirim ke *client*.

Pentransferan data video *streaming* dapat menggunakan dua metode, diantaranya metode *wired* LAN dan metode *wireless* LAN. Dimana kedua metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, namun dengan melakukan perbandingan atau uji coba, maka kita dapat menentukan metode mana yang lebih unggul, sehingga kita dapat bekerja secara maksimal dan tentunya dapat memilih teknologi yang cepat dan tepat.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode eksperimen, yaitu prosedur pemecahan masalah yang sedang diteliti dengan cara melakukan percobaan – percobaan berkali – kali terhadap objek yang diteliti secara langsung.

Pada aplikasi video streaming, penggunaan jaringan dengan menggunakan metode *wired* LAN akan menghasilkan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan metode *wireless* LAN. Kualitas ini akan lebih baik lagi jika jaringan yang ada, secara keseluruhan didukung dengan kualitas media transmisi yang baik juga.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi multimedia sekarang ini sangatlah cepat, mengingat bahwa dalam era global Sumber Daya Manusia harus mampu menguasai segala kemajuan baik pada Ilmu Pengetahuan dan Teknologinya. Karena dari hal tersebut seseorang akan dapat dilihat seberapa batas kemampuan yang dimilikinya, untuk dapat bersaing dengan negara – negara yang lebih maju.

Diantara teknologi multimedia yang akan dibahas adalah teknologi aplikasi *streaming* video, meskipun dalam kenyataannya juga terdapat teknologi aplikasi *streaming* audio. Sedangkan yang dimaksud dengan multimedia *streaming* adalah teknologi yang digunakan untuk menjalankan file video dan file audio secara langsung dari sebuah *main server*.

Teknik dasar dari video *streaming* adalah membagi paket video ke dalam beberapa bagian, mentransmisikan paket tersebut, kemudian penerima (*receiver*) dapat men-*decode* dan menjalankan potongan paket file video tanpa harus menunggu seluruh file terkirim ke *client*.

Pentransferan data video *streaming* dapat menggunakan dua metode, diantaranya metode *wired* LAN dan metode *wireless* LAN. Dimana kedua metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, namun dengan melakukan perbandingan atau uji coba, maka kita dapat menentukan metode mana yang lebih unggul, sehingga kita dapat bekerja secara maksimal dan tentunya dapat memilih teknologi yang cepat dan tepat. Sehingga perumusan masalah yang diangkat adalah : Metode mana yang lebih cocok untuk diaplikasikan pada video *streaming* agar data yang ditransmisikan mempunyai kualitas paling baik?

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih pemikiran pada dunia pendidikan terutama pada pemanfaatan teknologi aplikasi yang berhubungan dengan teknologi jaringan terkabel (*wired* LAN) maupun tanpa kabel (*wireless* LAN) serta gambaran secara umum perbandingan dari sisi nilai kedua metode tersebut.

## **II. METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode eksperimen, yaitu prosedur pemecahan masalah yang sedang diteliti dengan cara melakukan percobaan – percobaan berkali – kali terhadap objek yang diteliti secara langsung.

Adapun teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah:

### **a. Observasi**

Teknik ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek yang sedang diteliti. Dan hasil pengamatan dibuat suatu skala tingkatan, *checklist* maupun catatan yang berkala untuk membuat dokumentasi dan digunakan sebagai bukti otentik dari suatu penelitian terhadap objek.

### **b. Studi Pustaka (*Library Research*)**

Teknik ini dilakukan penulis dengan membaca buku karya ilmiah, penelitian maupun skripsi yang berkaitan dengan masalah yang sedang penulis teliti.

Sehingga dalam penulisan skripsi ini mempunyai kekuatan data secara ilmiah, karena penelitian ini telah dilakukan penelitian sebelumnya.

c. Eksperimen (Uji Coba)

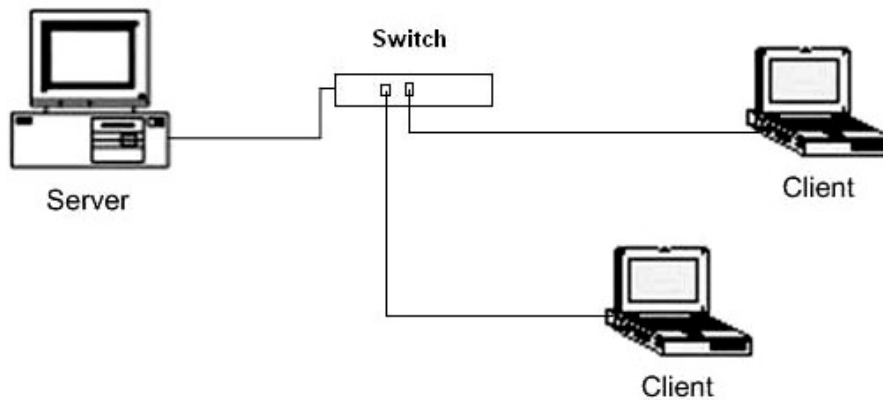
Setelah melakukan studi pustaka, teknik pengumpulan data selanjutnya adalah melakukan uji coba langsung dengan menggunakan metode *wired* LAN maupun *wireless* LAN. Data ini diolah dengan menggunakan software ethereal, untuk kemudian didokumentasikan.

### **III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam melakukan penelitian ini, konfigurasi jaringan dibagi menjadi dua metode, yaitu metode jaringan *wired* LAN dan metode *wireless* LAN. Kedua metode tersebut menggunakan topologi star, dengan satu buah server dan dua buah client.

#### **A. Konfigurasi Jaringan *Wired* LAN**

Sebelum dilakukan pengambilan data, maka langkah yang pertama dilakukan adalah menginstal jaringan dengan konfigurasi / topologi star. Untuk jaringan yang menggunakan *wired* LAN, maka langkah yang dilakukan adalah menyusun komputer *server*, *switch* dan komputer *client* seperti gambar berikut ini:

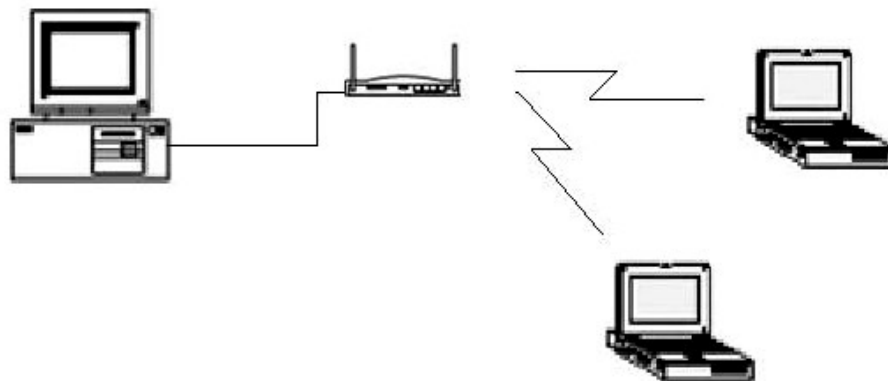


Gambar 1 Konfigurasi *Wired* LAN dengan Topologi Star

### B. Konfigurasi Jaringan *Wireless* LAN

Sedangkan pada konfigurasi jaringan *wireless* LAN, kita juga menggunakan spesifikasi hardware yang sama dengan konfigurasi jaringan *wired* LAN, akan tetapi hanya berbeda pada media *switch*nya. Pada konfigurasi ini kita menggunakan *access point* untuk menghubungkan komputer *server* dengan komputer *client*.

Pada konfigurasi ini langkah terpenting adalah melakukan pen-*setting*-an terhadap *access point* dengan benar, agar dapat terkoneksi dengan komputer *server* maupun komputer *client*. Adapun konfigurasi jaringan *wireless* LAN-nya adalah sebagaimana ditunjukkan gambar berikut ini:



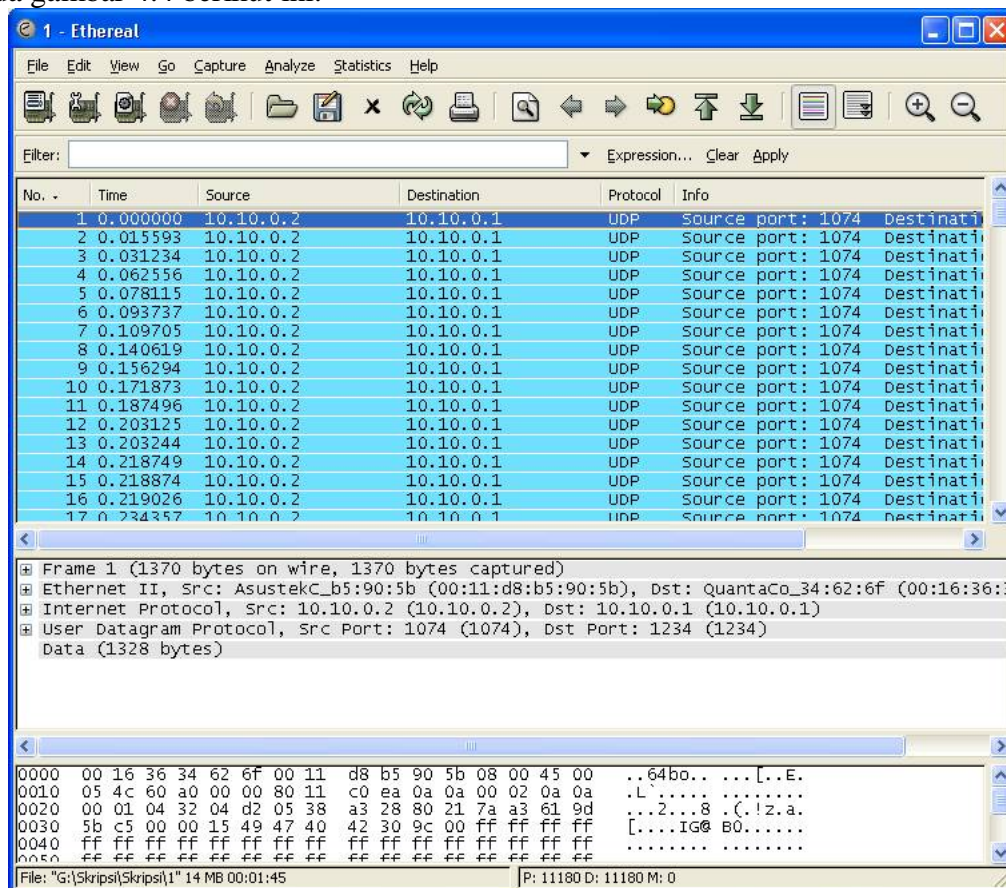
Gambar 2 Konfigurasi *Wireless* LAN dengan Topologi Star

### C. Video LAN Client (VLC)

VLC (*Video LAN Client*), adalah suatu software GNU *general public license* (GPL) yang digunakan untuk aplikasi *streaming* multimedia. VLC di-*install* pada *server* sebagai pengirim dan *client* sebagai penerima. VLC dapat dijalankan pada berbagai macam *platform* sistem operasi antara lain Linux, Windows, MAC OS dan lain – lain. Gambar dibawah ini merupakan contoh penggunaan VLC pada sistem operasi windows.

### D. Ethereal

Ethereal adalah sebuah software aplikasi yang digunakan untuk menangkap dan menganalisa trafik yang terdapat pada *interface*. *Tool* Ethereal ini akan dipasang di sisi pengirim dan di sisi penerima. Dengan *tool* ini semua paket – paket yang dikirimkan dan diterima lewat *interface* akan tercatat sehingga kita dapat mengetahui jumlah paket yang dikirimkan dan diterima sehingga dapat diketahui berapa paket yang hilang dengan menghitung selisihnya. Contoh penggunaan Ethereal dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.4 Software Ethereal

### E. Database Software

Untuk membuat aplikasi database, yang akan digunakan untuk menyimpan data hasil percobaan, maka pada sisi *client* harus diinstal terlebih dahulu aplikasi database yang nantinya akan diintegrasikan kedalam *visual software*. Dalam penelitian ini penulis menggunakan database microsoft access xp sebagai database *server*-nya.

Secara garis besarnya, database yang dirancang akan memuat tentang data *bandwidth consumption (throughput)*, *packet loss*, dan *delay intra frame*. Dan masing item akan direncanakan melalui sepuluh kali percobaan, sehingga dapat diambil rata – rata masing – masing item tersebut, yang diharapkan akan mendekati nilai sebenarnya.

### F. Hasil Pengukuran Dan Pengambilan Data

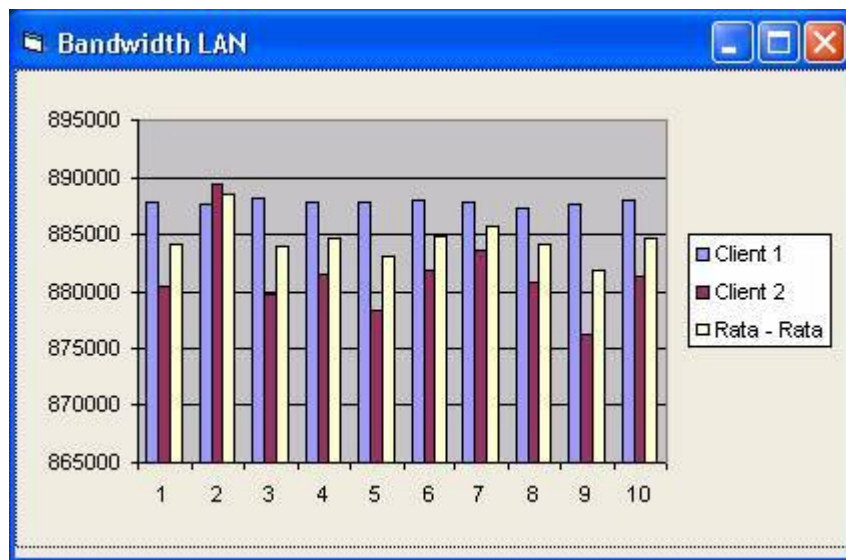
Pengukuran dan pengambilan data dilakukan dengan cara menjalankan software program aplikasi ethereal pada sisi *client*. Pada ethereal ini mengandung informasi paket yang terdiri dari *bandwidth consumption (throughput)*, *packet loss* dan *delay* dari sinyal video yang dikirimkan. Kemudian dilanjutkan dengan memainkan software pemutar video untuk jaringan VLC (*video LAN client*).

Setelah diketahui paramater *bandwidth consumption*-nya, maka data secara keseluruhan dapat disajikan dalam tabel berikut ini:

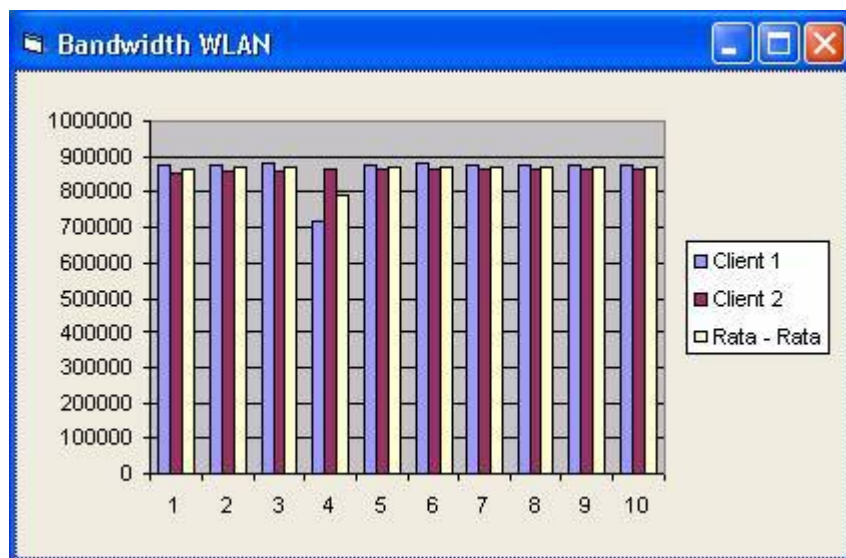
Tabel 1 Rata – Rata *Bandwidth Consumption*

Percobaan	<i>Wired LAN</i>	<i>Wireless LAN</i>
	( <i>bps</i> )	( <i>bps</i> )
1	884152,172	863480,344
2	888548,720	868098,636
3	883936,500	868534,712
4	884733,392	791403,104
5	883196,808	869590,096
6	884937,648	871236,312
7	885729,656	871429,660
8	884108,412	871146,700
9	881900,880	870906,408
10	884707,608	870601,580
<b>Rata – rata</b>	<b>884595,180</b>	<b>861642,755</b>

Secara grafis perbandingan antara metode *wired LAN* dengan *wireless LAN* dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3 Bandwidth dengan Metode *Wired LAN*



Gambar 4 Grafik Bandwidth dengan Metode *Wireless LAN*

Penghitungan yang selanjutnya adalah penghitungan terhadap parameter *packet loss*. Berikut ini hasil data hasil sepuluh kali percobaan percobaan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2 *Presentase Packet Loss*

<b>Percobaan</b>	<b>Wired LAN ( % )</b>	<b>Wireless LAN ( % )</b>
<b>1</b>	0,000000000	0,012482095
<b>2</b>	0,000204834	0,018617021
<b>3</b>	0,000000000	0,010420924
<b>4</b>	0,000000000	0,012274959
<b>5</b>	0,000000000	0,015145313
<b>6</b>	0,000204708	0,009821977
<b>7</b>	0,000409417	0,010435850
<b>8</b>	0,000000000	0,010231226
<b>9</b>	0,000204834	0,011245144
<b>10</b>	0,000204625	0,012065440
<b>Rata – rata</b>	<b>0,000122842</b>	<b>0,012273995</b>

Selanjutnya melakukan pengukuran terhadap parameter *delay*. *Delay* yang dimaksud disini adalah *delay intra frame*, yakni jarak yang terjadi antara pengirimian paket pertama dengan paket kedua dan paket kedua dengan paket ketiga demikian seterusnya. Sehingga dari sekian paket yang dikirim akan menghasilkan rata – rata *delay* yang terjadi pada satu pengiriman video streaming.

Misalnya, paket pertama tiba pada detik 0,00000, paket kedua tiba pada detik 1,00000. Jadi interval kedatangannya adalah 1 detik. Nilai inilah yang disebut dengan *delay intra frame*.

Suatu video menampilkan *frame – frame* konstan dengan suatu waktu tertentu. Besarnya nilai *playout time* tergantung pada jenis *video rate* yang digunakan, serta jumlah paket yang dikirimkan. Misal *video rate* yang digunakan adalah 30 *frame* per second. Artinya, dalam 1 detik *frame* akan ditampilkan setiap 0,33 detik. Sehingga nilai *playout time*-nya adalah:

Menurut Askari Azikin dan Yudha Purwanto dalam bukunya yang berjudul *Vudeo LAN Project* dijelaskan, bahwa untuk menghitung presentase play out time digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Playout time ( detik )} = \frac{0,033 \times \text{jumlahframe}}{\text{jumlahpaket}}$$

Nilai *delay intra frame* akan dibandingkan dengan *playout time*, apabila nilainya lebih kecil, maka paket dapat digunakan untuk membentuk sebuah *frame*. Akan tetapi sebaliknya, apabila nilai *delay intra frame* tersebut lebih besar dari nilai *playout time*, maka paket tersebut akan diabaikan sehingga proses pembentukan sebuah *frame* tidak akan sempurna, yang berakibat pada menurunnya kualitas *video* yang dihasilkan.

Untuk hasil percobaan yang telah dilakukan, rata – rata *delay intra framenya* dapat ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 3 Rata – Rata *Delay Intra Frame*

<b>Percobaan</b>	<b>Wired LAN ( detik )</b>	<b>Wireless LAN ( detik )</b>
<b>1</b>	0,000493	0,011433
<b>2</b>	0,000458	0,011559
<b>3</b>	0,000543	0,012610
<b>4</b>	0,000542	0,011378
<b>5</b>	0,000388	0,011570
<b>6</b>	0,000482	0,011885
<b>7</b>	0,000529	0,011386
<b>8</b>	0,000477	0,011374
<b>9</b>	0,000487	0,011450
<b>10</b>	0,000490	0,011824
<b>Rata – rata</b>	<b>0,000489</b>	<b>0,011647</b>

## G. Pembahasan

Berdasarkan dari data pengujian yang telah dilakukan diatas, maka dapat dilakukan analisa data pada masing – masing parameter sebagai berikut:

### i. *Bandwidth Consumption*

*Bandwidth consumption* yang dimaksud disini adalah *throughput* yang terukur pada software ethereal. Pengukuran *throughput* meniadakan bit – bit tambahan yang dimasukkan pada saat komunikasi terjadi. *Throughput* menunjukkan tingkat kemampuan suatu jaringan dalam melayani aplikasi, dalam hal ini aplikasinya adalah *video streaming*. Nilai *throughput* yang besar menandakan bahwa proses komunikasi data berlangsung dengan baik, artinya jumlah data yang diterima sama dengan jumlah data yang dikirim. Sehingga semakin besar jumlah *throughput*, berarti kemampuan jaringan yang tersedia bagus. Demikian juga sebaliknya nilai *throughput* yang kecil menandakan bahwa kemampuan jaringan kurang baik. Hasil pengukuran nilai *throughput* menggunakan software *Ethereal* menunjukkan bahwa rata – rata *throughput* aplikasi *video streaming* pada sistem jaringan *wired LAN* adalah 884595.180 bps (rata – rata setelah dilakukan 10 kali percobaan). Nilai ini terdiri dari

data *video* 806.000 bit, data *audio* 64.000 bit dan sisanya adalah bit – bit tambahan untuk nomor paket dan bit – bit *redundancy* (bit untuk memperbaiki kesalahan). Nilai *throughput* yang besar ini menunjukkan bahwa performa jaringan *wired* LAN baik. Sementara itu, hasil pengukuran nilai *throughput* menggunakan *software ethereal* menunjukkan bahwa rata – rata *throughput* aplikasi *video streaming* pada sistem jaringan *wireless* LAN adalah 861642.755 bps (rata – rata setelah dilakukan 10 kali percobaan). Nilai ini berada dibawah dari kebutuhan minimal yaitu 870.000 bit (data video dan audio saja, tanpa bit – bit tambahan yang lain) yang akan digunakan untuk proses rekontruksi data pembentukan *frame – frame video*. Nilai *throughput* yang rendah ini menunjukkan bahwa performa jaringan *wireless* LAN dalam keadaan yang tidak baik.

## ii. *Packet Loss*

*Video streaming* yang baik adalah yang memiliki persentase *packet loss* yang kecil. Kehilangan beberapa paket data dapat menyebabkan data *streaming* rusak dalam proses pengolahan kembalinya, sehingga data hasil streaming akan tidak sempurna atau terlihat terlihat putus – putus. Hal ini akan menurunkan kemampuan dari video streaming. Untuk mengetahui besarnya persentase *packet loss* dapat dilakukan dengan melihat selisih jumlah paket yang diterima terhadap jumlah paket yang dikirim melalui persamaan dibawah ini:

$$PacketLoss = \frac{jumlahpaketkirim - jumlahpaketerima}{jumlahpaketkirim} \times 100\%$$

Pada jaringan *wired* LAN, paket yang dikirimkan rata – rata sebanyak 4884,5 paket dan paket yang diterima rata – rata 4883,9 paket. Sehingga persentase *packet loss*-nya adalah:

$$PacketLoss = \frac{jumlahpaketkirim - jumlahpaketerima}{jumlahpaketkirim} \times 100\%$$

$$PacketLoss = \frac{4884,5 - 4883,9}{4884,5} \times 100\%$$

$$PacketLoss = 0,012283755\%$$

Penggunaan *switch* pada jaringan *wired* LAN memiliki kelebihan dari pada penggunaan HUB. Pada HUB akan terjadi tabrakan data pada jalur yang sama, hal ini akan menyebabkan data hilang. Namun pada *switch* data tersebut akan diantrikan. Namun hal ini akan dapat menyebabkan terjadinya *delay*. *Packet loss* yang terjadi pada jaringan *wired* LAN dapat disebabkan karena adanya *burst error* yang dapat merusak bit-bit secara berurutan. Buruknya sambungan kabel ke konektor dan

konektivitas kabel ke NIC LAN juga dapat memungkinkan terjadinya *packet loss*. Dengan itu *wired* LAN dapat mencapai kualitas *video streaming* yang baik dengan *packet loss* hanya 0,0123 %.

Pada jaringan *wireless* LAN, paket yang dikirim rata – rata sebanyak 4888,5 paket dan paket yang diterima rata - rata 4746,8 paket. Sehingga persentase *packet loss*-nya adalah:

$$PacketLoss = \frac{jumlahpaketkirim - jumlahpaketerima}{jumlahpaketkirim} \times 100\%$$

$$PacketLoss = \frac{4888,5 - 4746,8}{4888,5} \times 100\%$$

$$PacketLoss = 2,8986396646\%$$

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, bahwa pada kondisi jaringan *wireless* LAN kurang stabil. *Packet loss* pada *wireless* LAN juga dapat disebabkan karena kecepatan transfer data yang berubah – ubah setiap saat, hal ini dapat menyebabkan terjadinya distorsi tunda. Distrosi tunda ini menyebabkan beberapa komponen sinyal dari suatu posisi bit meluap ke posisi bit yang lain, sehingga menyebabkan gangguan inter-simbol. Akibatnya selain hilangnya paket, paket yang terluap oleh bit – bit dari paket sebelumnya akan mengalami bit eror, sehingga data akan rusak. Aplikasi video streaming yang digunakan menggunakan protokol UDP, sehingga tidak akan terjadi re-transmission apabila ada paket yang hilang. Karena *throughput* yang rendah, persentase *packet loss* pada *wireless* LAN 2,89863966% (lebih besar dari pada *wired* LAN). Namun menurut Askari Azikin dan Yudha Purwanto dalam bukunya dijelaskan, pada aplikasi video streaming batas *packet loss* yang diijinkan adalah 5% - 10%, sehingga persentase *packet loss* 2,89863966% pada *wireless* LAN masih dalam batas aman.

### iii. *Delay Intra Frame*

*Delay intra frame* atau *delay* antar paket, adalah interval kedatangan suatu paket terhadap paket sebelumnya. Data hasil pengukuran melalui software ethereal diperoleh bahwa *delay intra frame* untuk jaringan *wired* LAN rata – rata 0.0004885 detik. Untuk menganalisa *delay intra frame* terhadap playout time, diambil contoh capture paket – paket yang diterima oleh *client 2*. Contoh capture paket – paket yang diterima *client 2* adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Paket yang Diterima oleh *Client 2* pada Jaringan *Wired* LAN

No. Paket	Waktu kedatangan	<i>Delay intra frame</i> ( detik )
1	0,000000	---
2	0,000601	0,000601
3	0,001142	0,000541



No. Paket	Waktu kedatangan	<i>Delay intra frame</i> ( detik )
1	0,000000	---
2	0,011355	0,011355
3	0,022898	0,011543
4	0,034226	0,011328
5	0,047067	0,012841
.	.	.
.	.	.
9	0.091340	---
10	0.103699	0.012359
.	.	.
.	.	.
13	0.138582	---
14	0.151074	0.012492

Pada jaringan *wireless* LAN, jumlah paket yang dikirim adalah 4888 paket. Video yang di-streaming dikodekan menjadi 30 *frame*/detik dengan durasi total 61 detik, sehingga jumlah *frame* total video tersebut adalah 30 *frame* x 61 detik = 1830 *frame*. 1830 *frame* ini dibentuk dari 4888 paket, sehingga 1 *frame* terdiri dari 2,671 paket. Sebuah video dikodekan 30 *frame*/detik, sehingga dalam satu detik, *frame* akan terbentuk setiap 0,033 detik.

Dalam 1 *frame*, paket harus datang setiap 0,033 detik/2,671 paket yaitu 0,012355 detik. Ini adalah waktu play out untuk jaringan *wireless* LAN. Dari data hasil pengukuran, *delay intra frame* tiap – tiap paket rata – rata untuk jaringan *wireless* LAN adalah 0.011645 detik, sedangkan playout time – nya adalah 0,012355 detik. *Delay intra frame* rata – rata dibawah playout time, namun apabila diteliti lebih cermat ada beberapa paket yang datang terlambat, yaitu mempunyai *delay intra frame* yang melebihi waktu playout time.

Untuk paket – paket yang kurang dari playout time, paket yang diterima akan dapat dibentuk menjadi sebuah *frame* – *frame* yang utuh menjadi sebuah video yang sempurna, misalnya paket – paket yang mempunyai nilai *delay intra frame* kurang dari playout time adalah paket nomor 1,2,3,4. Data pada paket – paket ini akan dapat diolah oleh decoder untuk menghasilkan gambar. Namun, paket yang datangnya terlambat (mempunyai *delay intra frame* yang melebihi waktu playout time), data pada paket tersebut tidak akan digunakan, sehingga tidak berguna. Misalnya adalah paket nomor 5 ,10 dan 14. Paket – paket ini datanya tidak dapat digunakan sehingga berakibat adanya kesalahan pada saat rekonstruksi data pada pembentukan sebuah *frame*. Dari hasil pengukuran, *delay intra frame* pada jaringan *wireless* LAN lebih besar dari pada *delay intra frame* pada jaringan *wired* LAN.

## H. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka kesimpulan berkaitan dengan penelitian yang dilakukan yakni: Pada aplikasi video streaming, penggunaan jaringan dengan menggunakan metode *wired* LAN akan menghasilkan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan metode *wireless* LAN. Kualitas ini akan lebih baik lagi jika jaringan yang ada, secara keseluruhan didukung dengan kualitas media transmisi yang baik juga. Adapun pada metode *wireless* LAN hasil yang didapatkan mempunyai kualitas yang kurang baik dibandingkan *wired* LAN, hal ini disebabkan pada *wireless* LAN dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya noise, kelembaban udara, angin.

Adapun saran agar penelitian dapat ditingkatkan lagi variasi file sumbernya, baik berupa ukuran maupun isi datanya sehingga dapat dilakukan kesimpulan tentang perbedaan antara metode *wired* LAN dan *wireless* LAN. Selain itu penggunaan jarak antara *client* dengan *server* agar lebih diperpanjang, sehingga menghasilkan penelitian yang sempurna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apostolopoulos, John G., 2003, **Video Streaming: Concept, Algorithm, and System**, HP Company
- Azikin, Askari; Purwanto, Yudha, 2005, **Video LAN Project**, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Daryanto, Tri, 2006, **Perluasan Aplikasi Local Area Network dengan Wireless Local Area Network**, Universitas Budi Luhur, Jakarta
- Darmayuda, Ketut, 2007, **Program Aplikasi Client Server**, Informatika, Bandung
- Ganesha Progress, 2006, **Mengonfigurasi Jaringan dan Internet dalam Windows XP**, PT. Elex Media Computindo, Jakarta
- Heryanto, Imam, 2006, **Membuat Database dengan Microsoft Access**, Informatika, Bandung
- Jogiyanto Hartono, 1989, **Analisis dan Desain Sistem Informasi: Pendekatan Tersruktur Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis**, Andi Offset, Yogyakarta
- Lundberg, Jane, 2006, **A Wireless Multicast delivery architechture for Mobile Terminals**, Helsinki University of Technology

Mufti A, Nachwan, 2003, **Introduction to Wireless Communication**, Modul Sistem Komunikasi Bergerak

Suarna, Nana, 2007, **Petunjuk Teoritis Pengantar LAN**, Yrama Widya, Bandung

Subyantara, Didik, 2004, **Instalasi dan Konfigurasi Jaringan Microsoft Windows**, PT. Elex Media Computindo, Jakarta

Sugeng, Winarno, 2005, **Instalasi Wireless LAN**, Informatika, Bandung

Tanenbaum, Andrew S., 2003, **Computer Networks**, Fourth Edition, Prentice Hall