

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini mengenai perancangan, instalasi jaringan hingga analisis kualitas jaringan WLAN untuk layanan *video conference* yang dirancang pada jaringan *Local Area Network* (LAN). Adapun beberapa tahap pembahasan dan analisis yang dilakukan:

- 1) Perancangan, instalasi, hingga pengujian sistem
- 2) Melakukan perhitungan dan pengambilan data kualitas jaringan WLAN untuk layanan *video conference* yang telah dirancang, meliputi *delay end-to-end*, *packet loss*, dan *throughput* melalui teoretis dan pengamatan.
- 3) Membandingkan nilai perhitungan dan hasil pengukuran dengan standar yang dikeluarkan oleh ITU-T G 1010.

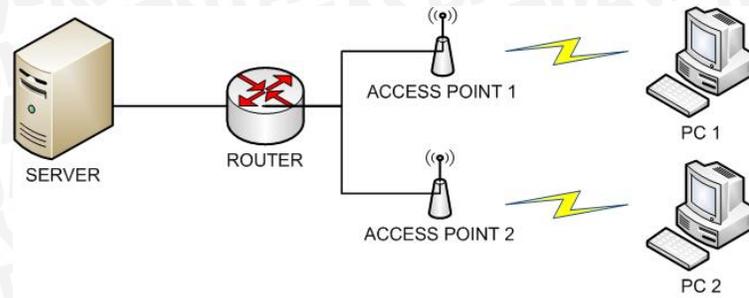
4.2 Pembahasan

Dalam perancangan sistem *Video Conference* pada *Wireless Local Area Network* (WLAN) yang akan diteliti dalam penelitian ini disesuaikan dengan metode penelitian dan tinjauan pustaka. Proses yang digunakan terdiri dari 2 proses, yakni perancangan blok diagram dan instalasi perangkat keras hingga perangkat lunak.

4.2.1 Perancangan Blok Diagram

Perancangan blok diagram berisi tentang komponen-komponen dari sistem yang dibuat dan hubungannya. Pada dasarnya blok diagram sistem terdiri dari 3 bagian, yakni media *server* atau *server* sebagai penyedia layanan *video conference* kemudian jaringan sebagai media penghubung hingga pengguna sebagai penikmat layanan *video conference*.

Gambar 4.1 menunjukkan konfigurasi dasar jaringan pada penelitian *video conference* menggunakan WLAN. Pada sisi pengguna terpasang laptop atau *personal computer* yang terdapat NIC (*Network Interface Card*) yang digunakan untuk bisa terhubung dengan *Access Point* (AP) 1 ataupun *Access Point* (AP) 2 yang terhubung dalam jaringan WLAN. Pada sisi server penyedia layanan *video conference* terdapat media server dan *router*.



Gambar 4.1 Blok Diagram Instalasi Perangkat Keras *Video Conference* pada WLAN
 Sumber: Perancangan

Kegunaan dari masing-masing perangkat keras dalam blok diagram tersebut ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kegunaan Perangkat Keras pada WLAN

No	Perangkat Keras	Kegunaan
1	Media Server (PC Server)	Penyedia layanan <i>Video Conference</i>
2	Router	Pengatur jalannya data dan proses <i>switching</i>
3	<i>Access Point</i> (AP)	Perangkat yang digunakan untuk membuat koneksi <i>wireless</i> pada sebuah jaringan.
4	Komputer <i>User</i>	Menerima <i>call conference</i>
5	<i>Network Interface Card</i> (NIC)	Mengirim dan menerima aliran data dalam jaringan kabel pada komputer
6	Kabel UTP	Menghubungkan perangkat dengan konektor RJ-45
7	UPS	Cadangan energi untuk mengatasi trip atau <i>electrical failure</i> .

Sumber: Perancangan

Penelitian ini menggunakan peralatan dan perangkat keras dengan spesifikasi tertentu untuk mendapatkan kinerja yang baik (koneksi tidak lambat, proses tidak memakan waktu lama, dan handal). Spesifikasi yang digunakan untuk masing-masing perangkat keras tersebut adalah sebagai berikut,

a. *Media Server* (PC Server)

HP Proliant Server adalah tipe yang digunakan sebagai *media server* pada penelitian ini. Server yang digunakan pada penelitian ini adalah HP Proliant Server ML110G7-SATA. Gambar server dan spesifikasi pada penelitian ditunjukkan pada Lampiran 1

b. Router

Router yang digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai perangkat *switching*, dimana router yang digunakan terletak di Laboratorium Dasar Komputasi dan Jaringan. Spesifikasi dan gambar alat ditunjukkan pada Lampiran 1

c. *Access Point (AP)*

Access Point (AP) yang digunakan pada penelitian ini adalah TP-LINK Model TL WA701ND. *Access Point* berfungsi membangun koneksi internet berbasis *Wireless* pada suatu jaringan yang dirancang. Spesifikasi dan gambar alat ditunjukkan pada Lampiran 1

d. *Komputer User*

Komputer user sebagai penikmat layanan *video conference* yang akan di-*install* perangkat lunak, yakni MyPhone3. Spesifikasi komputer yang dipakai dan di-*install* pada penelitian ini ditunjukkan pada Lampiran 1

e. *Network Interface Card (NIC)*

Spesifikasi *NIC* yang digunakan dalam penelitian ini terdapat 2 jenis, yakni *NIC* pada *media server* dan *NIC* pada *komputer user*. Spesifikasi *NIC* pada *media server* ditunjukkan pada Lampiran 1, sedangkan *NIC* pada *komputer user* sudah terpasang *built-up*.

f. *Kabel Unshielded Twisted Pair (UTP)* dan Konektor RJ-45

Kabel UTP yang digunakan dalam penelitian ini memiliki konfigurasi *cross*, karena digunakan untuk menghubungkan perangkat *media server* dengan router Laboratorium Komputasi dan Jaringan dan PPTI UB (perangkat tidak sejenis). Adapun spesifikasinya ditunjukkan pada Lampiran 1

g. *UPS*

Perangkat *UPS* adalah perangkat tambahan yang harus dimiliki *server* untuk mengatasi perubahan tegangan yang mungkin terjadi. Selain itu, *UPS* juga mampu memberikan cadangan energi yang cukup saat pemutusan listrik terjadi dalam waktu singkat. Untuk memberikan layanan optimal, *UPS* memiliki spesifikasi minimal ditunjukkan Lampiran 1

4.2.2 Instalasi Perangkat Keras dan Lunak pada Sisi *Server*

Pada langkah ini dilaksanakan instalasi perangkat keras sesuai dengan perancangan blok diagram dan perangkat lunak yang dibutuhkan masing-masing perangkat untuk melaksanakan fungsinya pada sisi *server*.

a. *Instalasi Perangkat Keras*

Instalasi perangkat keras dilakukan untuk menghubungkan masing-masing perangkat keras dengan media fisik untuk dapat menjadi satu jaringan yang terhubung. Perangkat keras pada sisi *server* antara lain, *pc server* dan router.

Instalasi perangkat keras dimulai dari pemasangan *server* dan rak *server*. Langkah-langkah dalam memasang *server* dan raknya adalah sebagai berikut,

- 1) Pemilihan ruangan yang tepat untuk peletakan *server* dan rak *server* sangat penting. Pemilihan penempatan ruang *server* tersebut harus memiliki pendingin ruangan atau *Air Conditioner* (AC) agar tidak menyebabkan *overheat* pada perangkat server.
- 2) Peletakan rak *server* pada tempat yang diinginkan



Gambar 4.2 Perakitan *server*, perangkat *server* serta perangkat pendukung dan peletakan *server*
Sumber: Perancangan

- 3) Pemasangan stop kontak terdekat
- 4) Proses instalasi UPS kemudian instalasi pc *server* (sambungan listrik)

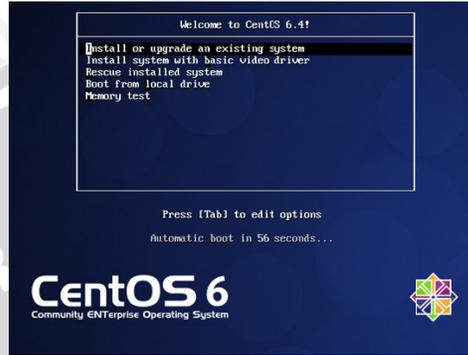
Kemudian perangkat keras yang dipasang selanjutnya adalah router dan penarikan kabel dari router hingga *server*. Router yang digunakan dalam penelitian ini adalah milik Laboratorium Komputasi dan Jaringan. Langkah yang perlu dilakukan adalah penarikan kabel dari router menuju *server*. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut,

- 1) Perhitungan panjang kabel UTP yang dibutuhkan dari router hingga *server*
 - 2) Perkiraan setiap lekukan bidang peletakan kabel UTP dan beri kelebihan ukuran agar tidak terlalu ketat
 - 3) Pengecekan konektivitas kabel dengan *command ping* antara 2 komputer terlebih dahulu untuk memastikan kehandalan kabel
 - 4) Konfigurasi kabel UTP dengan *cross*
 - 5) Pengecekan *command ping* dari 1 komputer dengan komputer 1 yang lain
 - 6) Pengecekan kehandalan kabel dan panjang kabel
 - 7) Penghubungan dan pemasangan kabel ke router hingga turun ke *server*.
- b. Instalasi Perangkat Lunak

Instalasi perangkat lunak terkait pemasangan perangkat lunak pada *server*, baik *operating system* maupun *streaming media server*. Langkah-langkah pemasangan

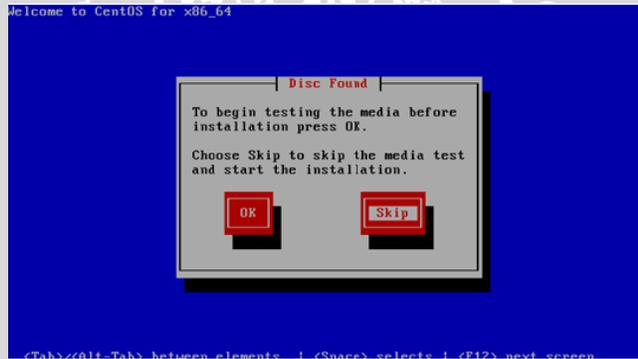
perangkat lunak *operating system* pada *server* menggunakan CentOS 6 ditunjukkan sebagai berikut,

- 1) Penghidupan PC server.
- 2) *Booting* CentOS 6.4 DVD pada *DVD-drive pc server*. Pilih “Install or upgrade an existing system”



Gambar 4.3 Tampilan Awal CentOS 6
Sumber: Perancangan

- 3) Lewati *installation media test* dengan cara klik “Skip”



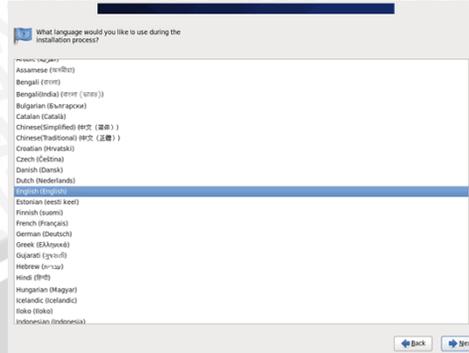
Gambar 4.4 Skip Media Test
Sumber: Perancangan

- 4) Pilih “Next” pada *Welcome Screen* CentOS 6



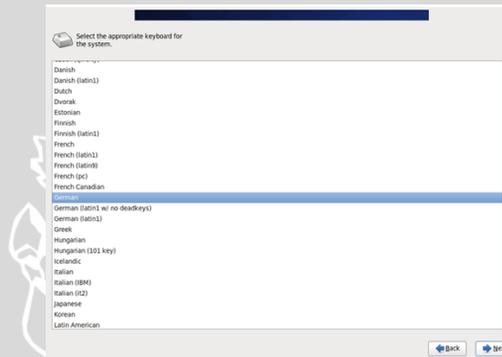
Gambar 4.5 Tampilan Awal CentOS
Sumber: Perancangan

5) Pilih pilihan bahasa kemudian tekan “Next”



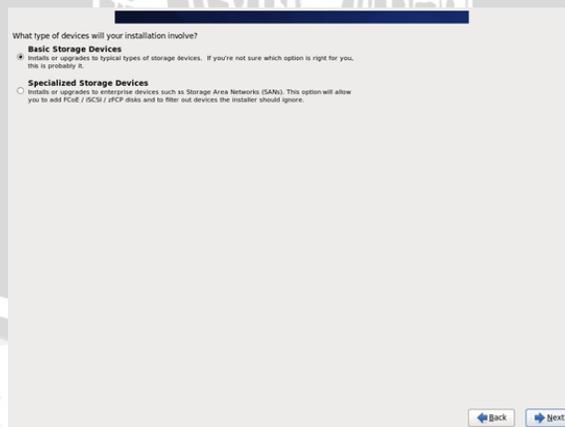
Gambar 4.6 Pilihan Bahasa
Sumber: Perancangan

6) Pilih pilihan tampilan keyboard kemudian tekan “Next”



Gambar 4.7 Pilihan Keyboard
Sumber: Perancangan

7) Karena menggunakan *hard drive* pada pc, pilih “Basic Storage Devices”



Gambar 4.8 Instalasi Perangkat
Sumber: Perancangan

- 8) Apabila muncul seperti di bawah ini, centang “Apply my choice to all devices with undetected partitions or filesystems”. Kemudian pilih “Yes, discard any data”.



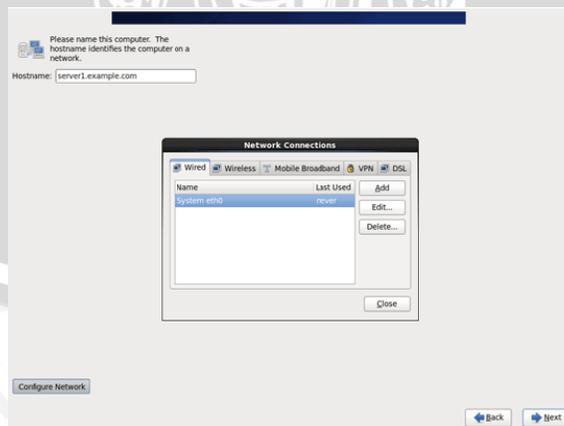
Gambar 4.9 Pesan Warning Error
Sumber: Perancangan

- 9) Isi nama dari server (*hostname*), kemudian klik “Configure Network”



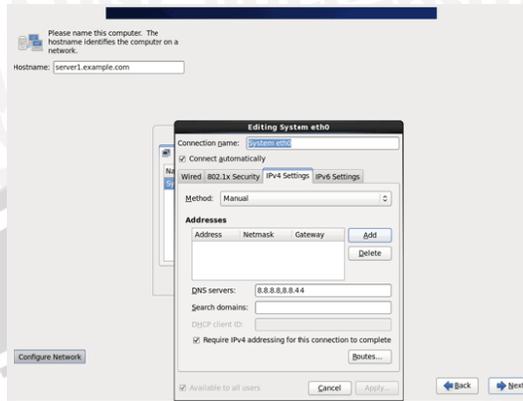
Gambar 4.10 *Hostname* dan Konfigurasi Jaringan
Sumber: Perancangan

- 10) Pilih tab “Wired” kemudian pilih “System eth0”. Klik “Edit”

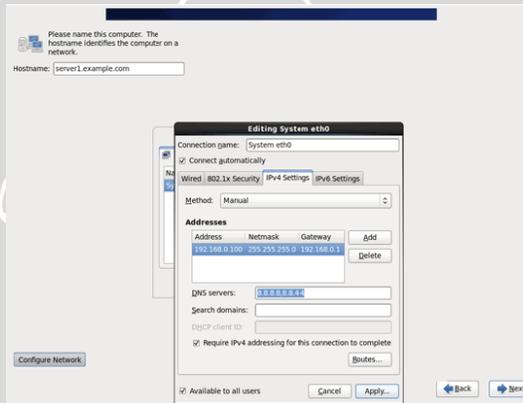


Gambar 4.11 Koneksi Jaringan
Sumber: Perancangan

11) Centang “Connect automatically”. Pilih tab “Ipv4 Settings”. Pilih “Manual” pada kolom “Method”. Kemudian masukkan IP address, netmask, gateway hingga DNS yang diberikan provider. Klik “Add”. Kemudian klik “Apply”.

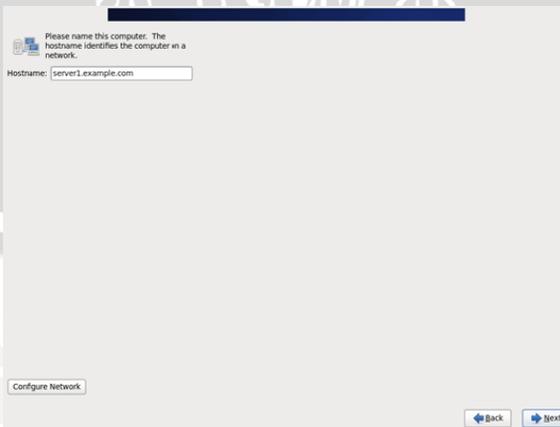


Gambar 4.12 Pengisian IP
Sumber: Perancangan



Gambar 4.13 Setelah Isi IP
Sumber: Perancangan

12) Konfigurasi jaringan telah selesai. Kemudian Pilih “Next”.



Gambar 4.14 Server telah siap
Sumber: Perancangan

Setelah proses instalasi *operating system* selesai, maka langkah selanjutnya adalah instalasi perangkat lunak untuk media *server*. Pada penelitian ini menggunakan aplikasi OpenMCU. Aplikasi OpenMCU bersifat *freeware* dengan kapasitas maksimal 12 pengguna.

Langkah-langkah dalam memasang OpenMCU adalah sebagai berikut,

- 1) Unduh *file master* aplikasi OpenMCU melalui jaringan internet pada link:
<http://openmcu.ru/public/OpenMCU-ru/Windows/>
- 2) Kemudian pilih *file* *openmcu-ru-3.46.8-win32_setup.exe* (18 M)
- 3) Tunggu sampai *file master* ter-unduh dengan sempurna
- 4) Instal *file master* aplikasi OpenMCU
- 5) Ketika *Welcome Screen* muncul, klik “Accept”
- 6) Pilih lokasi direktori untuk memasang OpenMCU dengan cara klik “Browse” untuk memilih direktori dan klik “Next” untuk lanjut.
- 7) Klik “Next” untuk menuju proses instalasi.
- 8) Tunggu proses instalasi selesai dan klik “Finish”

Kemudian untuk menjalankan aplikasi OpenMCU, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut,

- 1) Buka *file* aplikasi dengan cara klik “OpenMCU-ru in debug mode”
- 2) Pada *menu toolbar*, klik “File” kemudian pilih “Control”
- 3) Sesaat kemudian akan muncul aplikasi OpenMCU pada halaman browser
- 4) Pada *menu toolbar*, klik “Setting”, pilih menu H.323
- 5) Kemudian pilih *sub menu* “Audio Codec (Receive & Transmit)” dan *uncheck* semua codec kecuali G.711
- 6) Lakukan hal yang sama pada *sub menu* “Video Codec (Receive & Transmit)” *uncheck* semua codec kecuali H.264
- 7) Pada *menu toolbar*, klik “Control” dan pilih “Room” dan pilih room101” (*Room* 101 dapat diganti sesuai nama *room* yang diinginkan) dengan tekan “Create”
- 8) Pada *menu toolbar*, klik “Control” dan pada *sub menu* pilih “Invite” tulis nomor IP tujuan yang akan digunakan sebagai *Video Conference* dengan catatan bahwa laptop dengan IP tujuan telah terinstal aplikasi MyPhone3 dan juga kondisi MyPhone3 telah muncul di menu Windows

4.2.3 Instalasi Perangkat Keras dan Lunak pada Sisi Pengguna

Pada langkah ini dilaksanakan instalasi perangkat keras sesuai dengan perancangan blok diagram dan perangkat lunak yang dibutuhkan masing-masing perangkat untuk melaksanakan fungsinya pada sisi pengguna.

a. Instalasi Perangkat Keras

Instalasi perangkat keras dilakukan untuk menghubungkan masing-masing perangkat keras dengan media fisik untuk dapat menjadi satu jaringan yang terhubung. Pada sisi pengguna terdapat 2 macam perangkat keras, yakni *Access Point* (AP) dan laptop.

Laptop yang digunakan dalam penelitian ini adalah DELL tipe Inspiron N4050 dengan spesifikasi ditunjukkan Tabel 4.9.

Tabel 4.2 Spesifikasi Laptop

Spesifikasi	Keterangan
<i>Processor</i>	Intel core i5
RAM	4096 Mb
VGA	Mobile Intel ® HD Graphics
NIC	Realtek Gigabit Ethernet
USB	USB 2.0

Sumber: Perancangan

Kemudian *Access Point* (AP) yang digunakan adalah TP-LINK Model TL WA701ND. Untuk instalasi TP-LINK Model TL WA701ND langkah – langkah ditunjukkan pada Lampiran 1.

b. Instalasi Perangkat Lunak

Instalasi perangkat lunak pada sisi pengguna terdapat 2 macam, yakni perangkat lunak MyPhone3 Wireshark. Aplikasi Wireshark adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengetahui aliran paket data yang melewati *interface* baik melalui *Network Interface Card* atau *Adapter Wireless*. Aplikasi MyPhone3 adalah perangkat lunak yang digunakan untuk dapat melakukan *video conference* yang berada pada sisi pengguna. Langkah-langkah dalam memasang Wireshark ditunjukkan pada Lampiran 1.

4.3 Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis, yakni pengujian koneksi jaringan *server* hingga *user* melalui WLAN dan pengujian kegiatan *video conference* melalui WLAN. Pengujian dilakukan untuk memastikan koneksi telah terpasang dan komunikasi dapat dilakukan.

4.3.1 Pengujian Koneksi Jaringan *Server* hingga *User* melalui WLAN

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui koneksi antar perangkat, yakni dari *server* hingga *user* (laptop) sesuai dengan blok diagram pada gambar 4.1. Pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan paket data dari laptop *user* menuju pc *server*.

a. Peralatan yang digunakan

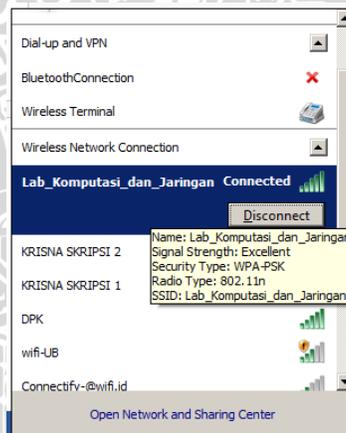
Peralatan yang digunakan dalam pengujian koneksi jaringan *server* hingga *user*, antara lain:

- Laptop *user* (2 unit)
- *Access Point* (AP)

b. Prosedur

Langkah-langkah dalam pengujian adalah sebagai berikut,

- 1) Pengaturan alamat IP *server* pada NIC pertama dengan IP Public Address yang diberikan PPTI UB, yakni 175.45.187.2
- 2) Penghubungan laptop *user* dengan internet melalui *Access Point* (AP) dan pastikan berada pada jaringan WLAN



Gambar 4.15 Koneksi ke *Access Point* pada jaringan WLAN

Sumber: Perancangan

- 3) Menjalankan terminal pada laptop *user*
- 4) Pengetikan perintah ping dengan tujuan IP 175.45.187.2 dengan jumlah paket yang diinginkan kemudian “Enter”
- 5) Pengamatan terhadap hasil ping

c. Hasil Pengujian

Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.51 yang berisi informasi perintah, alamat tujuan, jumlah paket dan hasil yang diterima.

```

Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\PANJI KRISNA>ping 175.45.187.2

Pinging 175.45.187.2 with 32 bytes of data:
Reply from 175.45.187.2: bytes=32 time=60ms TTL=128
Reply from 175.45.187.2: bytes=32 time=77ms TTL=128
Reply from 175.45.187.2: bytes=32 time=94ms TTL=128
Reply from 175.45.187.2: bytes=32 time=127ms TTL=128

Ping statistics for 175.45.187.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 60ms, Maximum = 127ms, Average = 89ms

```

Gambar 4.16 PING menuju Destinasi

Sumber: Perancangan

Dan dari gambar tersebut, pengamatan dari hasil pengujian ini adalah:

- Jumlah paket yang dikirim adalah 4 hal ini dibuktikan oleh hasil *Packets Sent* = 4
- Jumlah paket yang diterima adalah 4 hal ini dibuktikan oleh hasil *Packets Received* = 4
- *Packet Loss* yang terjadi adalah 0% hal ini dibuktikan oleh hasil jumlah *Received* = *Sent*
- TTL yang ada sebanyak 128. 128 merupakan jumlah *node* maksimal yang bisa dilewati paket data.

d. Kesimpulan Pengujian Koneksi

Berdasarkan hasil pengamatan pada gambar 4.16, kesimpulan pengujian adalah *Server* dan *User* telah tersambung

4.3.2 Pengujian Video Conference

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui komunikasi yang terjalin antar perangkat sehingga layanan *video conference* dapat dijalankan dan digunakan di disisi *user*. Pengujian dilakukan dengan cara panggilan *video call* menggunakan MyPhone3 Peralatan yang digunakan:

- a. Peralatan yang digunakan dalam pengujian koneksi jaringan *server* hingga *user*, antara lain:
 - Laptop *user* (2 unit)
 - Jaringan WLAN
 - *Access Point* (AP)
 - MyPhone3

b. Prosedur

Langkah-langkah dalam pengujian adalah sebagai berikut,

- 1) Pengaturan alamat IP *server* pada NIC pertama dengan IP *Public Address* yang diberikan PPTI UB, yakni 175.45.187.2
- 2) Penghubungan laptop pengguna dengan internet melalui *Access Point* dan memastikan berada pada jaringan WLAN
- 3) Menjalankan aplikasi MyPhone3 dan Menjalankan Open MCU
- 4) Pastikan aplikasi MyPhone3 telah muncul pada *home screen windows*
- 5) Klik “*Answer*” untuk dapat terhubung dengan *user* lain.

4.4 Hasil

Penelitian ini memiliki sistem komunikasi dua arah, yakni dari *user* menuju *user* melalui server. Pada proses pengambilan data dilaksanakan dengan menggunakan aplikasi Wireshark yang terletak pada sisi *user*.

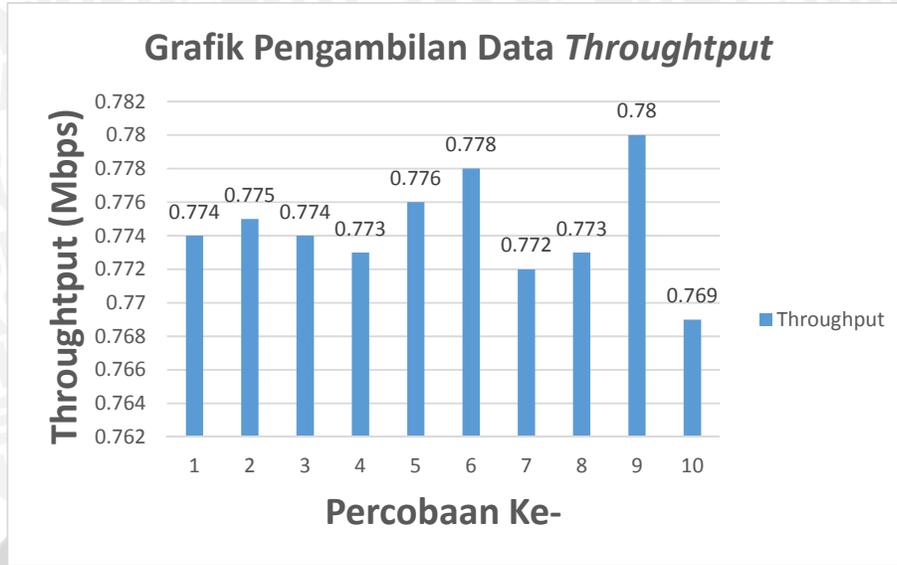
4.4.1 Throughput

Throughput menunjukkan kecepatan penerimaan paket data yang diterima pengguna dengan benar. *Throughput* memiliki satuan byte/detik. Hasil pengamatan terhadap parameter *throughput* untuk setiap konfigurasi pada penelitian ditunjukkan oleh Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Throughput

No.	Throughput (Mbps)
	Resolusi 704x576
1	0.774
2	0.775
3	0.774
4	0.773
5	0.776
6	0.778
7	0.772
8	0.773
9	0.780
10	0.769
Rata-Rata	0.7744

Kemudian jika Tabel 4.3 direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara percobaan video dengan *throughput* yang diterima ditunjukkan oleh Gambar 4.19



Gambar 4.17 Hubungan Percobaan Video dan *Throughput*

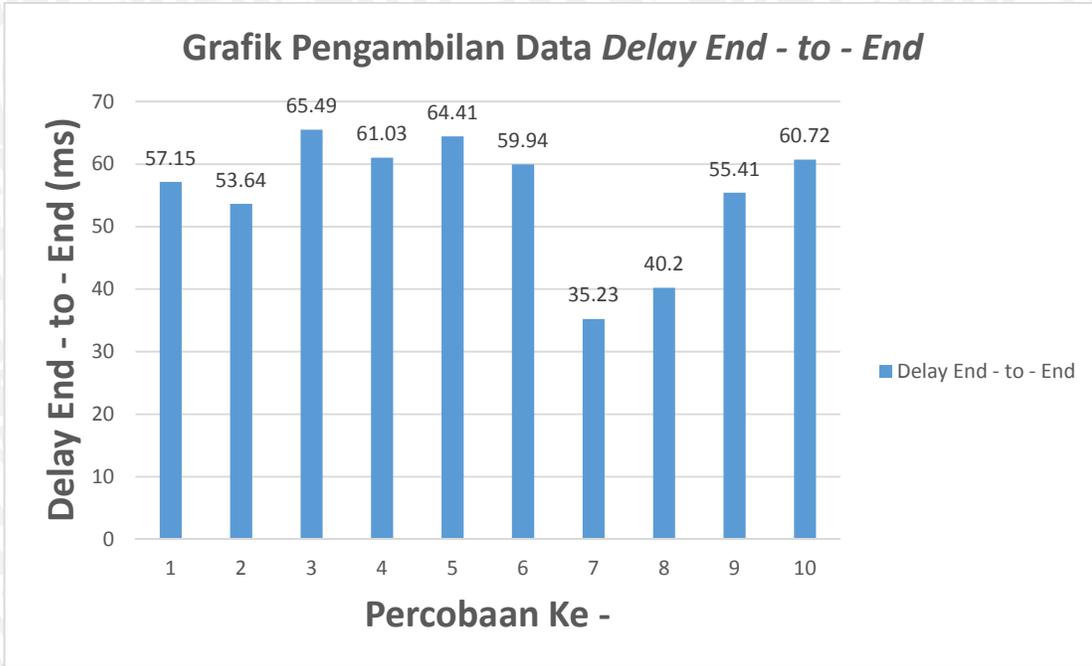
4.4.2 Delay End-to-End

Delay end-to-end menunjukkan besarnya waktu tunda mulai dari *server* yang terletak di Laboratorium Dasar Komputasi dengan *User – User* yang terhubung dengan *server* yang berada dalam satu jaringan. Hasil pengamatan terhadap *delay end-to-end* sistem *video conference* ditunjukkan oleh Tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Delay end-to-end*

No.	<i>Delay end-to-end</i> (ms)
	Resolusi 704x576
1	57.15
2	53.64
3	65.49
4	61.03
5	64.41
6	59.94
7	35.23
8	40.2
9	55.41
10	60.72
Rata-Rata	55.322

Kemudian jika Tabel 4.4 direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara percobaan video dengan *delay end-to-end* yang diterima ditunjukkan oleh Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Hubungan Percobaan Video dan Delay End-to-End

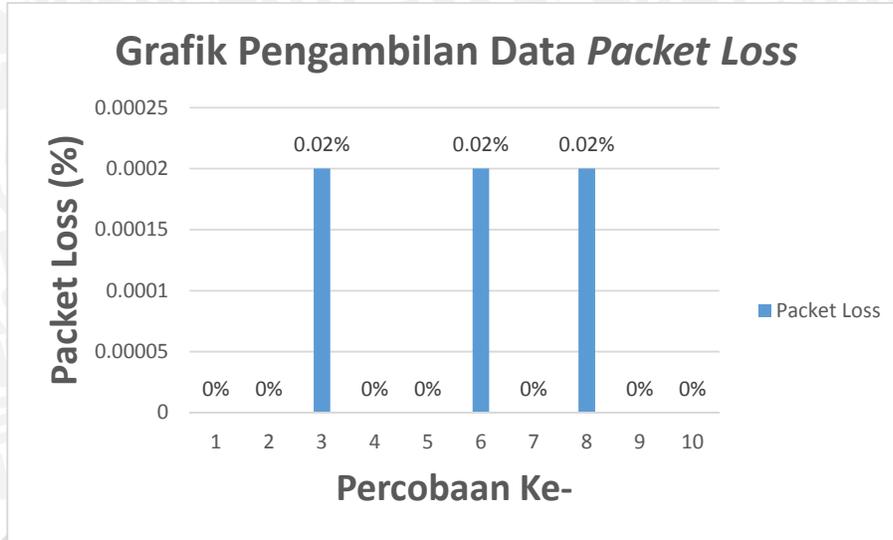
4.4.3 Packet Loss

Packet Loss pada penelitian menunjukkan nilai rasio dalam persen paket yang hilang dengan jumlah paket keseluruhan yang dikirimkan. Nilai packet loss pada sistem video conference penelitian ditunjukkan oleh Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Packet Loss

No.	Packet Loss (%)
	Resolusi 704x576
1	0%
2	0%
3	0.02%
4	0%
5	0%
6	0.02%
7	0%
8	0.02%
9	0%
10	0%
Rata-Rata	0.006%

Kemudian jika Tabel 4.5. direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara percobaan video dengan packet loss yang diterima ditunjukkan oleh Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Hubungan Percobaan Video dan Packet Loss

4.5 Data Sekunder

Pada bagian ini dihasilkan nilai-nilai parameter performansi jaringan (*delay end-to-end*, *throughput*, *packet loss*) berdasarkan perhitungan teoretis dan standar perangkat yang digunakan.

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	18833	18833	100.000%	0	0.000%
Between first and last packet	113.134 sec				
Avg. packets/sec	166.467				
Avg. packet size	581.143 bytes				
Bytes	10944663	10944663	100.000%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	96740.915				
Avg. MBit/sec	0.774				

Gambar 4.20 Hasil Summary Wireshark Pada Pengukuran Pertama

Sumber: Perancangan

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	22214	22214	100.000%	0	0.000%
Between first and last packet	134.635 sec				
Avg. packets/sec	164.995				
Avg. packet size	586.946 bytes				
Bytes	13038419	13038419	100.000%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	96842.868				
Avg. MBit/sec	0.775				

Gambar 4.21 Hasil Summary Wireshark Pada Pengukuran Kedua

Sumber: Perancangan

Dari kedua percobaan dan hasil Summary yang diperoleh, maka dapat diambil hasil captured rata-rata yang tertera pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Hasil Pengukuran dengan Wireshark

Parameter	Nilai
<i>Average Packets</i>	20523,5
<i>Average Between First and Last Packet</i>	123,8845 s
<i>Average Packet Size</i>	584,0445 bytes
<i>Average Bytes</i>	96,792 bytes

Sumber: Wireshark, 2014

4.5.1 Delay End-to-End

Delay end-to-end pada layanan *video conference* meliputi *delay* CODEC dan *delay* jaringan. *Delay* jaringan meliputi *delay* enkapsulasi, transmisi, propagasi, antrian dan dekapsulasi. Sehingga besarnya *delay end-to-end* dapat dihitung dengan persamaan 2-12.

$$t_{end-to-end} = t_{codec} + t_{jaringan}$$

$$t_{end-to-end} = t_{codec} + (t_{enc} + t_t + t_p + t_w + t_{dec})$$

4.5.1.1 Delay Codec

Delay CODEC adalah *delay* yang disebabkan oleh pengkodean dari CODEC yang digunakan. *Delay* CODEC terdiri atas *delay* CODEC audio (t_a) dan video (t_v) masing-masing CODEC memiliki besaran *delay* audio dan *delay* video yang berbeda-beda. Pada Tabel 8 dijelaskan jenis CODEC audio dan video beserta *delay*-nya.

Komunikasi bersifat full-duplex dengan jenis CODEC yang digunakan adalah H.264 untuk video dan G.711 untuk audio dengan besar *delay* masing-masing CODEC, menurut Tabel 8, adalah 50 ms dan 40 ms. Sehingga *delay* CODEC dapat dihitung dengan persamaan 2-11.

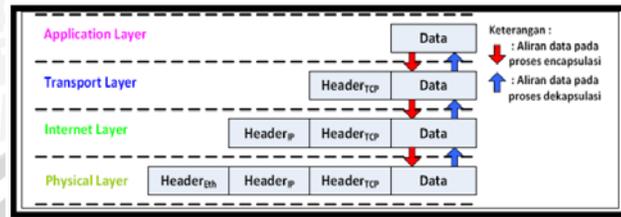
$$\begin{aligned} t_{codec} &= t_a + t_v \\ &= 40 + 50 \\ &= 90 \text{ ms} \end{aligned}$$

4.5.1.2 Delay Enkapsulasi dan Dekapsulasi

Delay enkapsulasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk proses pemaketan data dan penambahan header sebelum dikirim ke tujuan. Enkapsulasi terjadi ketika sebuah protokol yang berada pada lapisan yang lebih rendah menerima data dari protokol yang berada pada

lapisan yang lebih tinggi dan meletakkan data ke format data yang dipahami oleh protokol tersebut. Sedangkan *delay* dekapsulasi adalah kebalikan dari proses enkapsulasi, sehingga data dapat terbaca di tujuan. Kedua *delay* ini dipengaruhi oleh panjang data, panjang header protokol yang digunakan, lapisan yang dilewati dan kecepatan pemrosesan data.

Gambar 4.20 menggambarkan proses *delay* ini.



Gambar 4.20 Proses *Delay* Enkapsulasi dan Dekapsulasi

Sumber: <http://www.citap.com/documents/tcp-ip/tcpip011.htm>, 2014

Dari proses pengukuran menggunakan Wireshark dan studi literatur maka didapat:

- Besarnya data = 96,792 byte = 774,335 bit
- Panjang header = $L_{\text{headerRTP}} + L_{\text{headerUDP}} + L_{\text{headerIP}} + L_{\text{headerEth}}$
= 12 + 8 + 20 + 14 = 54 byte = 432 bit
- Waktu pengiriman total rata-rata = 123,8845 s
- Kecepatan pemrosesan data pada server diasumsikan standar gigabit Ethernet (1 Gbps) (Heywood, 1999)
- *Endpoint* menggunakan standar *fast Ethernet* (100 Mbps)

Maka didapatkan *delay* enkapsulasi dan dekapsulasi dapat dihitung dengan persamaan 2-3 dan 2-4.

$$\begin{aligned}
 t_{enc} &= \frac{L_{data} + L_{header\ RTP} + L_{header\ UDP} + L_{header\ IP} + L_{header\ Eth}}{C_{pros}} \\
 &= \frac{774,335 + 432}{10^9} \\
 &= \frac{774,767}{10^9} = 0,000774767\ s = 0,774767 \times 10^{-3}\ s
 \end{aligned}$$

Sedangkan besarnya *delay* dekapsulasi adalah:

$$\begin{aligned}
 t_{dec} &= \frac{L_{data} + L_{header\ RTP} + L_{header\ UDP} + L_{header\ IP} + L_{header\ Eth}}{C_{pros}} \\
 &= \frac{774,335 + 432}{10^8} \\
 &= \frac{774,767}{10^8} = 0,007747671\ s = 7,747671 \times 10^{-3}\ s
 \end{aligned}$$

4.5.1.3 Delay Transmisi

Delay transmisi adalah waktu yang diperlukan paket data untuk melalui media transmisi dari satu *node* ke *node* yang lain. Dari hasil pengukuran dengan menggunakan Wireshark dan studi literatur, data yang didapatkan adalah:

- Panjang paket data rata-rata total (L) = 584,0445 byte = 4672,356 bit
- Panjang header = LheaderRTP + LheaderUDP + LheaderIP + LheaderETH
= (12 + 8 + 20 + 14) = 54 Byte = 432 bit
- Kecepatan media transmisi fast ethernet = 100 (Mbps) = 100000000 bps

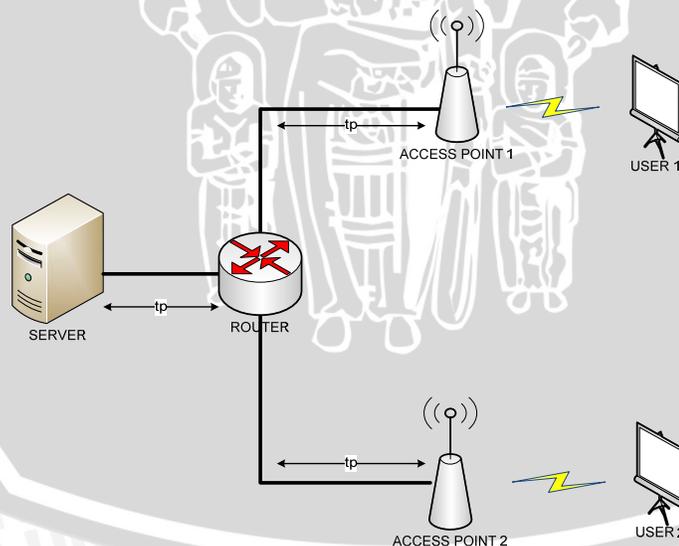
Maka besarnya delay transmisi dapat dihitung dengan persamaan 2-6.

$$t_t = \frac{(L + L')}{C}$$

$$t_t = \frac{(4672,356 + 432)}{100000000} = 0,00005104356 \text{ s} = 0,05104356 \times 10^{-3} \text{ s}$$

4.5.1.4 Delay Propagasi

Delay propagasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh paket data dalam bentuk gelombang elektromagnetik untuk merambat dengan media transmisi dari *Node* sumber menuju tujuan.



Gambar 4.21 Proses Delay Propagasi

Sumber: Perancangan, 2014

Mengacu pada Gambar 4.21, maka asumsi yang digunakan adalah:

- Jarak antara *server* yang berada di Laboratorium Komputasi dan Jaringan dengan *router* yang terhubung dengan menggunakan *UTP Cable* ke kedua *access point 1* dan *access point 2* adalah 4 meter
- Jarak antara *router* yang terhubung dengan *access point 1* dengan menggunakan *UTP Cable* adalah 5 meter
- Jarak antara *router* yang terhubung dengan *access point 2* dengan menggunakan *UTP Cable* adalah 5 meter

Kecepatan propagasi berbeda-beda, tergantung media apa yang digunakan. Pada Tabel 7 dijelaskan berbagai macam media dan kecepatan propagasinya.

- Kecepatan propagasi *UTP Cable* = $0,64c = 0,64 \times 3.10^8 = 192.000.000$ m/s

Sehingga besarnya delay propagasi untuk jaringan *Wireless Local Area Network* dapat ditentukan dengan persamaan 2.7.

$$t_p = \frac{d_{max}}{v}$$

$$= \frac{14}{192.000.000} = 0,0000000729 \text{ s} = 0,0000729 \times 10^{-3} \text{ s}$$

4.5.1.5 Delay Antrian

Delay antrian adalah rentang waktu paket data berada dalam antrian untuk ditransmisikan, oleh *server* dan *router*. Lamanya waktu antrian bergantung pada kecepatan saluran dan kondisi antrian. Dari proses pengukuran didapatkan data primer diantaranya adalah:

- Total paket data rata-rata yang dikirimkan endpoint (N) = 20523,5 paket
- Waktu pengiriman paket total rata-rata (T) = 123,8845 s
- Panjang paket data rata-rata total (L) = 584,0445 Byte = 4672,356 bit
- Server diasumsikan menggunakan standar gigabit *ethernet* dengan kecepatan 1 Gbps (Heywood,1999)
- Router menggunakan *fast Ethernet* dengan kecepatan 100 Mbps
- Kapasitas Kanal (C) server = 1 Gbps = 1.000.000.000 bps
- Kapasitas Kanal (C) router = 100 Mbps = 100.000.000 bps

Perhitungan *delay* antrian pada *server* sesuai dengan persamaan 2-10 dan 2-11 adalah sebagai berikut:

- Kecepatan kedatangan paket dari pada *server* (λ_s)

$$\begin{aligned}\lambda_s &= \frac{N}{t} \\ &= \frac{20523,5}{123,8845} = 165,666407 \text{ paket/s}\end{aligned}$$

- Kecepatan pelayanan *server* (μ_s)

$$\begin{aligned}\mu_s &= \frac{c}{t_r} \\ &= \frac{1.000.000.000}{4672,356} = 214.024,79 \text{ paket/s}\end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 2-9, maka besar *delay* antrian pada *server* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}t_{w \text{ server}} &= \frac{1}{(\mu_s - \lambda_s)} \\ &= \frac{1}{(214.024,79 - 165,666407)} = \frac{1}{(213859,12)} = 0.00467598 \times 10^{-3} \text{ s}\end{aligned}$$

- Kecepatan kedatangan paket dari pada *router* (λ_r)

$$\begin{aligned}\lambda_r &= \frac{N}{t} \\ &= \frac{20523,5}{123,8845} = 165,666407 \text{ paket/s}\end{aligned}$$

- Kecepatan pelayanan *router* (μ_r)

$$\begin{aligned}\mu_r &= \frac{c}{t_r} \\ &= \frac{100.000.000}{4672,356} = 21402,47875 \text{ paket/s}\end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 2-9, maka besar *delay* antrian pada *router* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}t_{w \text{ router}} &= \frac{1}{(\mu_r - \lambda_r)} \\ &= \frac{1}{(21402,47875 - 165,666407)} = \frac{1}{(21236,81234)} = 0.047088 \times 10^{-3} \text{ s}\end{aligned}$$

Sehingga *delay* antrian total menjadi:

$$\begin{aligned}t_w \text{ (total)} &= t_{w \text{ server}} + t_{w \text{ router}} \\ &= 0.00467598 \times 10^{-3} \text{ s} + 0.047088 \times 10^{-3} \text{ s} \\ &= 0,0517639 \times 10^{-3} \text{ s}\end{aligned}$$

4.5.1.6 Delay End-to-End Total

Delay end-to-end terdiri dari *delay* CODEC dan *delay* jaringan. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dengan persamaan 2-13 besarnya *delay end-to-end* dapat dihitung.

$$\begin{aligned}
 t_{end-to-end} &= t_{codec} + t_{jaringan} \\
 &= 90 + (0,774767 + 0,05104356 + 0,0000729 + 0,0517639 + 7,747671) \\
 &= 98,62531836 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *delay end-to-end* diketahui bahwa besarnya *delay end-to-end* adalah 98,62531836 ms

4.5.2 Packet Loss

Packet Loss pada skripsi ini didapat dari hasil Statistic pada perangkat control OpenMCU, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.22.



Gambar 4.21 Tampilan *Packet Loss* Dari Paket Video dan Audio

Sumber: OpenMCU, 2014

Tabel 4.7 Tampilan *Packet Loss* Dari Paket Video dan Audio

Parameter	Nilai (packet)
<i>Audio In</i>	28167
<i>Audio Out</i>	28148
<i>Loss Packets</i>	19
<i>Video In</i>	43427
<i>Video Out</i>	43410
<i>Loss Packets</i>	17

Sumber: OpenMCU, 2014

Diketahui bahwa jumlah paket audio yang hilang sebanyak 19 paket dan paket video yang hilang sebanyak 17. Total paket rata-rata, dari hasil Wireshark, adalah sebesar 20523,5 paket. Dengan menggunakan persamaan 2-1 maka persentase *packet loss* yang terjadi adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Packet loss (\%)} &= \frac{N_{\text{packet loss}}}{N_{\text{packet}}} \times 100\% \\
 &= \frac{(19 + 17)}{20523,5} \times 100\% \\
 &= \frac{(36)}{20523,5} \times 100\% = 0,17541 \%
 \end{aligned}$$

4.5.3 Throughput

Throughput adalah jumlah rata-rata paket yang sukses diterima atau dikirimkan oleh saluran penerima atau pemancar per detik. . Besarnya nilai *throughput* pada *video conference* dapat ditentukan dengan persamaan (2-14)

$$\lambda = \frac{(1 - \rho)}{t_{\text{trans}}[1 + (\alpha - 1)\rho]}$$

Dari nilai *packet loss* diatas, maka nilai *throughput* dapat diketahui. Nilai konstanta propagasi dapat di dapat dari persamaan 2-16.

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \left(1 + \frac{2t_{\text{prop}} + 2t_{\text{trans}}}{t_{\text{trans}}}\right) \\
 &= \left(1 + \frac{2 \times 0,0000729 \times 10^{-3} + 2 \times 0,05104356 \times 10^{-3}}{0,05104356 \times 10^{-3}}\right) = 3,002856
 \end{aligned}$$

Sehingga nilai *throughput* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.14.

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{(1 - \rho)}{t_{\text{trans}}[1 + (\alpha - 1)\rho]} \\
 &= \frac{(1 - 0,17541)}{0,05104356 \times 10^{-3} [1 + (3,002856 - 1) 0,17541]} \\
 &= \frac{(0,82459)}{0,05104356 \times 10^{-3} \times [1,351321]} \\
 &= \frac{(0,82459)}{(0,0689762 \times 10^{-3})} = 11,954697 \frac{\text{frame}}{\text{second}} \times 64 \times 8 \\
 &= 6120,8048 \text{ bps} = 0,0061208 \text{ Mbps}
 \end{aligned}$$

4.6 Perbandingan Hasil Pengamatan dan Hasil Perhitungan

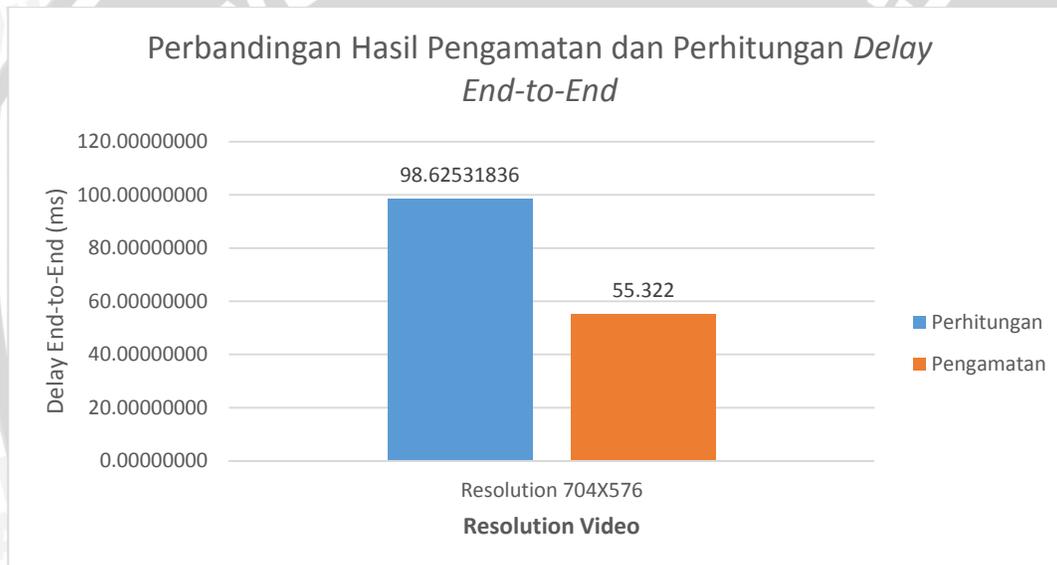
Perbandingan nilai perhitungan meliputi parameter *delay end to end*, *packet loss*, *throughput* dan *jitter* berdasarkan hasil pengamatan dengan hasil simulasi jaringan.

Tabel 4.8 Tabel Perbandingan Hasil Pengamatan dan Perhitungan *Delay End-to-End*

No	<i>Delay End-to-End (ms)</i>	
	Perhitungan	Pengamatan
1	98,62531836	55.322

Sumber: Perancangan, 2014

Pada Tabel 4.8 menunjukkan perbandingan *delay end to end* secara perhitungan teori dengan hasil pengamatan sangat berbeda. Pada *delay end to end* untuk perhitungan secara teori didapat 98,62531836 ms, sedangkan untuk *delay end to end* menurut hasil pengamatan didapatkan hasil sebesar 55.322 ms.



Gambar 4.22 Tampilan Perbandingan Hasil Pengamatan dan Perhitungan *Delay End-to-End*

Sumber: Perancangan, 2014

Tabel 4.9 Tabel Perbandingan Hasil Pengamatan dan Perhitungan *Packet Loss*

No	<i>Packet Loss (%)</i>	
	Perhitungan	Pengamatan
1	0,17541	0.006

Sumber: Perancangan, 2014

Pada Tabel 4.9 menunjukkan perbandingan *Packet Loss* secara perhitungan teori dengan hasil pengamatan sangat berbeda. Pada *Packet Loss* untuk perhitungan secara teori didapat 0,17541 %, sedangkan untuk *Packet Loss* menurut hasil pengamatan didapatkan hasil sebesar 0.006 %



Gambar 4.23 Tampilan Perbandingan Hasil Pengamatan dan Perhitungan *Packet Loss*

Sumber: Perancangan, 2014

Tabel 4.10 Tabel Perbandingan Hasil Pengamatan dan Perhitungan *Throughput*

No	Throughput (Mbps)	
	Perhitungan	Pengamatan
1	0,0061208	0.7744

Sumber: Perancangan, 2014

Pada Tabel 4.10 menunjukkan perbandingan *Throughput* secara perhitungan teori dengan hasil pengamatan sangat berbeda. Pada *Throughput* untuk perhitungan secara teori didapat 0,0061208 Mbps, sedangkan untuk *Throughput* menurut hasil pengamatan didapatkan hasil sebesar 0.7744 Mbps.



Gambar 4.24 Tampilan Perbandingan Hasil Pengamatan dan Perhitungan *Throughput*

Sumber: Perancangan, 2014

Dari hasil perbandingan dapat diketahui bahwa:

- 1) Terjadi perbedaan nilai antara hasil perhitungan dan pengamatan. Hal ini dapat terjadi karena berbagai hal, diantaranya:
 - Terdapat perbedaan nilai parameter pada hasil pengamatan dengan hasil perhitungan karena faktor C (kecepatan proses) yang dimana kecepatan proses pada perhitungan digunakan asumsi standar yang sudah ada, sedangkan pada pengamatan, kecepatan proses yang terjadi sesuai aspek perangkat yang digunakan.
 - Perbedaan jumlah data yang terjadi adalah karena pada sisi pengamatan Wireshark menghitung QoS berdasarkan per paket data, sedangkan pada perhitungan berdasarkan keseluruhan paket data.

4.7 Kualitas Layanan Video Conference menggunakan jaringan Wireless Local Area Network (WLAN)

- Untuk pengujian dengan resolusi *video* 704x576p, Besarnya nilai *delay end to end* dari hasil pengamatan sesuai dengan standar ITU-T G.1010, yakni *delay end to end* < 10 s. Sedangkan berdasarkan hasil pengamatan, nilai *delay end to end* layanan *video conference* untuk resolusi *video* pada WLAN memenuhi standar ITU-T G.1010 (*delay end to end* < 10 s).
- Nilai *packet loss* untuk resolusi *video* 704x576p, Berdasarkan hasil pengamatan memenuhi standar ITU.T G.1010, nilai *packet loss* untuk *video* dengan resolusi *video* 704x576p. sesuai dengan standar ITU.T G.1010 karena memiliki $PLR \leq 1\%$.
- Didapatkan kualitas gambar yang sangat baik pada saat *video conference* berlangsung dengan menggunakan standar 802.11g dibanding dengan standar yang lain, yang dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.11 Perbedaan Tampilan dari Standar 802.11g dengan Standar lain

Tampilan <i>Video Conference</i>	
Dengan Menggunakan Standar 802.11g	Dengan Menggunakan Standar lain
	

