



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN
IPv4, IPv6 DAN *TUNNELING* 6TO4 UNTUK APLIKASI *VIDEO*
STREAMING DENGAN MEDIA *WIRED* DAN *WIRELESS*
PADA SISI *CLIENT***

TUGAS AKHIR

**BUDI AFianto
08 06 36 5500**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN
IPv4, IPv6 DAN *TUNNELING* 6TO4 UNTUK APLIKASI *VIDEO*
STREAMING DENGAN MEDIA *WIRED* DAN *WIRELESS*
PADA SISI *CLIENT***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik

BUDI AFianto
08 06 36 5500

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2010**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Budi Afianto

NPM : 08 06 36 55 00

Tanda Tangan :

Tanggal : 30 Juni 2010

PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Budi Afianto
NPM : 0806365500
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisa Perbandingan Performansi Jaringan IPv4, IPv6 dan *Tunneling* 6to4 Untuk Aplikasi *Video Streaming* Dengan Media *Wired* dan *Wireless* Pada Sisi *Client*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

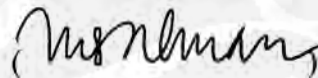
Pembimbing : Ir. Endang Sriningsih, MT, Si

()

Penguji : Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna M.Eng

()

Penguji : Muhammad Salman ST., MIT

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 7 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah swt yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Walaupun dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis menemukan berbagai macam kesulitan, tetapi Allah swt senantiasa memberikan limpahan rahmat-Nya sehingga semua rintangan dan tantangan dapat dilalui dengan ridha-Nya.

Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Endang Sriningsih, MT selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Kedua orang tuaku yang tercinta, beserta seluruh keluarga yang telah memberi dukungan moril, materil dan doa selama ini.
3. Intan Samanty yang telah banyak memberikan doa, dukungan dan semangat.
4. Semua pihak yang secara tidak langsung terlibat dalam pembuatan tugas akhir ini dan tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu, semoga amal baik yang telah dilakukan senantiasa dibalas oleh Allah SWT.

Akhir kata semoga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang bersangkutan, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Depok, Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Budi Afianto
NPM : 0806365500
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISA PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN IPv4, IPv6 DAN
TUNNELING 6TO4 UNTUK APLIKASI *VIDEO STREAMING* DENGAN
MEDIA *WIRED* DAN *WIRELESS* PADA SISI *CLIENT*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 30 Juni 2010

Yang menyatakan

(.....)

ABSTRAK

Nama : Budi Afianto
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Analisa Perbandingan Performansi Jaringan IPv4, IPv6, Dan
*Tunneling 6to4 Untuk Aplikasi Video Streaming Dengan Media
Wired Dan Wireless Pada Sisi Client*

Tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisa dan membandingkan kualitas jaringan IPv4 murni, IPv6 murni dan *tunneling 6to4* pada jaringan dengan media *wired* dan *wireless* untuk aplikasi *video streaming*. Dari data yang diperoleh dan dianalisa menunjukkan bahwa *delay* yang terbaik adalah pada kondisi *bit rate* 256/64 kbps, pada jaringan IPv4, dengan media *wireless*, dan format *file* MP4 dengan *delay* 0,213 detik atau 16,14% lebih rendah dari *delay* pada *streaming file* AVI dengan kondisi *bit rate* 512/128 kbps, jaringan IPv4 dan dengan media *wireless* yang bernilai 0,254 detik. Pada parameter *packet loss* secara keseluruhan kedua tipe media (*wired* dan *wireless*) memiliki bagian dimana *packet loss* bernilai 0 namun karena pertimbangan fleksibilitas koneksi *wireless* maka yang terbaik adalah *packet loss* pada *bit rate* 512/128 kbps, jaringan IPv4 dengan media *wireless*, serta dengan format *file streaming* menggunakan format AVI.

Kata kunci:

IPv4, IPv6, 6to4, *video streaming*, *wireless*, *wired*.

ABSTRACT

Name : Budi Afianto

Study Program : Electrical Engineering

Title : Comparative analysis performance of IPv4, IPv6, And Tunneling 6to4 Network For Video Streaming Applications Using Wired And Wireless Media on Client Sides

This thesis aims to analyze and compare the quality of IPv4, IPv6 and 6to4 tunneling on a network with wired and wireless media for streaming video applications. From the data obtained and analyzed showed that the best delay is the bit rate condition at 256/64 kbps, IPv4 networks, wireless media, MP4 file format that is worth 0.213 seconds or 16.14% lower than the bit rate conditions at 512/128 kbps, IPv4 network and the wireless media that is worth 0.254 seconds. Packet loss on the overall parameters of both types of media (wired and wireless) has a section where the packet loss is worth 0, but due to consider the flexibility of a wireless connection then the best bit rate is 512/128, with a wireless media, IPv4 networks, as well as a streaming file format using AVI format.

Keywords:

IPv4, IPv6, 6to4, video streaming, wireless, wired

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KONSEP PROTOKOL IPv6, MEDIA JARINGAN DAN <i>VIDEO STREAMING</i>	5
2.1 Internet Protokol versi 6.....	5
2.1.1 Format Alamat.....	6
2.1.2 Penyederhanaan Alamat.....	6
2.1.3 Format Prefiks.....	7
2.1.4 Tipe Alamat.....	7
2.1.5 Perbandingan IPv6 dengan IPv4	8
2.2 Mekanisme <i>Tunneling</i>	9
2.2.1 <i>Tunneling</i> Manual	10
2.2.2 <i>Tunneling</i> Otomatis.....	11

2.2.3	<i>Tunneling 6to4</i>	11
2.3	Media.....	12
2.3.1	<i>Wireless</i>	12
	2.3.1.1 Standarisasi <i>Wireless</i>	13
	2.3.1.2 <i>Wireless Channel</i>	15
	2.3.1.3 CSMA/CA.....	15
2.3.2	<i>Twisted-Pair Cable</i>	16
	2.3.2.1 <i>Unshield Twisted Pair (UTP)</i>	16
	2.3.2.2 CSMA/CD.....	18
2.4	<i>Video Streaming</i>	19
2.4.1	<i>Transport</i> Protokol	19
2.4.2	<i>Session</i> Protokol	20
2.4.3	Parameter Kualitas <i>Video Streaming</i>	21
2.4.4	Parameter Perforansi <i>Video Streaming</i>	22
BAB III	PERANCANGAN TOPOLOGI JARINGAN	24
3.1	Perancangan Topologi Jaringan	24
3.2	Konfigurasi Jaringan <i>Wireless</i>	25
	3.2.1 Konfigurasi IPv4 <i>Wireless</i>	25
	3.2.2 Konfigurasi IPv6 <i>Wireless</i>	26
	3.2.3 Konfigurasi IPv6 <i>Tunnel 6to4 Wireless</i>	27
3.3	Konfigurasi Jaringan <i>Wired</i>	28
	3.3.1 Konfigurasi IPv4 <i>Wired</i>	28
	3.3.2 Konfigurasi IPv6 <i>Wired</i>	29
	3.3.3 Konfigurasi IPv6 <i>Tunnel 6to4 Wired</i>	30
3.4	Aplikasi dan Perangkat Penunjang.....	31
3.5	Metode Pengambilan Data	32
BAB IV	ANALISA	34
4.1	Pengambilan Data	34
4.2	Dokumentasi Proses Pengambilan Data.....	35
	4.2.1 Jaringan IPv4 <i>Wired</i> dan <i>Wireless</i>	35

4.2.2	Jaringan IPv6/6to4 <i>Wired</i> dan <i>Wireless</i>	37
4.3	Analisa Konfigurasi Jaringan	39
4.3.1	Konfigurasi Jaringan IPv4 <i>Wired</i> dan <i>Wireless</i>	39
4.3.2	Konfigurasi Jaringan IPv6 <i>Wired</i> dan <i>Wireless</i>	41
4.3.3	Konfigurasi Jaringan <i>Tunneling 6to4 Wired</i> dan <i>Wireless</i>	42
4.4	Analisa Pengaruh <i>Bit Rate</i> Terhadap <i>Delay</i>	44
4.4.1	<i>Delay</i> pada <i>file</i> MP4	44
4.4.2	<i>Delay</i> pada <i>file</i> AVI	46
4.5	Analisa Pengaruh <i>Bit Rate</i> Terhadap <i>Packet loss</i>	48
4.5.1	<i>Packet loss</i> pada <i>file</i> MP4	48
4.5.2	<i>Packet loss</i> pada <i>file</i> AVI	50
4.6	Analisa Perbandingan Kinerja Secara Keseluruhan	52
BAB V KESIMPULAN		54
DAFTAR ACUAN		55

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Konfigurasi IPv4.....	56
Lampiran 2 Konfigurasi IPv6.....	60
Lampiran 3 Konfigurasi tunnel 6to4	64
Lampiran 4 Tabel Data Jaringan IPv4- <i>Wired</i> untuk <i>File</i> MP4	68
Lampiran 5 Tabel Data Jaringan IPv6- <i>Wired</i> untuk <i>File</i> MP4	69
Lampiran 6 Tabel Data Jaringan 6to4- <i>Wired</i> untuk <i>File</i> MP4.....	70
Lampiran 7 Tabel Data Jaringan IPv4- <i>Wired</i> untuk <i>File</i> AVI.....	71
Lampiran 8 Tabel Data Jaringan IPv6- <i>Wired</i> untuk <i>File</i> AVI.....	72
Lampiran 9 Tabel Data Jaringan 6to4- <i>Wired</i> untuk <i>File</i> AVI	73
Lampiran 10 Tabel Data Jaringan IPv4- <i>Wireless</i> untuk <i>File</i> MP4	74
Lampiran 11 Tabel Data Jaringan IPv6- <i>Wireless</i> untuk <i>File</i> MP4	75
Lampiran 12 Tabel Data Jaringan 6to4- <i>Wireless</i> untuk <i>File</i> MP4.....	76
Lampiran 13 Tabel Data Jaringan IPv4- <i>Wireless</i> untuk <i>File</i> AVI.....	77
Lampiran 14 Tabel Data Jaringan IPv6- <i>Wireless</i> untuk <i>File</i> AVI.....	78
Lampiran 15 Tabel Data Jaringan 6to4- <i>Wireless</i> untuk <i>File</i> AVI	79

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mekanisme <i>Tunneling</i>	10
Gambar 2.2 Format Bit <i>Tunneling</i> 6to4	11
Gambar 2.3 <i>Unshielded Twisted-pair Cable</i>	16
Gambar 2.4 RJ-45 Konektor	17
Gambar 3.1 Topologi Umum Jaringan <i>Test-bed</i> pada GNS3	24
Gambar 3.2 Topologi Jaringan <i>Test-bed</i> IPv4 GNS3	25
Gambar 3.3 Topologi Jaringan <i>Test-bed</i> IPv6 GNS3	26
Gambar 3.4 Topologi Jaringan <i>Test-bed</i> IPv6 <i>Tunnel</i> 6to4 GNS3	27
Gambar 3.5 Topologi Jaringan <i>Test-bed</i> IPv4 <i>Wired</i> GNS3	28
Gambar 3.6 Topologi Jaringan <i>Test-bed</i> IPv6 <i>Wired</i> GNS3	29
Gambar 3.7 Topologi Jaringan <i>Test-bed</i> IPv6 <i>Tunnel</i> 6to4 <i>Wired</i> GNS3	30
Gambar 4.1 Konfigurasi VLC di sisi <i>server</i>	35
Gambar 4.2 Konfigurasi VLC di sisi <i>client</i>	36
Gambar 4.3 Hasil <i>Packet Sniffing</i> IPv4 pada <i>Wireshark</i>	36
Gambar 4.4 Konfigurasi VLC di sisi <i>server</i>	37
Gambar 4.5 Konfigurasi VLC di sisi <i>client</i>	38
Gambar 4.6 Hasil <i>Packet Sniffing</i> IPv6 dan 6to4 pada <i>Wireshark</i>	39
Gambar 4.7 Hasil <i>tracert</i> dari <i>server</i> ke <i>client</i>	40
Gambar 4.8 Hasil <i>tracert</i> dari <i>client</i> ke <i>server</i>	40
Gambar 4.9 Hasil <i>tracert</i> dari <i>client</i> ke <i>server</i>	41
Gambar 4.10 Hasil <i>tracert</i> dari <i>server</i> ke <i>client</i>	41
Gambar 4.11 Hasil <i>tracert</i> dari <i>client</i> ke <i>server</i>	42
Gambar 4.12 Hasil <i>tracert</i> dari <i>server</i> ke <i>client</i>	43
Gambar 4.13 <i>Delay</i> jaringan <i>wireless</i> dengan <i>file</i> MP4	44
Gambar 4.14 <i>Delay</i> jaringan <i>wireless</i> dengan <i>file</i> MP4	45
Gambar 4.15 <i>Delay</i> jaringan <i>wired</i> dengan <i>file</i> AVI	46
Gambar 4.16 <i>Delay</i> jaringan <i>wireless</i> dengan <i>file</i> AVI	47
Gambar 4.17 <i>Packet loss</i> jaringan <i>wired</i> dengan <i>file</i> MP4	49

Gambar 4.18 <i>Packet loss</i> jaringan <i>wireless</i> dengan <i>file</i> MP4	50
Gambar 4.19 <i>Packet loss</i> jaringan <i>wired</i> dengan <i>file</i> AVI.....	51
Gambar 4.20 <i>Packet loss</i> jaringan <i>wireless</i> dengan <i>file</i> AVI.....	52



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan IPv4 dengan IPv6	8
Tabel 2.2 Ekuivalen IPv4 dengan IPv6.....	9
Tabel 2.3 Perbandingan Standar <i>Wireless</i> LAN.....	14
Tabel 2.4 <i>Family Standart</i> WiFi (WLAN).....	14
Tabel 3.1 Metode Pengambilan Data	34
Table 4.1 Rata-rata <i>Delay file</i> MP4 pada jaringan <i>wired</i>	44
Table 4.2 Rata-rata <i>Delay file</i> MP4 pada jaringan <i>wireless</i>	45
Table 4.3 Rata-rata <i>Delay file</i> AVI pada jaringan <i>wired</i>	46
Table 4.4 Rata-rata <i>Delay file</i> AVI pada jaringan <i>wireless</i>	47
Table 4.5 Rata-rata <i>Packet Loss file</i> MP4 pada jaringan <i>wired</i>	48
Table 4.6 Rata-rata <i>Packet Loss file</i> MP4 pada jaringan <i>wireless</i>	49
Table 4.7 Rata-rata <i>Packet Loss file</i> AVI pada jaringan <i>wired</i>	50
Table 4.8 Rata-rata <i>Packet Loss file</i> AVI pada jaringan <i>wireless</i>	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mobilitas merupakan suatu hal yang sudah menjadi kebutuhan mendasar bagi manusia. Dengan kemajuan di bidang teknologi, kini kehadiran *device* yang bersifat *mobile* seperti *notebook* semakin memanjakan dan memudahkan keseharian hidup manusia. Kebutuhan informasi dapat diakses dimanapun dan kapanpun dengan ketersediaan jaringan yang dapat mengakomodasi kebutuhan koneksi *internet* dari perangkat yang bersifat *mobile*.

Kini telah banyak dijumpai pada beberapa tempat seperti *mall*, kampus, sekolah, perumahan, lembaga-lembaga pendidikan, bahkan rumah makan yang menyediakan layanan akses *internet* khususnya berupa *wireless LAN*. Karena tidak dapat dipungkiri bahwa keberadaan *internet* pada masa sekarang ini telah menjadi sebuah daya tarik yang memiliki nilai ekonomi di bidang bisnis.

Namun disisi lain pesatnya penggunaan *internet* memicu terjadinya eksploitasi terhadap alamat IPv4 yang semakin besar sehingga ketersediaan alamat IPv4 juga semakin sedikit. Beberapa solusi telah dilakukan untuk penghematan alamat IPv4 namun tetap tidak mampu secara penuh menjadi suatu solusi yang nyata dan berkelanjutan.

Kini sistem pengalamatan IPv6 telah mulai diperkenalkan. Dengan penggunaan alamat IPv6 ini diharapkan masalah keterbatasan alamat IP dapat teratasi. Namun kendala lainnya adalah pengguna layanan *internet* belum siap untuk melakukan perpindahan menjadi sistem pengalamatan IPv6. Akan sangat efektif dan efisien jika jaringan *wireless LAN* yang kini banyak tersedia pada tempat-tempat umum dapat menggunakan sistem pengalamatan IPv6.

Saat inilah terjadi masa transisi dimana penerapan pengalamatan IPv6 diterapkan secara bertahap dan mampu diimplementasikan beriring dengan sistem pengalamatan IPv4 yang sudah ada sebelumnya. Solusi tepat yang digunakan pada masa transisi ini adalah dengan teknik *tunneling*. *Tunneling* merupakan teknik enkapsulasi data agar suatu *host* yang memiliki alamat IPv6 mampu melakukan koneksi dan diterima pada jaringan IPv4.

1.2 Tujuan

Tugas akhir ini ditulis bertujuan untuk menganalisa dan membandingkan performansi jaringan IPv4 murni, IPv6 murni dan *Tunneling 6to4* yang menggunakan media *wired* dan *wireless* khususnya untuk aplikasi *video streaming*. Analisa didasarkan pada pengaruh perubahan *bit rate* terhadap *delay* dan *packet loss* dari data *video* yang ditranmisikan.

1.3 Batasan Masalah

Tugas akhir ini difokuskan pada perancangan dan pembuatan topologi *test bed video streaming* untuk jaringan IPv4, IPv6, dan IPv6 *tunneling 6to4*. Dari tipe-tipe jaringan ini akan dibagi lagi menjadi jaringan menurut media yang digunakannya. Jaringan tersebut berupa jaringan yang menggunakan media *wired* dan *wireless* yang hanya diterapkan pada koneksi di sisi *client*.

Jaringan yang dibangun merupakan jaringan lokal dengan menggunakan *router* berupa PC (*Personal Computer*) yang telah difasilitasi dengan aplikasi GNS3 agar mampu mengemulasikan Cisco IOS C3725 versi 12.4.(15)T5 ke dalam PC sehingga PC dapat berperan sebagai *router*.

Aplikasi yang digunakan untuk media *streaming* adalah VLC, baik pada sisi *client* maupun *server*. Pengambilan dan analisa data terbatas Dilakukan dengan menggunakan *wireshark*. *File video* yang diguakan selama proses pengambilan data hanya terdiri dari 2 tipe *file* yaitu mp4 dan avi.

1.4 Metodologi Penelitian

1. Studi Literatur

Penulis menggunakan metode ini untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penelitian yang penulis buat. Studi literatur ini mengacu informasi dari berbagai sumber, data yang didapat dari *internet*, dan makalah-makalah yang membahas tentang tugas akhir yang penulis buat.

2. Perancangan

Proses perancangan merupakan suatu proses perencanaan bagaimana menentukan dan mempersiapkan topologi jaringan yang akan dibangun.

Akan dijelaskan juga perencanaan proses pengambilan data yang akan dilakukan berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan.

3. Pembuatan Sistem

Pembuatan sistem dapat dilakukan setelah semua perangkat keras maupun perangkat lunak telah terpenuhi. Keterbatasan perangkat keras berupa *router* diselesaikan dengan cara emulasi PC untuk dijadikan sebagai *router* dengan menggunakan aplikasi GNS3.

4. Uji Sistem

Dari topologi jaringan yang dibuat maka dilakukan pengujian terhadap masing-masing topologi dengan tujuan untuk mengetahui kinerjanya apakah sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum.

5. Pengambilan Data

Pada bagian ini akan diuraikan tentang informasi berupa data yang akan digunakan sebagai analisa perbandingan kinerja antara jaringan yang satu dengan yang jaringan yang lain.

6. Penulisan Penelitian

Dari hasil pengujian dan pengambilan data kemudian dilakukan suatu analisa sehingga dapat diambil suatu kesimpulan mengenai kualitas dari setiap topologi jaringan sesuai dengan karakteristiknya masing-masing. Dengan adanya beberapa saran juga dapat diajukan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika pada penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab. Pada bab-bab tersebut terdapat beberapa sub-bab. Untuk memudahkan penulisan dalam menyampaikan informasi yang ada di dalamnya maka laporan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu :

BAB 1 Pendahuluan

Pada bab pendahuluan berisi latar belakang permasalahan, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika dari laporan tugas akhir ini.

BAB 2 Dasar Teori

Pada bab ini akan disampaikan mengenai beberapa hal tentang teori protokol IPv6, media jaringan, dan *video streaming* dan literatur yang berhubungan dengan pengerjaan tugas akhir ini termasuk perancangan perangkat keras (*hardware*) serta perangkat lunak (*software*).

BAB 3 Perancangan dan Metode Pengambilan Data

Bab ini menjelaskan tentang perancangan topologi dari sistem yang akan dibuat. Topologi yang akan dibuat berbeda satu sama lain dengan karakteristiknya masing-masing namun tetap *balance* antara topologi yang satu dengan yang lain agar perbandingan data yang diperoleh akan seimbang. Bab ini juga berisi parameter-parameter apa saja yang diambil untuk digunakan sebagai data yang dianalisa.

BAB 4 Analisa

Bab ini berisi data-data yang telah diperoleh dalam proses pengambilan data untuk setiap tipe jaringan yang telah ditentukan. Dari data yang diperoleh akan dilakukan analisa berdasarkan dasar teori yang telah diketahui.

BAB 5 Penutup

Berisi kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan pengujian sistem, pengambilan dan analisa data selama pengerjaan tugas akhir ini. Selain itu penutup juga memuat saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian.

BAB 2

PROTOKOL IPV6, MEDIA JARINGAN DAN VIDEO STREAMING

2.1 *Internet Protocol* versi 6

Internet Protocol versi 6 atau IPv6 merupakan suatu *protocol TCP/IP* yang merupakan penerus dari IPv4. Proses pengembangan IPv6 didasari karena adanya kesadaran untuk mengatasi ketersediaan alamat pada IPv4 yang terbatas. Dengan jumlah bit sebanyak 128 bit, maka IPv6 dapat menyediakan alokasi alamat hingga 2^{128} atau sekitar 3×10^{38} alamat.

Dengan jumlah bit sebanyak ini maka tipe pengalamatan pada IPv6 tidak menggunakan lagi konsep *class*. Perluasan alamat ini juga memberikan fleksibilitas dalam pengalokasian alamat sehingga tidak perlu lagi melakukan teknik translasi alamat (NAT). Selain itu ada perubahan lain yaitu teknik penulisan alamat yang kini menggunakan format heksadesimal per 16 bit yang dipisahkan dengan tanda titik dua (:).

Dalam IPv6, bit-bit pada tingkat tinggi akan digunakan sebagai tanda pengenal jenis alamat IPv6, yang disebut dengan *format prefix* (FP). Dalam IPv6, tidak ada *subnet mask*, yang ada hanyalah *format prefix*. Konfigurasi alamat dengan menggunakan DHCP *Server* dinamakan dengan *statefull address configuration*, sementara jika konfigurasi alamat IPv6 tanpa DHCP *Server* dinamakan dengan *stateless address configuration*.

IPv6 dirancang dengan skalabilitas tinggi sehingga dapat digunakan untuk jangka waktu yang lama serta mampu mengakomodasi kebutuhan alamat yang semakin besar karena semakin berkembangnya teknologi *internet*. Namun tentu saja ada kendala yang harus dihadapi dalam penerapan IPv6 pada kondisi transisi seperti sekarang ini, sebelum dilakukannya perubahan infrastruktur IPv6 secara keseluruhan.

Dengan *tunneling*, IPv4 maupun IPv6 dapat dioperasikan secara berdampingan dan berkomunikasi satu sama lain sehingga proses penerapan IPv6 dapat tetap terus berjalan beriring dengan tahapan penerapan infrastruktur yang *compatible* dengan IPv6 sepenuhnya.

2.1.1 Format Alamat

Pada IPv6 jumlah bit sebanyak 128-bit dibagi menjadi 8 blok yang berukuran 16-bit. Format blok yang terdiri dari 16-bit ini dapat dikonversikan menjadi bilangan heksadesimal berukuran 4 *digit*. Setiap blok bilangan heksadesimal dipisahkan dengan tanda titik dua atau *colon* (:).

Contoh Format IPv6 :

- Biner 128-bit

```
11111110011110000010001101000100101111100100000110111100110110100100
000101000101000000000000000000000000000000000000000000000000000000
```

- Biner 128-bit setelah diblok

```
1111111001111000 : 0010001101000100 : 1011111001000001:1011110011011010:
0100000101000101 : 0000000000000000 : 0000000000000000:0011101000000000
```

- Biner telah dikonversi ke heksadesimal

```
FE78:2344:BE43:BCDA:0000:0000:0000:003A
```

2.1.2 Penyederhanaan Alamat

Proses penyederhanaan alamat dilakukan untuk memberikan kemudahan dan efektifitas dalam penulisan alamat.

- Alamat asli

```
FE78:2344:BE43:BCDA:0000:0000:0000:003A
```

- Penyederhanaan alamat tahap 1

```
FE78:2344:BE43:BCDA:0:0:0:3A
```

Pada tahap ini terlihat bahwa blok-blok yang terdiri dari 4 (empat) angka 0, diringkas sehingga cukup hanya dituliskan dengan 1 (satu) angka 0 saja.

- Penyederhanaan alamat tahap 2

```
FE78:2344:BE43:BCDA::3A
```

Pada tahap ini terlihat bahwa blok-blok yang memiliki angka 0 telah diwakilkan dengan tanda 2 colon (::), untuk mengetahui berapa banya blok yang diwakilkan maka dapat diketahui dengan cara $8 - (\text{blok yang tertulis}) = 8 - 5 = 3$ blok atau $3 \times 16 \text{ bit} = 48 \text{ bit}$ yang bernilai 0.

2.1.3 Format Prefiks

IPv6 memiliki prefiks yang merupakan bagian dari alamat utuh IPv6, namun prefiks ini tidak diartikan sebagai *subnet*. Prefiks pada IPv6 digunakan untuk menentukan tipe pengalamatan dari alamat IPv6 tersebut.

- Contoh prefiks alamat IPv6 :

3FFE:2900:D005:F28B::/64

Format prefiks ini menunjukkan bahwa 64-bit pertama dari alamat tersebut dianggap sebagai prefiks alamat, sementara 64-bit sisanya dianggap sebagai *interface ID*.

2.1.4 Tipe Alamat

Pada IPv6 tidak dikenal istilah *class*, hanya IPv6 menyediakan 3 jenis pengalamatan yaitu: *Unicast*, *Anycast* dan *Multicast*.

a. Unicast

Alamat *unicast* yaitu alamat yang menunjuk pada sebuah alamat antarmuka atau *host*, digunakan untuk komunikasi secara *point-to-point*, secara langsung antara dua *host* dalam sebuah jaringan. *Unicast* dibagi lagi menjadi:

- *alamat link local* adalah alamat yang digunakan di dalam satu link yaitu jaringan lokal yang saling tersambung dalam satu *level*.
- *alamat site local* setara dengan alamat *privat*, yang dipakai terbatas di dalam satu *site* sehingga terbatas penggunaannya hanya didalam satu *site* sehingga tidak dapat digunakan untuk mengirimkan alamat di luar *site* ini.
- *alamat global* adalah alamat yang dipakai misalnya untuk *Internet Service Provider*.

b. Anycast

Alamat *anycast* adalah alamat yang menunjukkan beberapa *interface* (biasanya *node* yang berbeda). Paket yang dikirimkan ke alamat ini akan dikirimkan ke salah satu alamat *interface* yang paling dekat dengan *router*. Alamat ini digunakan dalam komunikasi *one-to-one-of-many*. Alamat ini juga digunakan hanya sebagai alamat tujuan (*destination address*) dan diberikan hanya kepada *router*, bukan kepada *host-host* biasa.

c. *Multicast*

Multicast adalah alamat yang menunjukkan beberapa *interface* (biasanya untuk *node* yang berbeda). Paket yang dikirimkan ke alamat ini maka akan dikirimkan ke semua *interface* yang ditunjukkan oleh alamat ini. *Multicast* memberikan metode untuk mengirimkan sebuah paket data ke banyak *host* yang berada dalam *group* yang sama. Alamat ini digunakan dalam komunikasi *one-to-many* dan sebagai pengganti fungsi *broadcast* yang ada pada IPv4. [11]

2.1.5 Perbandingan IPv6 dengan IPv4

Sebagai teknologi penerus dari IPv4 tentu saja IPv6 memiliki fitur-fitur yang secara khusus dibuat untuk melakukan penyempunaan dari kekurangan-kekurangan yang dimiliki oleh tipe IPv4. Secara *detail* perbedaan antara IPv4 dan IPv6 dapat dijelaskan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Table 2.1 Perbandingan IPv4 dengan IPv6

Fitur	IPv4	IPv6
Tipe pengalamatan	32-bit	128-bit
IPsec	bersifat pilihan	sebagai <i>setting default</i>
Quality of Service (QoS)	<i>header</i> tidak berisi informasi QoS	terdapat <i>Flow Label Field</i> pada <i>header</i> yang berisi informasi QoS
Fragmentasi paket	ditentukan oleh <i>sending host</i> dan <i>router</i>	hanya dilakukan oleh <i>sending host</i>
Header	mengandung <i>checksum</i> dan <i>options</i>	tidak mengandung <i>checksum</i> dan <i>options</i>
Address Resolution Protocol (ARP)	menggunakan ARP untuk memperoleh informasi <i>MAC address</i>	tidak menggunakan ARP sebagai gantinya digunakan <i>Multicast Neighbor Solicitation</i>
ICMP	menggunakan ICMP <i>Router Discovery</i>	menggunakan ICMPv6 <i>Router Solicitation and Router Advertisement Message</i>
Ukuran paket	hingga 576-byte	hingga 1280-byte

Sumber : Microsoft Corporation

Selain informasi mengenai perbandingan antara IPv4 dengan IPv6, berikut ini juga disampaikan informasi mengenai hal-hal yang ekuivalen di antara tipe pengalamatan IPv4 dan IPv6. Informasi mengenai hal-hal tersebut ditunjukkan pada tabel di bawah ini: [6]

Table 2.2 Ekuivalen IPv4 dengan IPv6

IPv4 Address	IPv6 Address
<i>Class: A, B, C, D, E</i>	Konsep <i>class</i> dihilangkan
IPv4 <i>Multicast Address</i> (224.0.0.0/4)	IPv6 <i>multicast address</i> (FF00::/8)
<i>Broadcast Address</i>	Tidak menggunakan <i>broadcast</i>
<i>Unspecified Address</i> (0.0.0.0)	<i>Unspecified Address</i> (::)
<i>Loopback Address</i> (127.0.0.1)	<i>Loopback Address</i> (::1)
<i>Public IP Address</i>	<i>Global Unicast Address</i>
Alamat IP <i>Private</i> 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, dan 192.168.0.0/16	Alamat <i>site local</i> (FEC0::/10)
Alamat <i>Autoconfigured</i> (169.254.0.0/16)	Alamat <i>link local</i> (FE80::/64)

Sumber : Microsoft Corporation

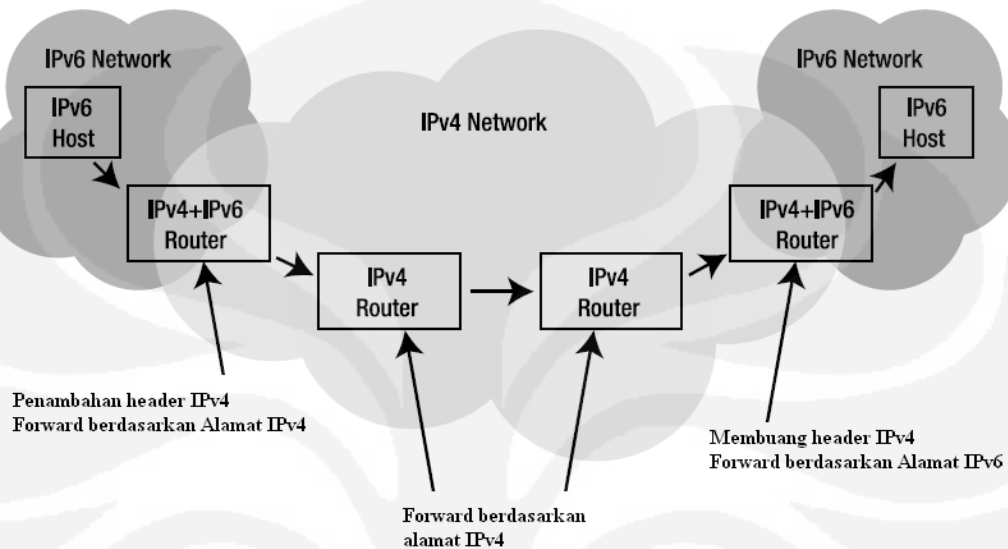
2.2 Mekanisme *Tunneling*

Tunneling secara sederhana didefinisikan sebagai suatu mekanisme dimana satu protokol dienkapsulasikan menjadi suatu bentuk protokol lain yang mampu melakukan perpindahan dalam suatu bagian jaringan dimana protokol asli tidak memiliki kesesuaian pada jaringan tersebut.

Prinsip dasar proses *tunneling* IPv6 pada jaringan IPv6 dapat dilakukan dengan cara menambahkan informasi IPv4 *header* pada paket IPv6. Paket ini kemudian dicek kesesuaian dengan *network*-nya dan jika sesuai maka paket IPv6 diteruskan melalui jaringan IPv4. Pada titik keluar *header* IPv4 akan dibuang dan paket dapat diteruskan melalui *interface* dengan informasi alamat IPv6.

Ada beberapa metode *tunneling* yang dapat digunakan untuk diaplikasikan pada jaringan IPv4, tentu saja tanpa melupakan bahwa teknik *tunneling* ini

merupakan solusi sementara yang dapat digunakan dalam masa transisi atau peralihan dari IPv4 ke IPv6. Teknik *tunneling* tersebut yaitu: *tunneling* manual (*configured tunneling*) dan *tunneling* otomatis (*automatic tunneling*).



Gambar 2.1 Mekanisme *tunneling*

(Sumber : Running IPv6, Iljitsch van Beijnum)

2.2.1 *Tunneling* Manual

Tunneling manual dapat didefinisikan sebagai suatu teknik *tunneling* dimana ujung-ujung *interface tunnel* dikonfigurasi secara eksplisit, baik oleh manusia (administrator jaringan) maupun melalui sebuah layanan otomatis yang disebut *tunnel broker*.

Tunneling manual merupakan suatu teknik *tunneling* yang menggunakan enkapsulasi UDP. Teknik *tunneling* manual dapat dilakukan dengan cara mengatur *dual address* pada tiap-tiap *endpoints router (dual-stack)*. Artinya *router* mampu meneruskan paket baik paket IPv4 maupun paket IPv6.

Tunneling manual mudah untuk diimplementasikan pada suatu jaringan namun keterbatasannya terdapat pada keamanannya. Selain itu pada teknik *tunneling* manual sangat bergantung pada peran administrator untuk mengkonfigurasinya ketika terjadi perubahan topologi jaringan.

2.2.2 Tunneling otomatis

Pada *tunneling* otomatis tiap-tiap *interface tunnel* memperoleh alamat atau prefiks IPv6 berdasarkan format alamat IPv4 yang telah sesuai dengan konfigurasi *network*-nya. Artinya prefiks alamat IPv6 merupakan identitas unik yang dapat diperoleh dengan cara pengintegrasian alamat IPv4 dengan cara perubahan format bilangan dari biner menjadi heksadesimal.

Koneksi *tunneling* terjadi secara efektif karena proses *tunneling* hanya bekerja saat dibutuhkan. Artinya ketika paket-paket dengan alamat IPv6 memerlukan jalur untuk mencapai alamat tujuan melalui jaringan IPv4 maka disaat inilah proses *tunneling* secara otomatis akan berjalan dan berakhir saat tidak dibutuhkan.

Salah satu teknik yang direkomendasikan adalah teknik *tunneling* 6to4. Pada teknik ini tiap-tiap ujung *interface tunnel* ditentukan dengan menggunakan sebuah teknik pengalamatan IPv6 yang disebut *unicast* pada sisi *remote*, dan menambahkan informasi alamat IPv4 dalam alamat-alamat IPv6 pada sisi lokal.

2.2.3 Tunneling 6to4

Tunneling 6to4 merupakan suatu teknik *tunneling* dimana paket IPv6 dienkapsulasikan dalam paket IPv4 dan mengalamatkan paket ini ke dalam bentuk pengalamatan IPv4 dalam suatu alamat tujuan yang menggunakan teknik 6to4. *Tunneling* 6to4 dijadikan suatu standar IETF melalui RFC 3056.

Tunneling 6to4 menggunakan format alamat *global* dengan prefiks 2002:aabb:ccdd::/48. Nilai aabb:ccdd didapatkan dari alamat IPv4. Nilai 2002 menyatakan bahwa teknik *tunneling* yang digunakan adalah 6to4. Format bit dari teknik *tunneling* 6to4 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.2 Format bit *tunneling* 6to4

Nilai IPv4 *address* didapatkan dengan cara sebagai berikut:

IPv4 : 192.168.2.1
 : 11000000.10101000.00000010.00000001
 : [1100 0000 1010 1000] [0000 0010 0000 0001]
 : [C 0 A 8] [0 2 0 1]

Alamat IPv6 *tunneling* 6to4 yang diperoleh yaitu 2002:C0A8:0201:1::1/64. [4]

2.3 Media

WLAN menggunakan standar *protocol Open System Interconnection* (OSI). OSI memiliki tujuh lapisan dimana lapisan pertama adalah lapisan fisik. Lapisan pertama ini mengatur segala hal yang berhubungan dengan media transmisi termasuk di dalamnya spesifikasi besarnya frekuensi, redaman, besarnya tegangan dan daya, *interface*, media penghubung antar-terminal dan lain-lain. Media transmisi data yang digunakan dapat berupa *wireless* maupun *wired*.

2.3.1 Wireless

Local Area Network (LAN) merupakan jaringan yang terbentuk dari gabungan beberapa komputer yang tersambung melalui saluran fisik (kabel *Ethernet/UTP*). Seiring dengan perkembangan teknologi serta kebutuhan untuk akses jaringan bergerak, munculah *Wireless Local Area Network* (*Wireless LAN/WLAN*) dimana hubungan antar terminal atau komputer seperti pengiriman dan penerimaan data dilakukan melalui udara dengan menggunakan teknologi gelombang radio (RF).

Wireless LAN disini dapat didefinisikan sebagai sebuah sistem komunikasi data fleksibel yang dapat digunakan untuk menggantikan atau menambah jaringan LAN yang sudah ada untuk memberikan tambahan fungsi dalam konsep jaringan komputer pada umumnya. Fungsi yang ditawarkan disini dapat berupa konektifitas yang andal sehubungan dengan *mobilitas user*. Dengan *wireless LAN* memungkinkan para pengguna komputer terhubung tanpa kabel (*wirelessly*) ke dalam jaringan.

2.3.1.1 Standarisasi *Wireless*

Berikut ini adalah 4 standar utama dari IEEE untuk *wireless* LAN yang digunakan saat ini.

a. 802.11b

Standarisasi ini merupakan standarisasi yang pertama dikeluarkan untuk dapat dijadikan pedoman bagi produsen-produsen perangkat jaringan. Dengan standarisasi ini maka perangkat *wireless* dapat diproduksi. 802.11b bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dan kecepatan transmisi data hingga 11Mbps.

b. 802.11a

Standarisasi 802.11a juga telah mampu diselesaikan tidak lama setelah penyelesaian standarisasi 802.11b. Dengan kecepatan transfer data hingga 54Mbps, spesifikasi ini mampu mengalahkan kecepatan transfer data 802.11a. Namun ada kendala yang harus terjadi adalah standarisasi 802.11a tidak *compatible* dengan standarisasi 802.11b.

Alasan mengapa menjadi tidak *compatible* adalah sistem yang menggunakan frekuensi 5 GHz, tidak akan dapat berkomunikasi dengan sistem yang menggunakan frekuensi 2,4 GHz.

Dengan adanya permasalahan ini tentu saja standarisasi 802.11a menjadi tidak berkembang. Produsen yang telah memproduksi perangkat *wireless* dengan standarisasi 802.11b, maupun konsumen yang telah terlanjur menggunakan perangkat *wireless* dengan standarisasi 802.11b tidak mungkin untuk membuang atau mengganti begitu saja perangkat *wireless*-nya dengan perangkat *wireless* dengan standarisasi 802.11a dengan alasan pembiayaan yang terlalu besar.

c. 802.11g

Selanjutnya untuk meneruskan kesuksesan dan mengatasi kekurangan dari segi kecepatan transfer data 802.11b maka diselesaikanlah standarisasi 802.11g. Standarisasi 802.11g memiliki kecepatan sama seperti 802.11a yaitu sebesar 54Mbps dengan frekuensi 2.4 GHz. Standarisasi ini juga *compatible* dengan standarisasi 802.11b. Dengan kelebihan ini 802.11g sukses dipasarkan karena dapat difungsikan beriringan dengan standarisasi 802.11b yang telah ada sebelumnya.

d. 802.11n

Perkiraan waktu penyelesaian 802.11n yang akan selesai pada tahun 2009 dapat terlaksana. 802.11n sebagai penerus dari standarisasi yang sudah ada memiliki kecepatan transfer data yang lebih tinggi dari standarisasi yang sudah ada. Kecepatan transfer data dari 802.11n yakni hingga 300Mbps. Dengan dukungan yang *compatible* terhadap standarisasi 802.11b/g menjadikan standarisasi ini mulai banyak digunakan.

Tabel 2.3 Perbandingan Standar *Wireless LAN*

Keterangan	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
<i>Standard Approved</i>	Juli 1999	Juli 1999	Juni 2003	<i>Not yet ratified</i>
<i>Maximum Data Rate</i>	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	600 Mbps
<i>RF Band</i>	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4GHz & 5GHz
Jarak (<i>indoor/outdoor</i>)	30/100 m	35/110 m	35/110 m	70/160 m
<i>Channel Width</i>	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20MHz & 40MHz

Sedangkan bila dilihat dari sisi kompatibilitas dengan standar yang lain, maka dapat dijabarkan seperti tabel berikut: [1] [2]

Tabel 2.4 *Family Standart WiFi (WLAN)*

<i>Family Standart WiFi</i>		
Standar	<i>Band Frekuensi</i>	<i>Compatible with</i>
802.11b	2,4 GHz	b
802.11a	5 GHz	a
802.11g	2,4 GHz	b,g
802.11n	2,4 GHz	b,g,n

2.3.1.2 *Wireless Channel*

Range dan saluran frekuensi mungkin berbeda menurut negara. Di Amerika Serikat, standar 802.11b (2,4 GHz) beroperasi di 11 saluran. Semua kecuali tiga dari saluran-saluran yang ada saling tumpang tindih. Hanya saluran satu, enam, dan sebelas yang tidak tumpang tindih.

Kebanyakan manufaktur mengatur saluran standar mereka ke salah satu saluran yang tidak tumpang tindih. D-Link produk, misalnya, standarnya ke saluran enam. Anda memiliki pilihan untuk memilih saluran WLAN yang beroperasi untuk menghindari gangguan dari perangkat nirkabel lainnya yang beroperasi di rentang frekuensi 2,4 GHz. Contoh ini yaitu 2,4 GHz *cordless phones* dan-10 X produk nirkabel.

Keuntungan terbesar dari 802.11b adalah bahwa teknologi LAN nirkabel yang paling banyak digunakan dan memberikan penetrasi dinding yang baik dan jangkauan *indoor* namun rentan terhadap gangguan *signal* karena banyaknya perangkat yang menggunakan frekuensi 2.4 GHz. Keuntungan dari 802.11a adalah bahwa ia menyediakan kapasitas jaringan yang meningkat dan dengan resiko gangguan *signal* yang lebih kecil karena perangkat yang menggunakan frekuensi 5 GHz sedikit jumlahnya.

Sebaiknya konfigurasi saluran nirkabel tetap pada pengaturan *default* pabrik. Namun, jika harus mengubahnya, untuk kinerja terbaik, lebih baik menggunakan salah satu *channel non-overlapping* lain: Saluran satu, enam, dan sebelas. Selain masalah interferensi, benar-benar tidak ada alasan lain atau keuntungan untuk memilih saluran lain.

2.3.1.3 CSMA/CA

CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*). Teknik ini merupakan suatu teknik untuk mencegah terjadinya tabrakan data. Udara merupakan media bebas yang disana dapat terjadi pengiriman maupun penerimaan data yang dilakukan. Media udara digunakan bersama-sama, pada udara tidak ada pembagian mengenai daerah-daerah yang dapat dimiliki secara khusus perorangan, tidak seperti jika menggunakan kabel yang aksesnya dapat dimiliki secara terbatas untuk perorangan ataupun kelompok.

Jadi dengan kondisi ini tidak mungkin untuk melakukan pedeteksi terjadinya tabrakan data seperti pada jaringan dengan kabel UTP. Untuk itu dilakukan teknik pencegahan terjadinya tabrakan data.

Secara sederhana proses pencegahan tabrakan data dilakukan dengan memperkirakan waktu yang dibutuhkan suatu data untuk dikirimkan. Misalkan saja suatu data memerlukan waktu 3 detik untuk dikirimkan, maka pengirim akan memberikan pesan pada seluruh komputer untuk tidak melakukan pengiriman data selama 3 detik ini.

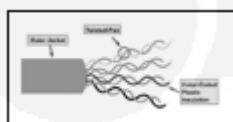
Namun dengan adanya teknik ini terjadi *overhead* yang begitu besar yang membuat kecepatan data menjadi turun hingga 50% dari *bandwidth* yang tersedia. Seperti pada jaringan *wireless* 802.11b dengan kecepatan 11Mbps maka dengan adanya *overhead* ini keceputannya akan turun menjadi 5 – 5.5 Mbps [2].

2.3.2 *Twisted-Pair Cable*

Kabel *twisted-pair* adalah jenis kabel yang digunakan untuk komunikasi telepon dan jaringan *ethernet* yang paling modern. Ketika arus listrik melalui kawat, akan menciptakan medan magnet melingkar kecil di sekitar kawat. Ketika dua kawat dalam sirkuit listrik diletakkan berdekatan, medan magnet mereka berlawanan satu sama lain. Jadi, dua medan magnet saling meniadakan. Mereka juga membatalkan semua medan magnet luar.

2.3.2.1 *Unshielded Twisted Pair (UTP)*

Kabel UTP adalah medium yang terdiri dari pasang-pasang kawat (Gambar 2-3). Kabel UTP digunakan dalam berbagai jaringan. Masing-masing dari delapan kawat tembaga individu dalam kabel UTP ditutupi oleh bahan isolasi. Selain itu, kawat di masing-masing pasangan berlilitan satu sama lain.



Gambar 2.3 *Unshielded Twisted-Pair Cable*

Kabel UTP sering dirangkai dengan menggunakan konektor *Registered Jack 45* (RJ-45) (Gambar 2-4). RJ-45 adalah konektor delapan kabel yang biasa digunakan untuk menghubungkan komputer ke jaringan area lokal (LAN), khususnya *ethernets*.



Gambar 2.4 RJ-45 Konektor

Kabel UTP mudah untuk dibuat dan lebih murah daripada jenis media jaringan lainnya. Bahkan, biaya UTP lebih murah per meter dibandingkan jenis kabel LAN lainnya. Namun, kekurangan juga terdapat dalam penggunaan kabel *twisted-pair*. Kabel UTP lebih rentan terhadap *electrical noise* dan interferensi daripada jenis media jaringan lainnya, dan jarak antara sinyal lebih pendek untuk UTP daripada untuk koaksial dan kabel serat optik. Biasanya jenis pengkabelan UTP yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Kategori 1 - Digunakan untuk komunikasi telepon. Tidak cocok untuk transmisi data.
- Kategori 2 - Mampu mengirimkan data pada kecepatan hingga 4 megabit per detik (Mbps).
- Kategori 3 - Digunakan untuk jaringan *10Base-T*. Dapat mengirimkan data pada kecepatan hingga 10 Mbps.
- Kategori 4 - Digunakan dalam jaringan *Token Ring*. Dapat mengirimkan data pada kecepatan hingga 16 Mbps.
- Kategori 5 - Dapat mengirimkan data pada kecepatan hingga 100 Mbps.
- Kategori 5e - Digunakan dalam jaringan yang berjalan pada kecepatan sampai dengan 1000 Mbps (1 gigabit per detik [Gbps]).
- Kategori 6 - Biasanya, Kategori 6 kabel terdiri dari empat pasang dari 24 *American Wired Gauge* (AWG) kabel tembaga. Kategori 6 kabel saat ini adalah standar tercepat untuk UTP [1][3][7].

Meskipun UTP pernah dianggap lambat pada transmisi data dari jenis kabel lainnya, ini tidak lagi benar. Bahkan, UTP dianggap sebagai medium berbasis tembaga tercepat saat ini. Berikut ini rangkuman fitur dari kabel UTP:

- Kecepatan dan *throughput* - 10 sampai dengan 1000 Mbps
- Biaya rata-rata per *node* – paling tidak mahal
- Media dan konektor – kecil
- Panjang kabel maksimum – 100 m (pendek)

2.3.2.2 CSMA/CD

CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*) merupakan suatu teknik dimana dengan teknik dapat dilakukan pendeteksian terjadinya tabrakan data yang terjadi pada media kabel di suatu jaringan. Proses ini dilakukan dengan konsep pendeteksian perbedaan *signal* yang diterima dengan *signal* yang dikirimkan.

Sebelum komputer mengirimkan data maka komputer ini akan memeriksa besarnya listrik yang mengalir pada media kabel UTP. Besaran listrik yang tidak wajar akan mengindikasikan sedang terjadinya tabrakan data pada kabel di jaringan tersebut.

Ketika tabrakan data terdeteksi maka komputer akan melakukan *back-off algorithm* yang artinya komputer akan melakukan perhitungan waktu *random* sehingga berbeda antara komputer yang satu dengan yang lain. Waktu penyelesaian perhitungan yang berbeda antara komputer inilah yang akan digunakan sebagai referensi mengenai kapan suatu komputer akan mengirim data.

Sama seperti sebelumnya setelah selesai melakukan *back-off algorithm*, suatu komputer akan memeriksa kembali adanya signal yang mengindikasikan terjadinya *collision*, jika tidak terdeteksi adanya *collision* barulah komputer tersebut akan melakukan pengiriman data.

Dengan adanya teknik ini *overhead* yang dihasilkan hingga 30 % dari *bandwidth* yang tersedia. Namun tentu saja besarnya *overhead* juga dipengaruhi oleh jumlah *client*. Dengan jumlah *client* sebanyak 7 *client* *overhead* bisa mencapai 70% – 80 % dari *bandwidth* yang tersedia. [1][2]

2.4 *Video Streaming*

Streaming adalah sebuah teknologi untuk memanipulasi *file video* atau *audio* secara langsung ataupun dengan *pre-recorder* dari sebuah mesin *server* (*web server*). Dengan kata lain, *file video* ataupun *audio* yang terletak dalam sebuah *server* dapat secara langsung dijalankan pada suatu aplikasi sesaat setelah ada permintaan dari *user*, sehingga proses *running* aplikasi yang di-*download* berupa waktu yang lama dapat dihindari tanpa harus melakukan proses penyimpanan terlebih dahulu. Saat *file video* atau *audio* di *stream*, akan berbentuk sebuah *buffer* di komputer *client*, dan data *video-audio* tersebut akan di *download* ke dalam *buffer* yang telah terbentuk pada *client*. Dalam waktu sepersekian detik, *buffer* telah terisi penuh dan secara otomatis *file video-audio* dijalankan oleh sistem. Sistem akan membaca informasi dari *buffer* dan tetap melakukan proses *download file*, sehingga proses *streaming* tetap berlangsung ke mesin.

2.4.1 *Transport Protocol*

Internet dikembangkan untuk menghubungkan berbagai tipe jaringan yang menggunakan teknologi paket *switching* yang berbeda. Protokol *Internet* (IP) memiliki peran dalam proses pengiriman paket pada suatu jaringan untuk semua *host* yang ada di jaringan tersebut. Setelah *network layer* maka akan ditemui *transport layer*, dimana *Transmission Control Protocol* (TCP) dan *User Datagram Protocol* (UDP) adalah protokol yang penting pada layer ini..

TCP menyediakan layanan *byte-stream* yang handal, yang menjamin pengiriman melalui retransmisi dan *acknowledgements*. Pada sisi lain, UDP hanyalah sebuah *user interface* ke IP, dan karena itu tidak bisa diandalkan dan *connectionless*. Layanan tambahan yang disediakan oleh UDP termasuk *checksum* dan *penomoran-port* untuk lalu lintas *demultiplexing* agar dapat dikirim ke tujuan yang sama.

Beberapa perbedaan di antara TCP dan UDP yang mempengaruhi proses aplikasi *video streaming* yaitu:

1. TCP beroperasi pada *stream byte* sedangkan UDP paket *oriented*.
2. TCP menjamin pengiriman melalui retransmisi, tetapi karena retransmisi, *delay*-nya terbatas. UDP tidak menjamin pengiriman, tapi untuk paket-

paket yang dikirim, *delay*-nya lebih bisa diprediksi (yakni *delay* satu-arah) dan lebih kecil.

3. TCP menyediakan *flow control* dan *congestion control*. Sedangkan UDP tidak. Hal ini memberikan fleksibilitas lebih untuk aplikasi untuk menentukan prosedur *flow control* dan *congestion control* yang sesuai.
4. TCP membutuhkan saluran kembali (*back channel*) untuk *acknowledgements*. UDP tidak memerlukan saluran kembali.

Lalu lintas data yang dikirim dengan TCP/IP lebih mengutamakan mengenai jaminan pengiriman, daripada besarnya *delay* atau *jitter delay* yang akan terjadi. Untuk media *streaming*, *delay* yang tak terkendali dari TCP tidak bisa diterima. Untuk itu media data yang dikompres pada proses *video streaming* biasanya dikirim melalui UDP meskipun informasi kontrol biasanya dikirim melalui TCP/IP.

2.4.2 *Session Protocol*

- *Media Pengiriman : RTP dan RTCP*

Real-time Transport Protocol (RTP) dan *Real-time Control Protocol* (RTCP) adalah protokol IETF yang dirancang untuk mendukung media *streaming*. RTP dirancang untuk transfer data dan RTCP untuk mengontrol pesan. Catatan bahwa protokol-protokol ini tidak memungkinkan layanan *real-time*, hanya jaringan yang mendasarinya dapat melakukan hal ini, namun mereka menyediakan fungsionalitas yang mendukung layanan *real-time*. RTP tidak menjamin QoS atau pengiriman terpercaya, tetapi menyediakan dukungan untuk aplikasi dengan kendala waktu dengan menyediakan kerangka kerja standar untuk fungsi-fungsi umum seperti *time stamps*, penomoran urutan, dan spesifikasi *payload*.

RTP memungkinkan pendeteksian paket yang hilang. RTCP memberikan umpan balik QoS dalam hal jumlah paket yang hilang, antar-kedatangan *jitter* dan *delay*. RTCP menentukan periode paket umpan balik, di mana umpan balik menggunakan tidak lebih dari 5% dari total sesi *bandwidth* dan di mana ada setidaknya satu pesan umpan balik setiap 5 detik. Pengirim dapat menggunakan umpan balik untuk menyesuaikan operasinya, umpamanya

beradaptasi dengan *bit rate*-nya. Pendekatan konvensional untuk media *streaming* adalah menggunakan RTP / UDP untuk data media dan RTCP / TCP atau RTCP / UDP untuk kontrol. Seringkali, RTCP dilengkapi oleh mekanisme umpan balik yang lain yang secara eksplisit dirancang untuk menyediakan informasi umpan balik yang diinginkan untuk aplikasi media *streaming* yang spesifik. Fungsi-fungsi lain yang berguna difasilitasi oleh RTCP termasuk sinkronisasi antar-aliran dan pengukuran waktu pulang-pergi (*round-trip time*).

- **Media Kontrol : RTSP**

Media kontrol disediakan oleh salah satu dari dua sesi protokol kontrol: *Real - Time Streaming Protocol* (RTSP) atau *Session Initiation Protocol* (SIP). RTSP umumnya digunakan dalam *video streaming* untuk mendirikan sebuah *session*. RTSP juga mendukung fungsionalitas dasar VCR seperti *play, pause, seek* dan *record*. SIP umumnya digunakan dalam *Voice over IP* (VoIP), dan mirip dengan RTSP, tetapi selain itu dapat mendukung mobilitas pengguna dan jumlah fungsionalitas tambahan.

- **Media Deskripsi dan Announcement : SDP**

Session Description Protocol (SDP) menyediakan informasi yang menjelaskan sebuah *session*, misalnya apakah itu *video* atau *audio*, *codec* tertentu, *bit rate*, durasi, dan lain-lain. SDP adalah format pertukaran umum yang digunakan oleh RTSP untuk tujuan deskripsi konten, SDP juga digunakan dengan *Session Announcement Protocol* (SAP) untuk mengumumkan ketersediaan program-program *multicast*. [5][8]

2.4.3 Parameter Aplikasi Video Streaming

- **Bit rate**

Bit rate merupakan satuan besaran dari kecepatan transmisi data yang terjadi pada suatu jaringan. *Bit rate* merepresentasikan jumlah informasi yang dikirimkan, disimpan atau diterima oleh suatu perangkat dalam jaringan per satuan waktu. Oleh karena itu *bit rate* memiliki satuan dalam *kilobyte per second* (kb/s). Besarnya *bit rate* bergantung pada frekuensi sampel, tipe *encoding*, serta besar *bandwidth* yang tersedia [10].

- **Frame rate**

Frame rate merupakan laju *frames* atau *images* yang bias dihasilkan atau ditampilkan dalam satu detik. *Frame rate* digunakan untuk melakukan sinkronisasi antara output dari *video* dan *audio* yang berasal dari suatu *file* yang sama [9].

2.4.4 Parameter Performansi *Video Streaming*

Suatu jaringan dapat disebut ideal apabila mampu mengirimkan informasi apapun, tidak terbatas jumlah dan ukuran, serta tanpa menimbulkan *delay* ataupun *loss*. Akan tetapi dalam prakteknya akan sangat sulit untuk menciptakan jaringan dengan karakteristik seperti itu, karena *bit error*, *bit loss*, *delay*, *latency*, dan terbatasnya *bandwidth* merupakan hal-hal yang bersifat temporal. Faktor performansi dari sistem *video streaming* dalam hubungannya dengan jaringan dapat dijelaskan sebagai berikut :

- **Throughput**

Kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya *throughput* selalu dikaitkan dengan *bandwidth*. Karena *throughput* memang bisa disebut juga dengan *bandwidth* dalam kondisi yang sebenarnya. *Bandwidth* lebih bersifat fix Sementara *throughput* sifatnya adalah dinamis tergantung trafik yang sedang terjadi.

- **Latency**

didefinisikan sebagai penundaan yang mengakibatkan keterlambatan paket datang ke penerima atau disebut juga *end-to-end delay*. *Latency* merupakan besaran waktu yang dibutuhkan untuk membawa informasi berjalan melalui suatu jaringan. Pada komunikasi multimedia *latency* dapat diatasi dengan melakukan *buffer* pada sisi penerima.

- **Delay**

Secara umum *delay* berupa selisih waktu yang terjadi dikarenakan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Hal ini disebabkan di sisi *client* sistem masih melakukan proses *decoding* dan menampilkan *video* tersebut. Delay pada *video streaming* dapat hingga 5 – 15 detik. [5]

- **Packet loss**

Packet loss yaitu hilangnya paket dalam jaringan. Paket *lost* dapat disebabkan oleh sejumlah factor mencakup penurunan signal dalam media jaringan, melebihi batas saturasi jaringan, paket yang *corrupt* yang menolak untuk transit, kesalahan *hardware* jaringan, faktor antrian (*queue*) yang melebihi batas waktu yang ditentukan dan atau ukuran paket yang terlalu besar sehingga tidak mungkin ditransmisikan dalam jaringan yang kecepatannya rendah. [8][12]

BAB 3

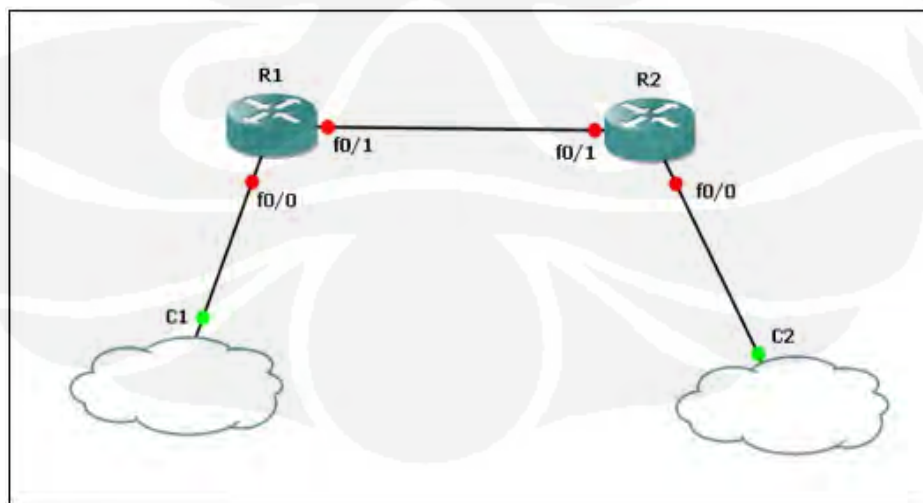
PERANCANGAN TOPOLOGI JARINGAN

3.1 Perancangan Topologi Jaringan

Pada perancangan topologi jaringan *test-bed* terdiri dari 3 tipe jaringan yang diklasifikasikan menurut teknik konfigurasi pengalamatannya, yaitu jaringan IPv4, jaringan IPv6, dan jaringan IPv6 *tunneling* 6to4.

Lalu dari 3 tipe jaringan ini akan dibagi lagi masing-masing menjadi 2 tipe jaringan menurut media yang digunakannya, yaitu jaringan dengan media *wireless* dan jaringan dengan media *wired*. Dari perbedaan media ini akan dilakukan pengamatan mengenai kualitas *video streaming* dari masing-masing tipe jaringan dan memperoleh informasi mengenai kelebihan dan kekurangan dari jaringan tersebut.

Sebagai perangkat pendukung utama dalam *test-bed* akan digunakan PC yang akan bertindak sebagai *router*. Alasan penggunaan PC *router* adalah sebagai solusi dari permasalahan keterbatasan *router* yang tidak dimiliki. Dalam implementasinya, PC yang difungsikan sebagai *router* menggunakan aplikasi GNS3 untuk melakukan emulasi terhadap PC sehingga IOS dapat berjalan dalam sistem PC tersebut. Gambar *cloud* pada topologi merupakan fitur koneksi *interface* yang disediakan aplikasi GNS3.



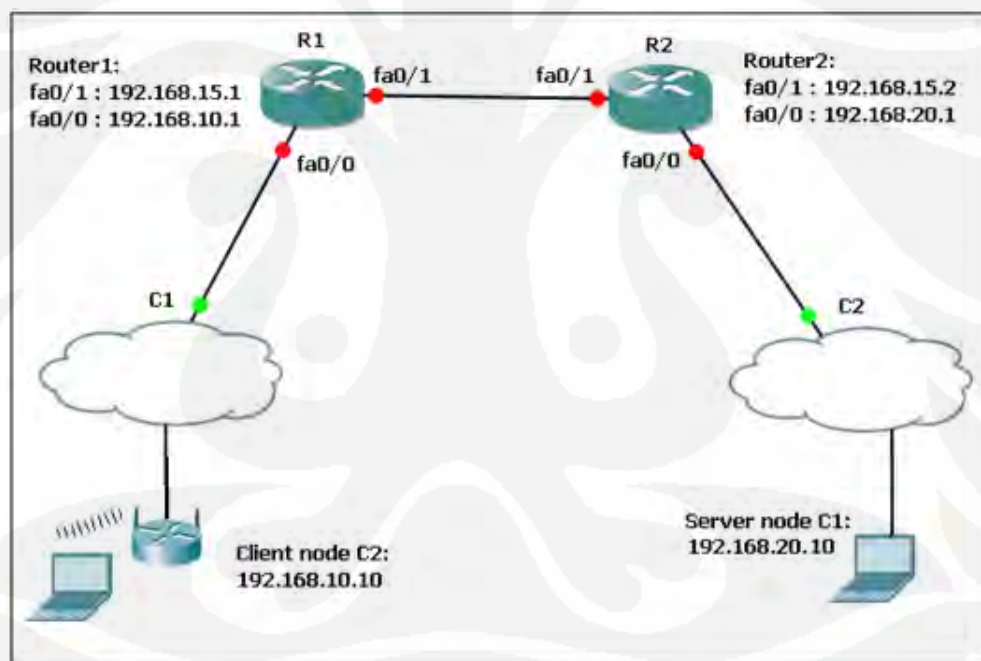
Gambar 3.1 Topologi umum jaringan *test-bed* pada GNS3

Skenario proses *video streaming* yang diterapkan pada tiap topologi jaringan terbagi menjadi 2 media, yaitu media *wireless* dan media *wired*. Data yang akan diperoleh merupakan analisa *test-bed video streaming* antara jaringan *wireless* dan jaringan *wired*. Sebagai penunjang proses *video streaming* maka digunakan aplikasi VLC (*Video LAN Client*) yang diterapkan pada sisi *client* maupun *server*.

3.2 Konfigurasi Jaringan *Wireless*

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai perancangan topologi jaringan *wireless* untuk *test-bed*. Topologi jaringan terdiri dari jaringan IPv4 *wireless*, jaringan IPv6 *wireless*, dan jaringan IPv6 *tunnel 6to4 wireless*.

3.2.1 Konfigurasi IPv4 *Wireless*

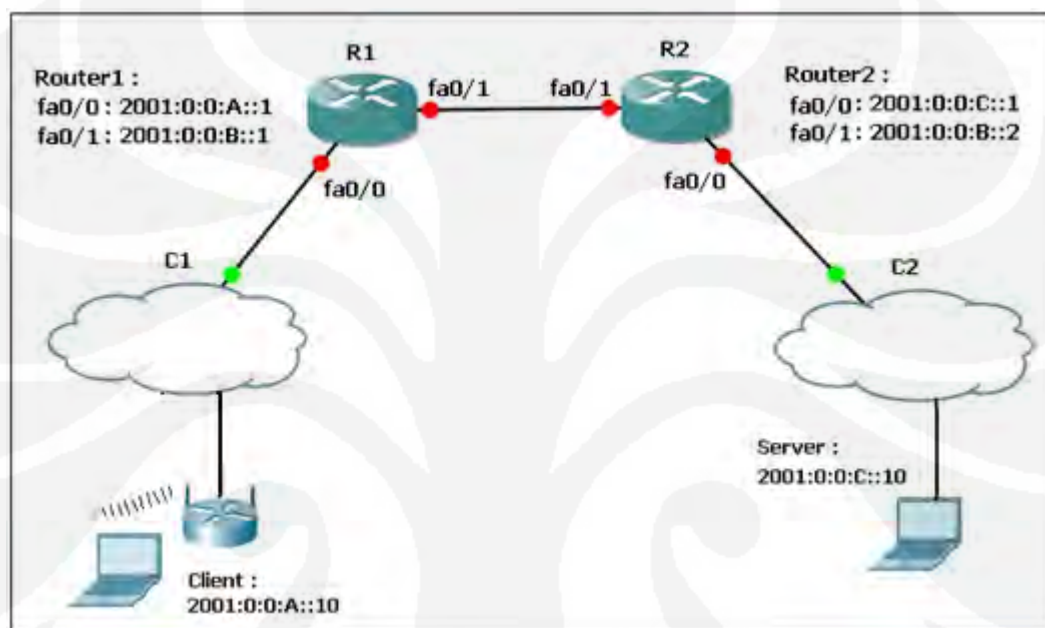


Gambar 3.2 Topologi jaringan *test-bed* IPv4 GNS3

Pada Gambar 3.2 diatas merupakan gambaran topologi jaringan *test-bed* IPv4. Pada *node C2* merupakan *port ethernet2* pada PC *router* yang nantinya akan dihubungkan ke *port ethernet laptop-server*. Sementara pada *node C1* merupakan *port ethernet1* pada PC-*router* yang nantinya akan dihubungkan ke *port ethernet AP (Access Point)*.

Topologi jaringan IPv4 *wireless* ini menggunakan *protocol routing* RIP versi 2, sehingga dapat memberikan fitur *classless routing*. Topologi jaringan IPv4 *wireless* merupakan percobaan pertama yang akan dilakukan untuk memeriksa kemampuan aplikasi GNS3 untuk melakukan emulasi sehingga mampu memfungsikan PC menjadi sebuah *router*.

3.2.2 Konfigurasi IPv6 *Wireless*

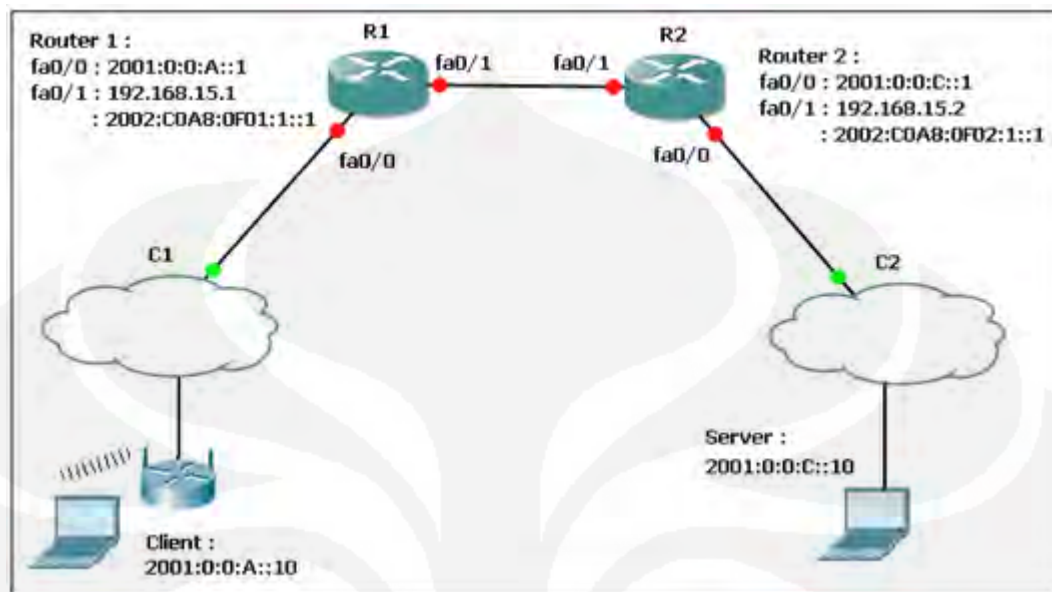


Gambar 3.3 Topologi jaringan *test-bed* IPv6 GNS3

Pada Gambar 3.3 diatas merupakan gambaran topologi jaringan *test-bed* IPv4. Pada *node C2* merupakan *port ethernet2* pada PC-router yang nantinya akan dihubungkan ke *port ethernet laptop-server*. Sementara pada *node C1* merupakan *port ethernet1* pada PC-router yang nantinya akan dihubungkan ke *port ethernet AP (Access Point)*.

Berbeda dari jaringan yang sebelumnya, pada jaringan ini tipe pengalamatan yang digunakan adalah alamat IPv6. Topologi jaringan IPv6 *wireless* ini menggunakan *protocol routing* RIPng, sehingga mampu melakukan *routing* dengan tipe pengalamatan IPv6. *Access Point* tidak menemui kendala untuk meneruskan data yang dikirim dari *server* ke *client* maupun sebaliknya sehingga dapat disimpulkan bahwa format pengalamatan IPv6 tidak berpengaruh pada kinerja *Access Point*.

3.2.3 Konfigurasi IPv6 *Tunnel 6to4 Wireless*



Gambar 3.4 Topologi jaringan *test-bed* IPv6 *tunnel 6to4* GNS3

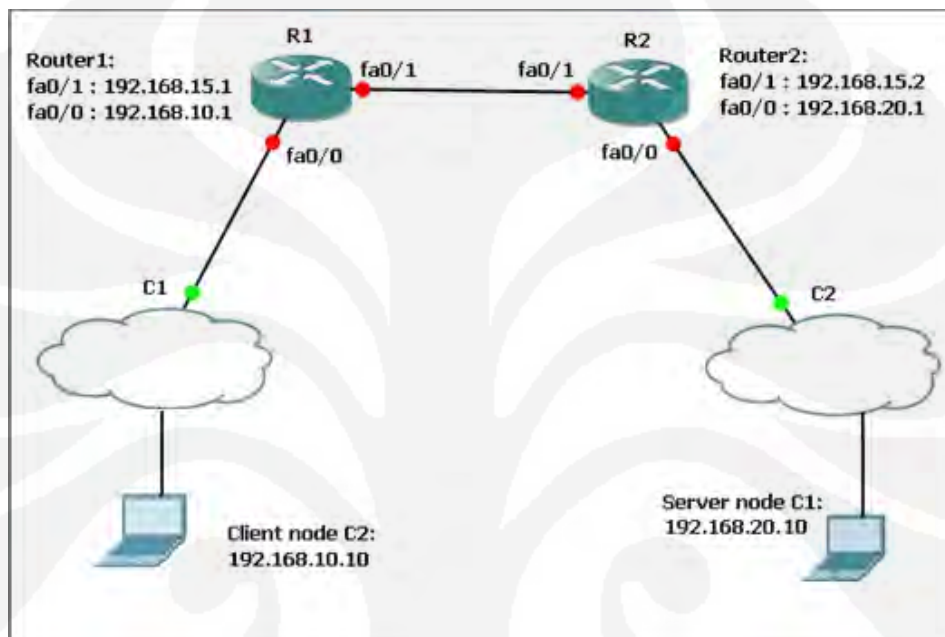
Pada Gambar 3.4 diatas merupakan gambaran topologi jaringan *test-bed* IPv4. Pada *node C2* merupakan *port ethernet2* pada *PC-router* yang nantinya akan dihubungkan ke *port ethernet laptop-server*. Sementara pada *node C1* merupakan *port ethernet1* pada *PC-router* yang nantinya akan dihubungkan ke *port ethernet AP (Access Point)*.

Pada jaringan ini terdapat perbedaan konfigurasi *router* maupun pengaturan alamat IP pada sisi *client* dan *server*. *Client* dan *server* akan diberikan alamat IPv6, sedangkan *Router R1* dan *R2* akan dikonfigurasi dengan teknik *tunneling 6to4*. Proses pengkonfigurasian alamat 6to4 yang diperoleh dari alamat IPv4 telah dijelaskan pada bab sebelumnya pada bagian *tunneling*. Pada bagian *routing protocol* di tiap-tiap *router* akan diimplementasikan 2 tipe *routing protocol* yaitu RIP versi 2 dan RIPng. Alasan digunakannya 2 tipe *routing* tersebut adalah karena pada jaringan ini harus mampu melakukan *routing* terhadap tipe pengalamatan IPv4 dan tipe pengalamatan IPv6.

3.3 Konfigurasi Jaringan *Wired*

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai perancangan topologi jaringan yang menggunakan *wired* untuk *test-bed*. Topologi jaringan terdiri dari jaringan IPv4 *wired*, jaringan IPv6 *wired*, dan jaringan IPv6 *tunnel* 6to4 *wired*.

3.3.1 Konfigurasi IPv4 *Wired*

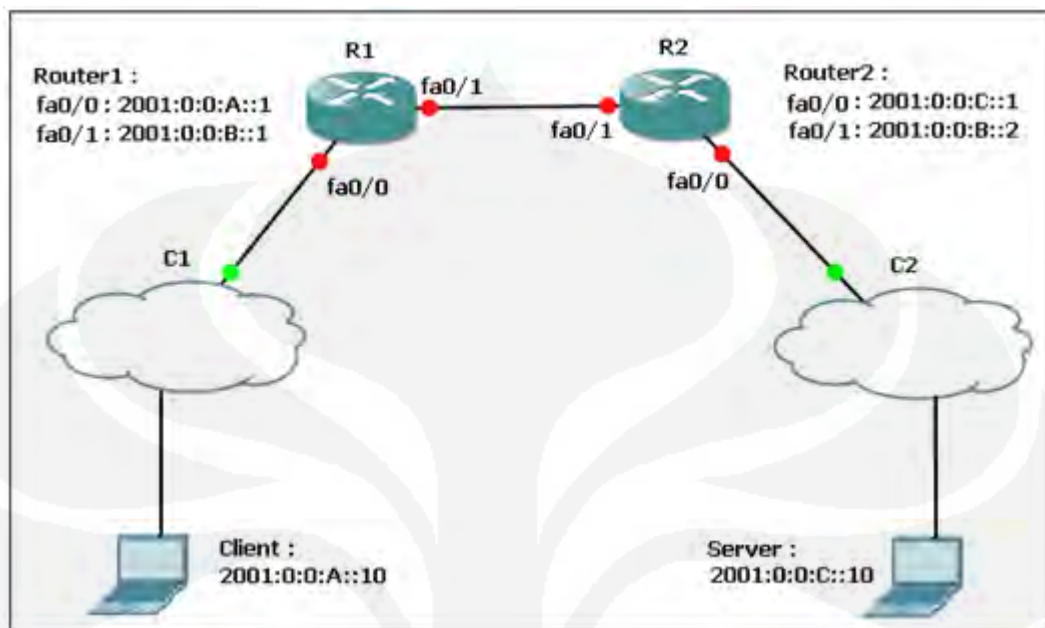


Gambar 3.5 Topologi jaringan *test-bed* IPv4 *wired* GNS3

Pada Gambar 3.5 diatas merupakan gambaran topologi jaringan *test-bed* IPv4. Pada *node* C1 merupakan *ethernet1* pada PC-router yang nantinya akan dihubungkan ke *ethernet laptop-client*. Sementara pada *node* C2 merupakan *ethernet2* pada PC-router yang nantinya akan dihubungkan ke *ethernet laptop-server*.

Tidak jauh berbeda dengan tipe jaringan yang menggunakan media *wireless*, pada tipe jaringan dengan media *wired* ini *ethernet laptop-router* akan langsung dihubungkan ke *ethernet laptop-server*. Dengan tipe jaringan seperti ini langsung dapat terlihat kendala yang dihadapi adalah keterbatasan *mobilitas client* karena ruang geraknya terbatas oleh panjang kabel *ethernet* yang digunakan.

3.3.2 Konfigurasi IPv6 *Wired*

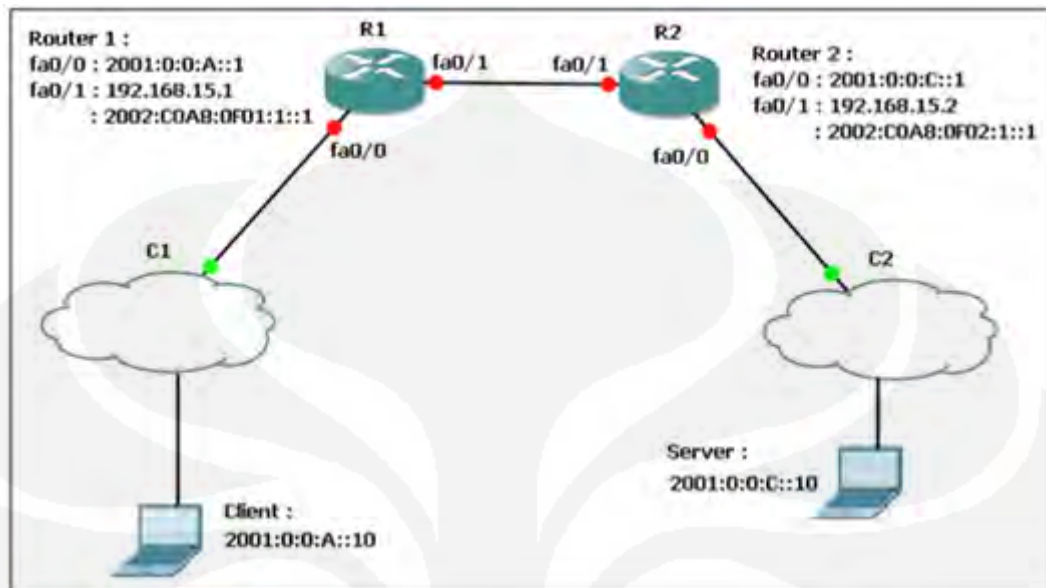


Gambar 3.6 Topologi jaringan *test-bed* IPv6 *wired* GNS3

Pada Gambar 3.6 diatas merupakan gambaran topologi jaringan *test-bed* IPv4. Pada *node* C1 merupakan *ethernet1* pada PC-router yang nantinya akan dihubungkan ke *ethernet laptop-client*. Sementara pada *node* C2 merupakan *ethernet2* pada PC-router yang nantinya akan dihubungkan ke *ethernet laptop-server*.

Pada jaringan ini tipe pengalamatan yang digunakan adalah alamat IPv6. Topologi jaringan IPv6 *wired* ini menggunakan *protocol routing* RIPng, sehingga mampu melakukan *routing* dengan tipe pengalamatan IPv6. Alasan penggunaan tipe *routing* yang sama adalah agar analisa yang dilakukan seimbang, karena proses yang diamati adalah menitikberatkan pada perbandingan kualitas antara media *wired* dan *wireless*.

3.3.3 Konfigurasi IPv6 *tunneling* 6to4 wired



Gambar 3.7 Topologi jaringan *test-bed* IPv6 *tunnel* 6to4 wired GNS3

Pada Gambar 3.7 diatas merupakan gambaran topologi jaringan *test-bed* IPv4. Pada *node* C1 merupakan *ethernet1* pada PC-router yang nantinya akan dihubungkan ke *ethernet laptop-client*. Sementara pada *node* C2 merupakan *ethernet2* pada PC-router yang nantinya akan dihubungkan ke *ethernet laptop-server*.

Secara umum konfigurasi pada jaringan ini sama dengan konfigurasi pada jaringan *test-bed* IPv6 *tunnel* 6to4 *wireless*. Perbedaan yang terjadi hanya pada koneksi *ethernet router* R2, karena pada *ethernet router* R2 langsung dihubungkan ke *ethernet laptop-server*. Pada bagian pengalamatan, *client* dan *server* akan diberikan alamat IPv6, sedangkan *router* R1 dan R2 akan dikonfigurasi dengan teknik *tunneling* 6to4. Alamat *tunneling* 6to4 yang digunakan sama dengan sebelumnya karena berasal dari sumber alamat IPv4 yang sama pula. Pada bagian *routing protocol* di tiap-tiap *router* akan dimplementasikan 2 tipe *routing protocol* yaitu RIP versi 2 dan RIPng. Alasan digunakannya 2 tipe *routing* tersebut adalah karena pada jaringan ini harus mampu melukan *routing* terhadap tipe pengalamatan IPv4 dan tipe pengalamatan IPv6.

3.4 Aplikasi dan Perangkat Penunjang

Untuk menunjang pengerjaan penelitian ini diperlukan aplikasi dan perangkat yang mampu menunjang proses penelitian untuk memperoleh data dan informasi yang diperlukan dalam proses analisa. Aplikasi penunjang tersebut secara khusus akan digunakan untuk pengamatan mengenai performa *video streaming* dari tiap topologi jaringan yang akan dibuat. Untuk perangkat-perangkat yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. *Server (PC)*

- Sistem operasi Windows XP SP2
- Intel DualCore CPU 2.10 GHz
- 2 GByte RAM
- Ethernet 10/100 Mbps

2. *Client (laptop HP Compaq 510)*

- Sistem operasi Windows XP SP2
- Intel Core 2 Duo CPU 2.00 GHz
- 2 GByte RAM
- Ethernet 10/100 Mbps

3. *Router (PC)*

- Sistem operasi Windows XP SP2
- Intel Dual Core CPU 2.00 GHz
- 3 GByte RAM
- IOS C3725 versi 12.4.(15)T5
- Ethernet 10/100 Mbps

4. *PCI LAN Card*

- Supports 10/100 Mbps
- Integrated Fast Ethernet MAC

5. *Wireless router (BLR33N)*

- Supports 802.11b/g/n standars
- Kecepatan hingga 300Mbps
- Maximum 100m indoor dan 300m outdoor

6. 2 Buah kabel Ethernet

Selain perangkat-perangkat penunjang yang berupa perangkat keras, diperlukan juga aplikasi (perangkat lunak) yang diperlukan untuk mendukung proses penelitian antara lain:

1. VLC (*Video LAN Client*), merupakan aplikasi penunjang yang digunakan untuk proses *streaming* dari *file-file audio* dan *video*. Aplikasi ini akan ditempatkan baik pada *client* maupun *server*
2. GNS3, merupakan aplikasi emulator yang membuat suatu PC dapat bertidak menjadi sebuah *router*. Aplikasi ini khusus ditempatkan pada PC yang akan digunakan sebagai *router*.
3. *Wireshark*, merupakan aplikasi yang digunakan untuk meng-*capture* dan menganalisa trafik yang terjadi pada suatu *interface*. Aplikasi ditempatkan pada sisi *client* maupun *server* untuk mengetahui keberhasilan dari kinerja jaringan yang dibuat.

3.5 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data akan dilakukan dengan pengiriman *file streaming* yang difasilitasi melalui aplikasi VLC pada sisi *server* dan proses penerimaan *file streaming* pada sisi *client* juga dengan menggunakan aplikasi VLC. Untuk proses pengambilan data ini akan disiapkan *file video-audio* yang memiliki ukuran, format, dan durasi bervariasi. Proses ini akan dilakukan untuk setiap topologi jaringan yang akan dibuat.

Hal-hal yang akan diamati adalah bagaimana kualitas *streaming* yang terjadi sesuai dengan perubahan pengaturan *bit rate* pada VLC. Disamping itu *latency* yang terjadi antara waktu pengiriman *video streaming* oleh *server* dan waktu penerimaan *video streaming* tersebut di sisi *client* juga akan diamati.

Proses *video streaming* akan dilakukan dengan menggunakan *file* yang terdiri dari format berbeda yaitu mp4 dengan ukuran *file* 3.54 MB dan avi dengan ukuran 2.93 MB. Kedua *file* ini dihasilkan dari 1 *file video* yang telah dilakukan *editing* dengan aplikasi *FormatFactory* menurut durasi yaitu 30 detik dan format *file* yang diinginkan yaitu avi dan mp4.

Setiap *file* yang akan diuji coba menggunakan aplikasi VLC akan dienkapsulasikan sesuai fitur enkapsulasi yang tersedia pada aplikasi VLC yaitu dengan metode MPEG TS (*Moving Picture Experts Group Transport Stream*). Tujuan enkapsulasi ini adalah untuk melakukan *multiplexing* pada variabel-variabel *video* dan *audio* agar *output* menjadi sinkron.

Proses pengambilan data akan dilakukan dengan menggunakan aplikasi *wireshark*. Dengan aplikasi tersebut akan dapat diketahui nilai performansi dari proses *streaming* berupa informasi *throughput*, *delay* dan *packet loss*.

Berikut ini tabel rangkuman untuk metode pengambilan data yang akan dilakukan.

Table 3.1 Metode pengambilan data

Format <i>file video</i>	avi	mp4
Ukuran <i>file video</i>	2.93 MB	3.54 MB
Durasi <i>file video</i>	30 detik	30 detik
Variasi <i>video/audio bit rate</i> VLC (kbps)	1024/192 512/128 256/54	1024/192 512/128 256/54
Media jaringan	<i>wired</i> <i>wireless</i>	<i>wired</i> <i>wireless</i>
Performansi	<i>throughput</i> <i>delay</i> <i>packet loss</i>	<i>throughput</i> <i>delay</i> <i>packet loss</i>
Tipe Jaringan	IPv4 IPv6 <i>Tunneling 6to4</i>	IPv4 IPv6 <i>Tunneling 6to4</i>

BAB 4

ANALISA

4.1 Pengambilan Data

Proses pengambilan data mengenai performansi *video streaming* pada tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi VLC yang diujikan pada tiga konfigurasi jaringan yang berbeda, yaitu jaringan IPv4, jaringan IPv6 dan jaringan IPv6 *Tunneling* 6to4. Dari tiga tipe jaringan tersebut akan dibagi lagi menjadi dua berdasarkan media yang digunakannya, yaitu jaringan *wired* dan *wireless*. Pengamatan data selama proses *streaming* dilakukan dengan menggunakan aplikasi *wireshark*, dimana untuk mengambil data *delay* dan *packet loss* dapat dilakukan dengan memanfaatkan fitur-fitur yang ada pada *wireshark*.

Pada aplikasi VLC, enkapsulasi yang digunakan untuk proses *streaming* menggunakan MPEG TS (*Moving Picture Experts Group Transport Stream*) yang merupakan *default setting* pada aplikasi VLC tersebut. *File* yang digunakan pada proses *streaming* memiliki durasi 30 detik, dengan format *file* yang terdiri dari format mp4 dan avi. *Video streaming* dilakukan dengan pengaturan *video codec* menggunakan mp4v dan *audio codec* menggunakan mpga serta pengaturan *bit rate* yang bervariasi untuk *video* dan *audio*, yaitu

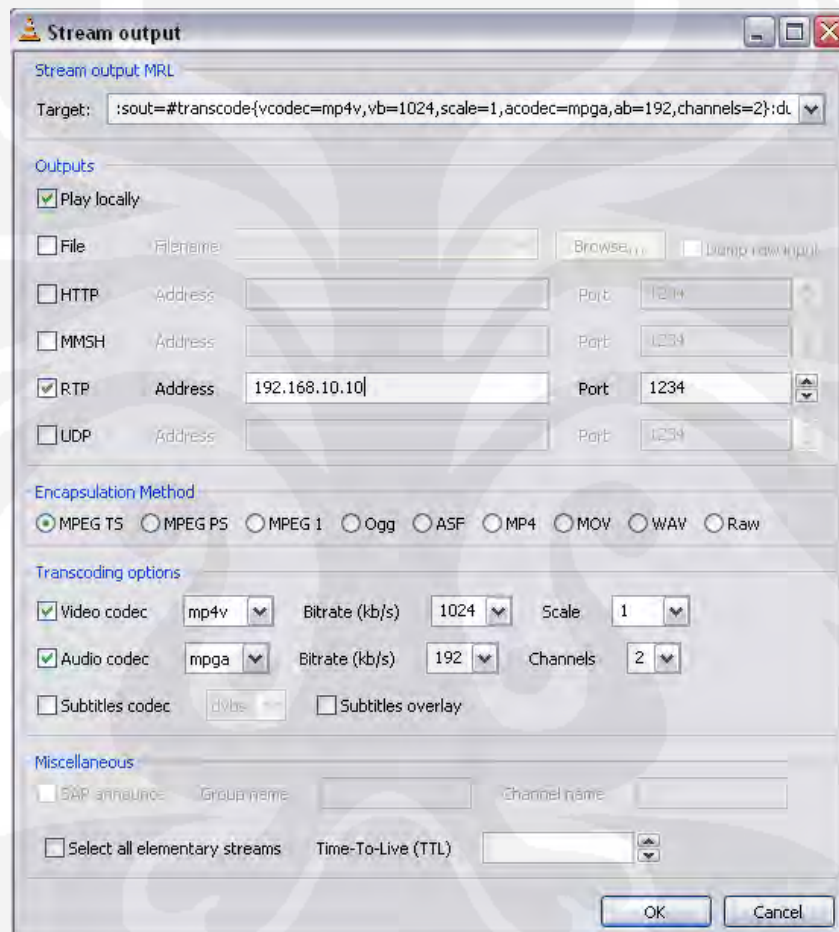
1. *Bit rate video* 1024 kbps dan *audio* 192 kbps
2. *Bit rate video* 512 kbps dan *audio* 128 kbps
3. *Bit rate video* 256 kbps dan *audio* 64 kbps

Proses pengujian dilakukan sebanyak 10x untuk setiap tipe topologi jaringan yang telah ditentukan. Selama proses pengujian karena keterbatasan topologi jaringan yang dibangun bersifat jaringan lokal maka dilakukan perintah ping dengan ukuran *file* 65000 *byte* yang dilakukan secara *continue* baik pada sisi *server* maupun *client*. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan gangguan trafik pada saat proses *streaming* berlangsung, sehingga diharapkan dapat mewakili kondisi jaringan yang sesungguhnya.

4.2 Dokumentasi Proses Pengambilan Data

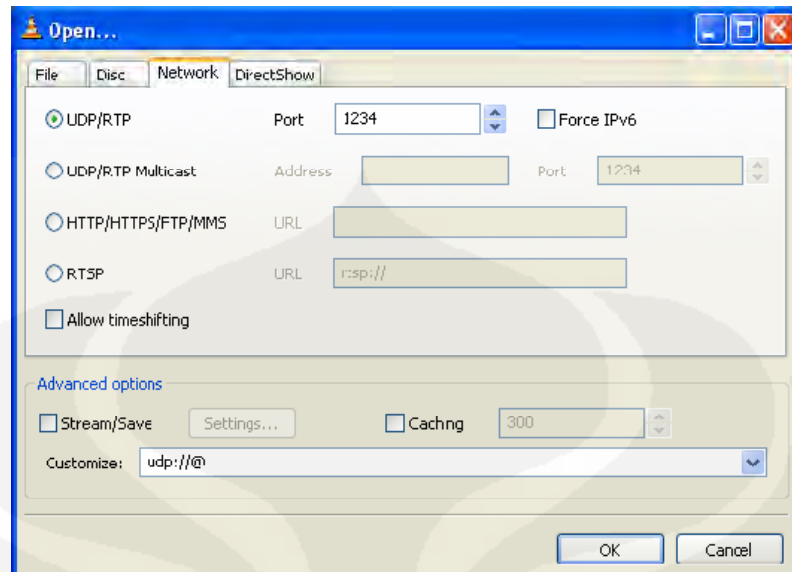
4.2.1 Jaringan IPv4 *Wired* dan *Wireless*

Proses *streaming* pada konfigurasi jaringan IPv4 menggunakan protokol RTP dengan port 1234. Secara umum konfigurasi yang dilakukan pada VLC pada media *wired* dan *wireless* tidak terdapat perbedaan. Contoh pengaturan *server* pada VLC ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut ini



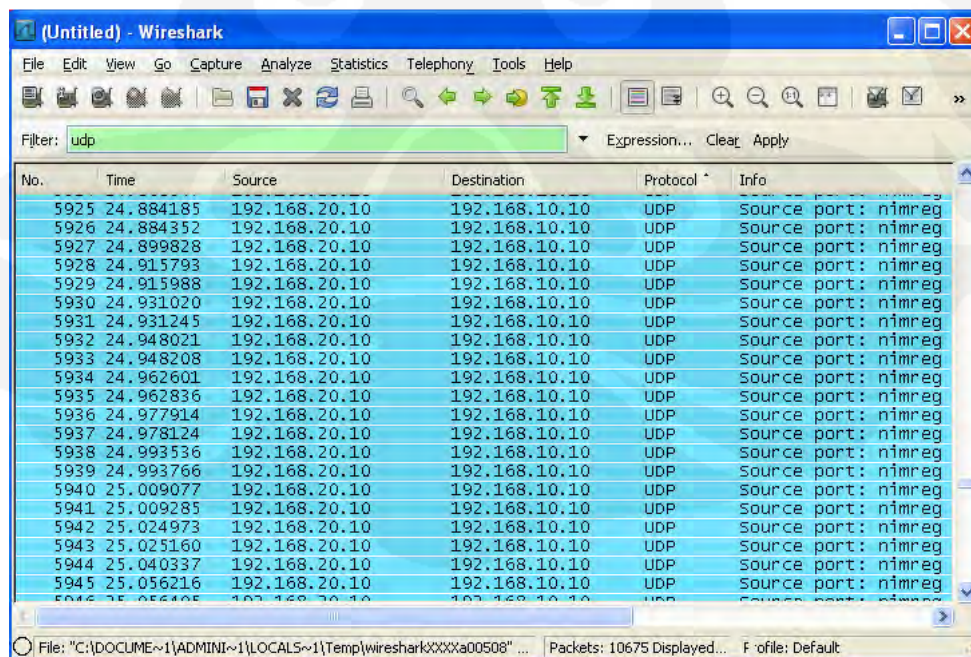
Gambar 4.1 Konfigurasi VLC di sisi *server*

Pada gambar 4.1 diatas merupakan visualisasi dari konfigurasi yang dilakukan pada aplikasi VLC di sisi *server*. Alamat 192.168.10.10 merupakan alamat *client* yang dituju, sementara untuk konfigurasi *bit rate* diatur pada nilai 1024 kbps untuk *video codec* dan 192 kbps untuk *audio codec*.



Gambar 4.2 Konfigurasi VLC di sisi *client*

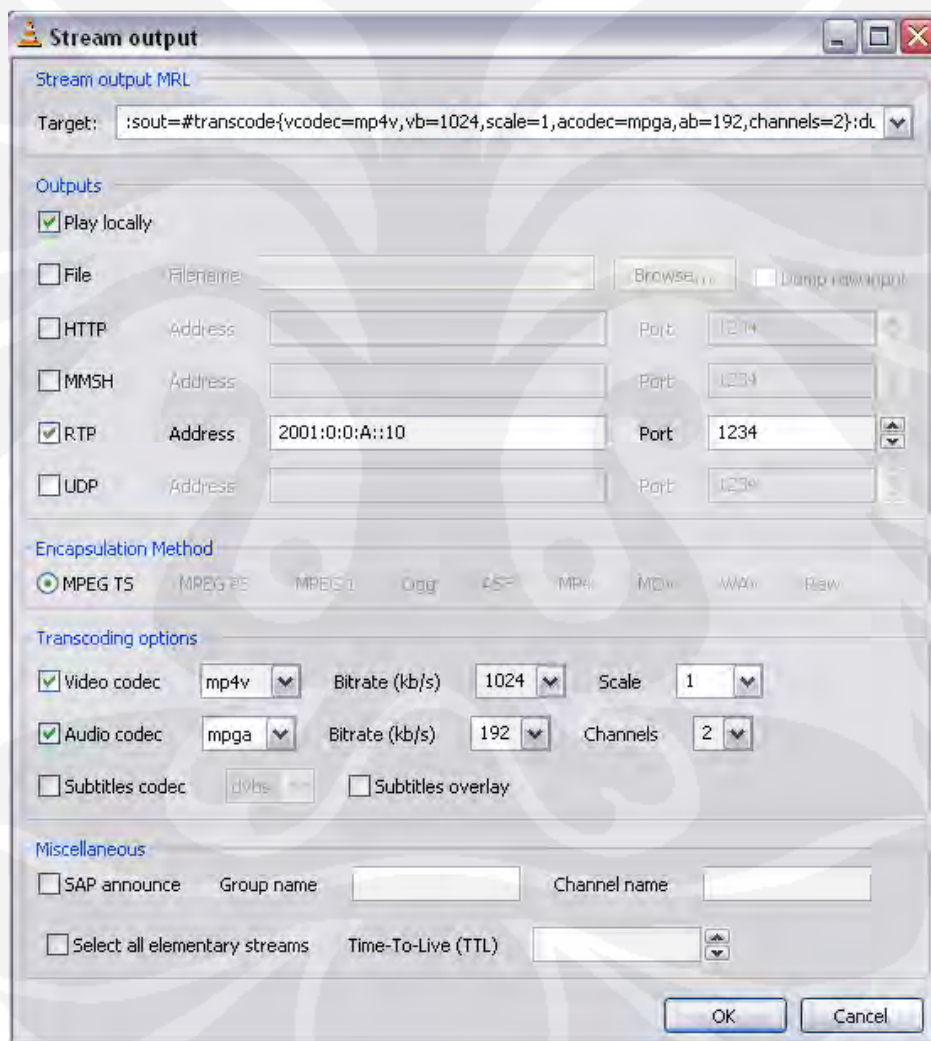
Pada gambar 4.2 diatas merupakan visualisasi dari konfigurasi yang dilakukan pada aplikasi VLC di sisi *client*. Konfigurasi dilakukan dengan memilih *protocol* UDP/RTP sehingga *client* akan siap menerima *streaming* dari *server* secara otomatis. Sedangkan pada gambar 4.3 merupakan visualisasi dari proses *packet sniffing* yang dilakukan pada jaringan IPv4 dengan menggunakan aplikasi *wireshark*.



Gambar 4.3 Hasil *Packet Sniffing* IPv4 pada *Wireshark*

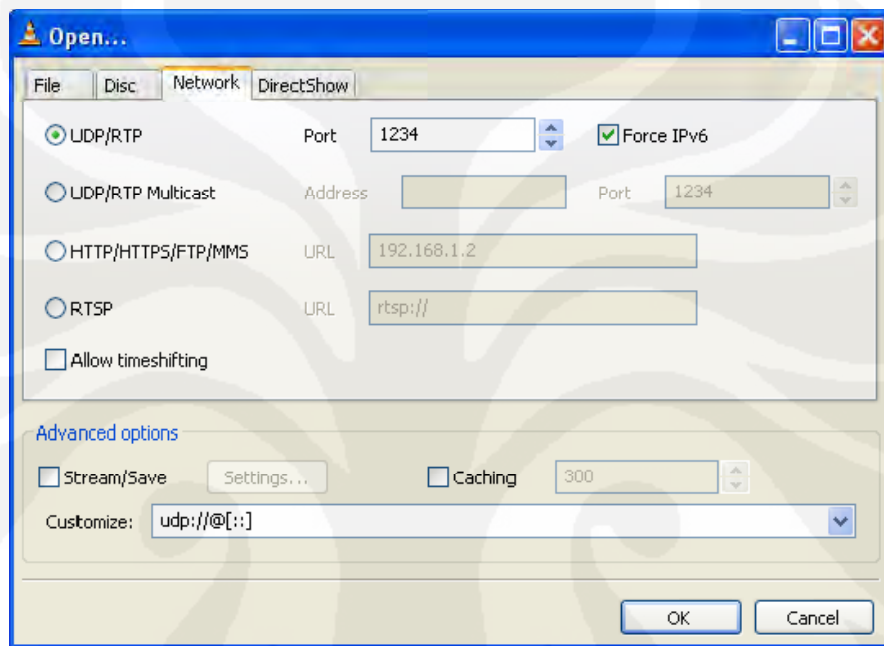
4.2.2 Jaringan IPv6/6to4 *Wired* dan *Wireless*

Proses *streaming* pada konfigurasi jaringan IPv6 dan 6to4 menggunakan protokol RTP dengan port 1234. Penjelasan mengenai konfigurasi aplikasi VLC pada topologi jaringan IPv6 dan 6to4 dijelaskan secara bersamaan untuk efisiensi karena tidak terdapat perbedaan konfigurasi aplikasi VLC pada kedua jaringan tersebut. Secara umum konfigurasi yang dilakukan pada VLC pada media *wired* dan *wireless* untuk jaringan IPv6 dan 6to4 juga tidak terdapat perbedaan. Contoh pengaturan *server* pada VLC ditunjukkan pada Gambar 4.4 berikut ini



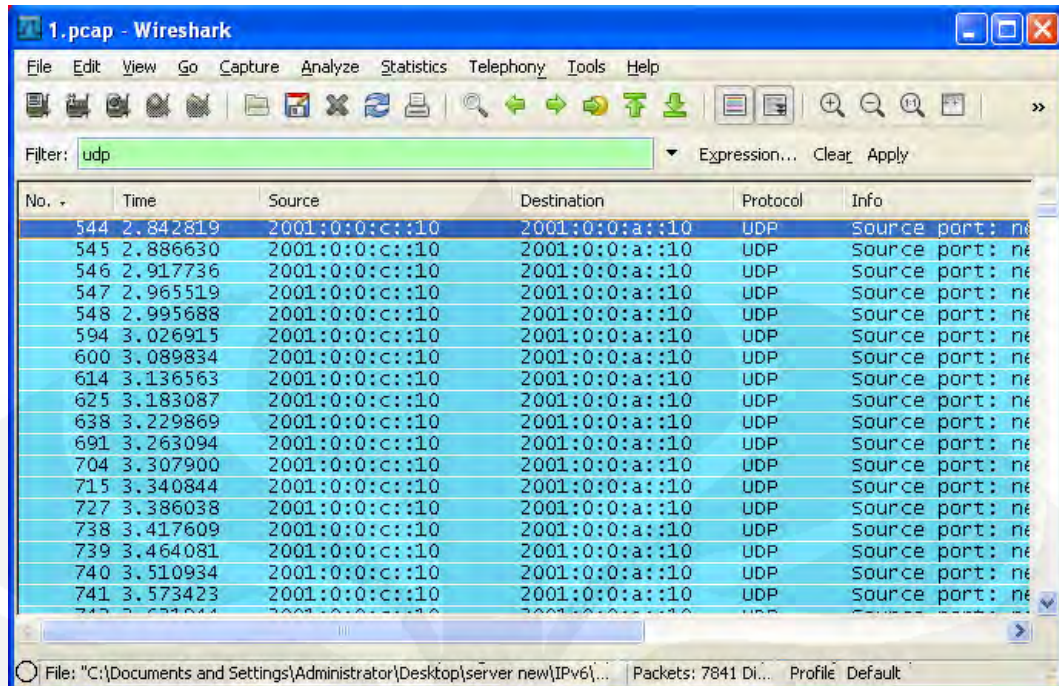
Gambar 4.4 Konfigurasi VLC di sisi *server*

Pada Gambar 4.4 diatas merupakan visualisasi dari konfigurasi yang dilakukan pada aplikasi VLC di sisi *server*. Pada jaringan IPv6 dan 6to4 ini alamat dituliskan dengan format heksedesimal sesuai dengan format penulisan alamat IPv6. Alamat 2001:0:0:A::10 merupakan alamat *client* yang dituju, sementara untuk konfigurasi *bit rate* diatur pada nilai 1024 kbps untuk *video codec* dan 192 kbps untuk *audio codec*.



Gambar 4.5 Konfigurasi VLC di sisi *client*

Pada Gambar 4.5 diatas merupakan visualisasi dari konfigurasi yang dilakukan pada aplikasi VLC di sisi *client*. Konfigurasi dilakukan dengan memilih *protocol* UDP/RTP serta memilih setting force IPv6 sehingga VLC mampu melakukan proses *streaming* dengan format pengalaman IPv6 yang juga mencakup format pengalaman *tunneling* 6to4. Dengan konfigurasi *force* IPv6 ini maka sisi *client* akan siap menerima *streaming* dari *server* secara otomatis. Sedangkan pada Gambar 4.6 merupakan visualisasi dari proses *packet sniffing* yang dilakukan pada jaringan IPv6 dan 6to4 dengan menggunakan aplikasi *wireshark*.



Gambar 4.6 Hasil *Packet Sniffing* IPv6 dan 6to4 pada *Wireshark*

4.3 Analisa Konfigurasi Jaringan

Konfigurasi IPv4 murni, IPv6 murni dan IPv6 dengan *tunneling* 6to4 yang digunakan pada tugas akhir ini mempunyai topologi jaringan yang sama dimana terdiri dari 2 buah laptop yang berfungsi sebagai *server* dan *client* dan 1 buah PC yang difungsikan sebagai *router* yang menghubungkan 2 *network* yang berbeda antara *server* dan *client*. Dengan begitu akan didapatkan hasil perbandingan yang sama untuk semua konfigurasi karena topologi tidak mengalami perubahan sama sekali.

4.3.1 Konfigurasi Jaringan IPv4 *Wired* dan *Wireless*

Pada topologi jaringan IPv4 baik dengan menggunakan media *wired* maupun *wireless* tidak terdapat perbedaan pada konfigurasi pengalaman IP. Gambar 4.7 menunjukkan analisa keberhasilan koneksi dari jaringan IPv4 yang dibangun. *Server* yang memiliki alamat IPv4 192.168.20.10 berhasil melakukan *traceroute* ke *client* dengan alamat IPv4 192.168.10.10. Konfigurasi lebih jelas mengenai jaringan IPv4 ditunjukkan pada Lampiran 1.

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\Administrator>tracert 192.168.10.10
Tracing route to 192.168.10.10 over a maximum of 30 hops
  0  32 ms    2 ms     2 ms   192.168.20.1
  1  49 ms    11 ms    8 ms   192.168.15.1
  2  21 ms    11 ms    11 ms  192.168.10.10
Trace complete.
C:\Documents and Settings\Administrator>

```

Gambar 4.7 Hasil *tracert* dari *server* ke *client*

```

Command Prompt
C:\Documents and Settings\Compaq>tracert 192.168.20.10
Tracing route to 192.168.20.10 over a maximum of 30 hops
  0  32 ms    14 ms    2 ms   192.168.10.1
  1  89 ms    24 ms    18 ms  192.168.15.2
  2  10 ms    11 ms    11 ms  192.168.20.10
Trace complete.
C:\Documents and Settings\Compaq>

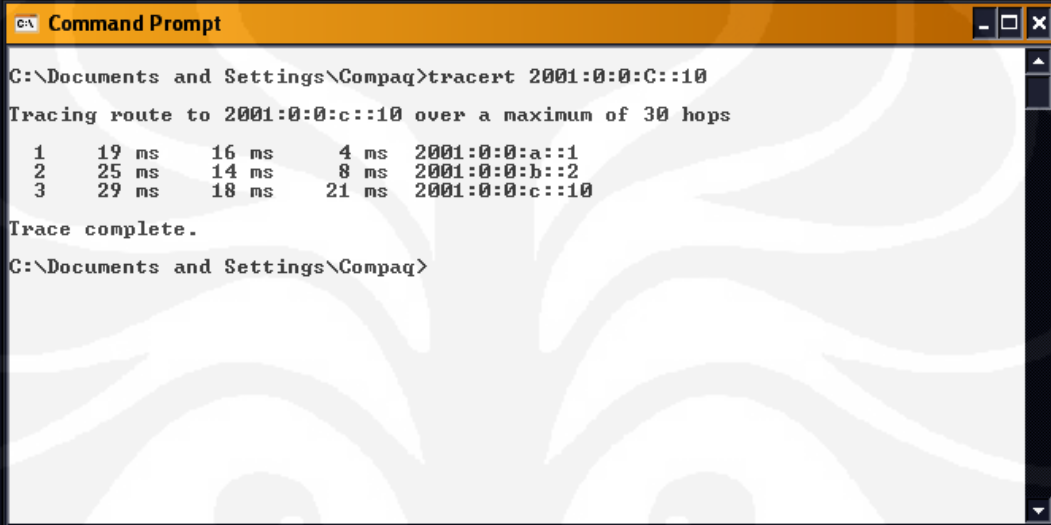
```

Gambar 4.8 Hasil *tracert* dari *client* ke *server*

Selain dari sisi *server*, *traceroute* juga dilakukan dari sisi *client*. Dari Gambar 4.8 dapat diketahui *client* dengan alamat IPv4 192.168.10.10 berhasil melakukan *traceroute* ke *server* yang memiliki alamat IPv4 192.168.20.10. Dari kedua gambar diatas dapat diketahui bahwa paket melalui *interface router* dengan alamat IPv4 192.168.15.1 pada jalur *server-client* untuk sampai ke sisi *client* dengan alamat IPv4 192.168.10.10, sedangkan untuk jalur *client-server* paket melalui *interface router* dengan alamat IPv4 192.168.15.2 untuk sampai ke sisi *server* dengan alamat IPv4 192.168.20.10.

4.3.2 Konfigurasi Jaringan IPv6 *Wired* dan *Wireless*

Pada topologi jaringan IPv6 baik dengan menggunakan media *wired* maupun *wireless* tidak terdapat perbedaan pada konfigurasi pengalamtan IP. Gambar 4.9 menunjukkan analisa keberhasilan koneksi dari jaringan IPv6 yang dibangun. *Client* yang memiliki alamat IPv6 2001:0:0:A::10 berhasil melakukan *traceroute* ke *server* dengan alamat IPv6 2001:0:0:C::10.

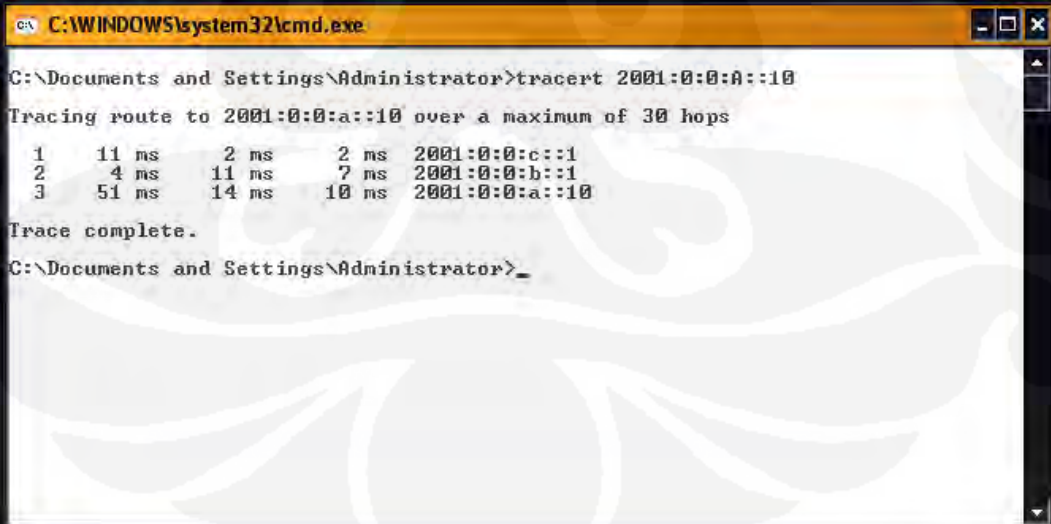


```

c:\ Command Prompt
C:\Documents and Settings\Compaq>tracert 2001:0:0:C::10
Tracing route to 2001:0:0:c::10 over a maximum of 30 hops
  1  19 ms  16 ms  4 ms  2001:0:0:a::1
  2  25 ms  14 ms  8 ms  2001:0:0:b::2
  3  29 ms  18 ms  21 ms 2001:0:0:c::10
Trace complete.
C:\Documents and Settings\Compaq>

```

Gambar 4.9 Hasil *tracert* dari *client* ke *server*



```

c:\ C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\Administrator>tracert 2001:0:0:A::10
Tracing route to 2001:0:0:a::10 over a maximum of 30 hops
  1  11 ms  2 ms  2 ms  2001:0:0:c::1
  2   4 ms  11 ms  7 ms  2001:0:0:b::1
  3  51 ms  14 ms  10 ms 2001:0:0:a::10
Trace complete.
C:\Documents and Settings\Administrator>_

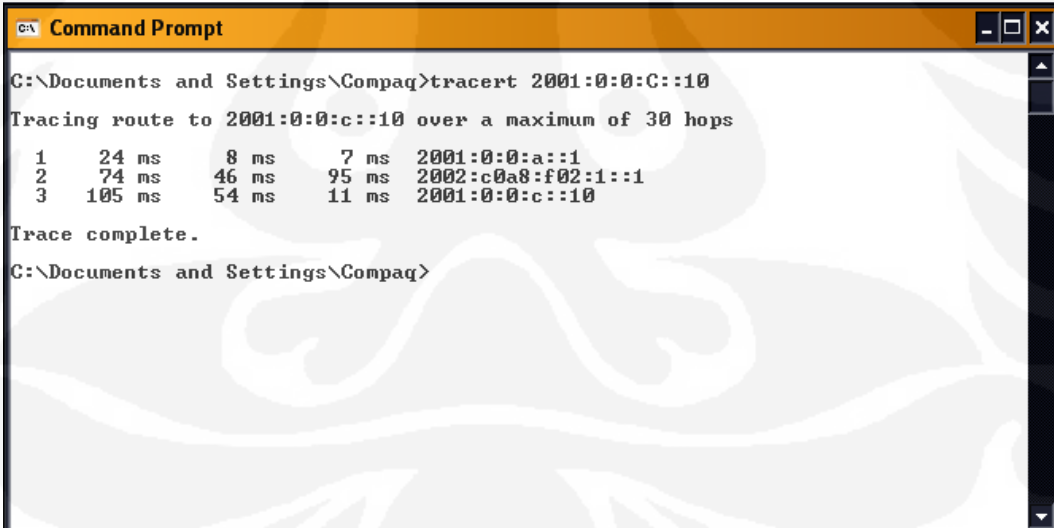
```

Gambar 4.10 Hasil *tracert* dari *server* ke *client*

Selain dari sisi *client* *tracert* juga dilakukan dari sisi *server*. Dari Gambar 4.10 dapat diketahui *server* dengan alamat IPv6 2001:0:0:C::10 berhasil melakukan *tracert* ke *client* yang memiliki alamat IPv6 2001:0:0:A::10. Dari kedua gambar diatas dapat diketahui bahwa paket melalui *interface router* dengan alamat IPv6 2001:0:0:B::1 pada jalur *server-client* untuk sampai ke sisi *client* dengan alamat IPv6 2001:0:0:A::10, sedangkan untuk jalur *client-server* paket melalui *interface router* dengan alamat IPv6 2001:0:0:B::2 untuk sampai ke sisi *server* dengan alamat IPv6 2001:0:0:C::10.

Pada proses *tracert*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.9 dan 4.10 dapat diketahui bahwa paket yang dikirim akan melalui *gateway* dengan alamat IPv6 2001:0:0:A::1 untuk paket yang dikirimkan dari *client* ke *server*. Sedangkan ketika paket dikirimkan dari *server* ke *client* maka akan melalui *gateway* dengan alamat IPv6 2001:0:0:C::1. Konfigurasi lebih jelas mengenai jaringan IPv6 ditunjukkan pada Lampiran 2.

4.3.3 Konfigurasi Jaringan *Tunneling 6to4 Wired dan Wireless*



```

C:\Documents and Settings\Compaq>tracert 2001:0:0:C::10
Tracing route to 2001:0:0:c::10 over a maximum of 30 hops
  0  0 ms    0 ms    0 ms   2001:0:0:a::1
  1  24 ms   8 ms    7 ms   2001:0:0:a::1
  2  74 ms  46 ms   95 ms  2002:c0a8:f02:1::1
  3 105 ms  54 ms   11 ms  2001:0:0:c::10
Trace complete.
C:\Documents and Settings\Compaq>

```

Gambar 4.11 Hasil *tracert* dari *client* ke *server*

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\Administrator>tracert 2001:0:0:A::10
Tracing route to 2001:0:0:a::10 over a maximum of 30 hops
  0  0 ms    0 ms    0 ms   2001:0:0:c::1
  1  41 ms   6 ms    2 ms   2001:0:0:c::1
  2 179 ms 123 ms 14 ms  2002:c0a8:f01:1::1
  3 172 ms 70 ms 60 ms  2001:0:0:a::10
Trace complete.
C:\Documents and Settings\Administrator>

```

Gambar 4.12 Hasil *tracert* dari *server* ke *client*

Pada jaringan 6to4, alamat IPv6 yang dimiliki *client* dan *server* tidak mengalami perubahan. *Client* tetap diset dengan alamat IPv6 2001:0:0:A::10 dan *server* dengan alamat IPv6 2001:0:0:C::10. Perbedaan konfigurasi hanya terjadi pada perangkat *router*. Pada setiap *router* akan diatur konfigurasi *interface* tunnel. Alamat IPv6-6to4 yang ditetapkan pada *interface* tunnel ini dihasilkan dari konversi alamat IPv4 dari jaringan IPv4.

Pada Gambar 4.11 hasil *traceroute* yang dilakukan dari *client* ke *server* menunjukkan bahwa paket yang dikirimkan ke *server* akan melalui *interface* tunnel dengan alamat 2002:C0A8:0F02:1::1, alamat ini merupakan konversi dari alamat IPv4 192.168.15.2. Dengan melewati *interface* tunnel ini maka paket yang dikirimkan dari *client* yang memiliki alamat IPv6 mampu diterima *server* yang juga memiliki alamat IPv6 dengan melalui jaringan IPv4 antara *client* dan *server* tersebut.

Hal yang tidak jauh berbeda juga ditunjukkan pada Gambar 4.12. Proses *traceroute* yang dilakukan dari *server* ke *client* juga menunjukkan bahwa paket yang dikirimkan mampu diterima *client* dengan melalui jaringan IPv4 dengan adanya *interface* tunnel dengan alamat 2002:C0A8:0F01:1::1. Alamat IPv6-6to4 ini diperoleh dari konversi alamat IPv4 yang bernilai 192.168.15.1. Konfigurasi lebih jelas ditunjukkan pada Lampiran 3.

4.4 Analisa Pengaruh *Bit rate* Terhadap *Delay*

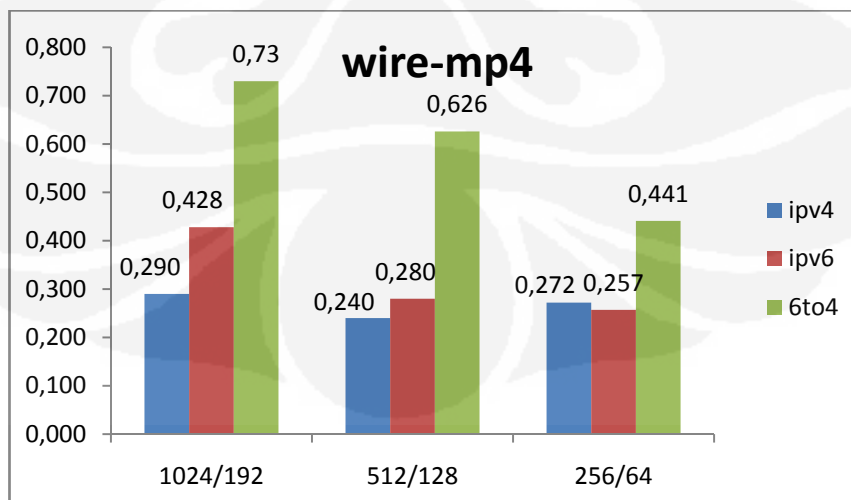
4.4.1 *Delay* pada *file* MP4

Pada Tabel 4.1 yang merupakan tabel rata-rata *delay* hasil dari 10x pengujian *video streaming file* MP4 untuk 3 tipe bit rate pada jaringan IPv4, IPv6 dan 6to4 yang menggunakan media *wired*. Jika dibandingkan terhadap masing-masing tipe jaringan *wired* yang terdiri dari IPv4, IPv6 dan 6to4 dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 32,2% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 60,3% lebih rendah dari jaringan 6to4 untuk kondisi *bit rate* 1024/192 kbps

Pada kondisi *bit rate* yang diturunkan menjadi 512/128 kbps dapat diamati bahwa pada jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 14,3% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 61,7% lebih rendah dari jaringan 6to4. Pada kondisi *bit rate* 256/64 kbps untuk jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 5,8% lebih tinggi dari jaringan IPv6 dan 38,3% lebih rendah dari jaringan 6to4. Data lebih jelas mengenai hasil *streaming file* MP4 jaringan *wired* ditunjukkan pada Lampiran 4, 5 dan 6.

Table 4.1 Rata-rata *Delay* file MP4 pada jaringan *wired*

<i>Bit Rate</i>	<i>Wired</i>		
	Rata-Rata <i>Delay</i> (detik) - MP4		
	IPv4	IPv6	6to4
1024/192	0,290	0,428	0,73
512/128	0,240	0,280	0,626
256/64	0,272	0,257	0,441



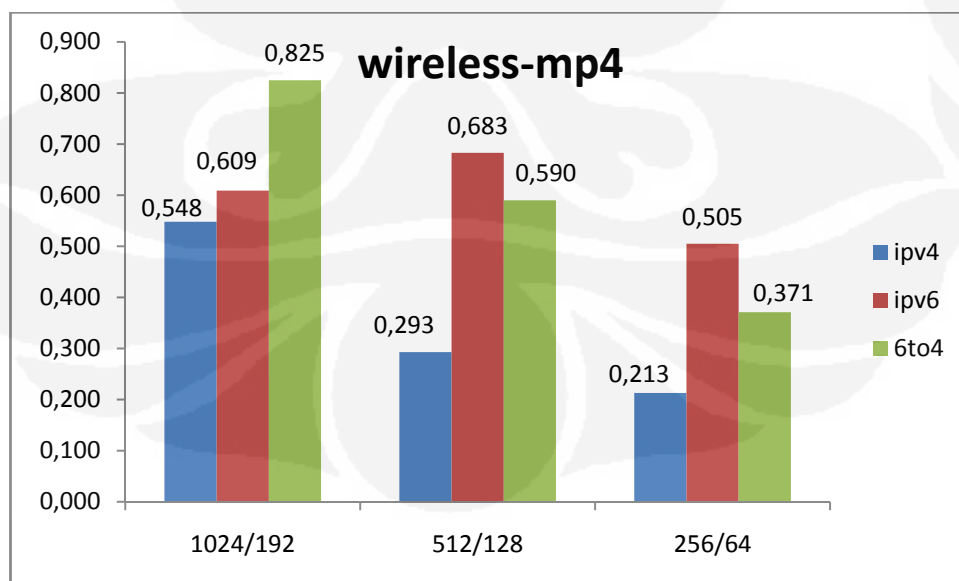
Gambar 4.13 *Delay* jaringan *wired* dengan *file* MP4

Pada Tabel 4.2 menunjukkan rata-rata *delay* hasil dari 10x pengujian *video streaming file* MP4 untuk 3 tipe bit rate pada jaringan IPv4, IPv6 dan 6to4 yang menggunakan media *wireless*. Dari tabel 4.2 terlihat bahwa jika dibandingkan terhadap masing-masing tipe jaringan *wireless* yang terdiri dari IPv4, IPv6 dan 6to4 dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 10,0% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 35,6% lebih rendah dari jaringan 6to4 untuk kondisi *bit rate* 1024/192 kbps

Ketika *bit rate* diturunkan menjadi 512/128 kbps terlihat bahwa pada tipe jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 57,1% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 50,3% lebih rendah dari jaringan 6to4. Sedangkan pada kondisi *bit rate* 256/64 kbps untuk jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 57,8% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 42,5% lebih rendah dari jaringan 6to4. Data lebih jelas mengenai hasil *streaming file* MP4 jaringan *wireless* ditunjukkan pada Lampiran 10, 11 dan 12.

Table 4.2 Rata-rata *Delay* file MP4 pada jaringan *wireless*

<i>Bit Rate</i>	<i>Wireless</i>		
	Rata-Rata <i>Delay</i> (detik) - MP4		
	IPv4	IPv6	6to4
1024/192	0,548	0,609	0,825
512/128	0,293	0,683	0,590
256/64	0,213	0,505	0,371



Gambar 4.14 *Delay* jaringan *wireless* dengan *file* MP4

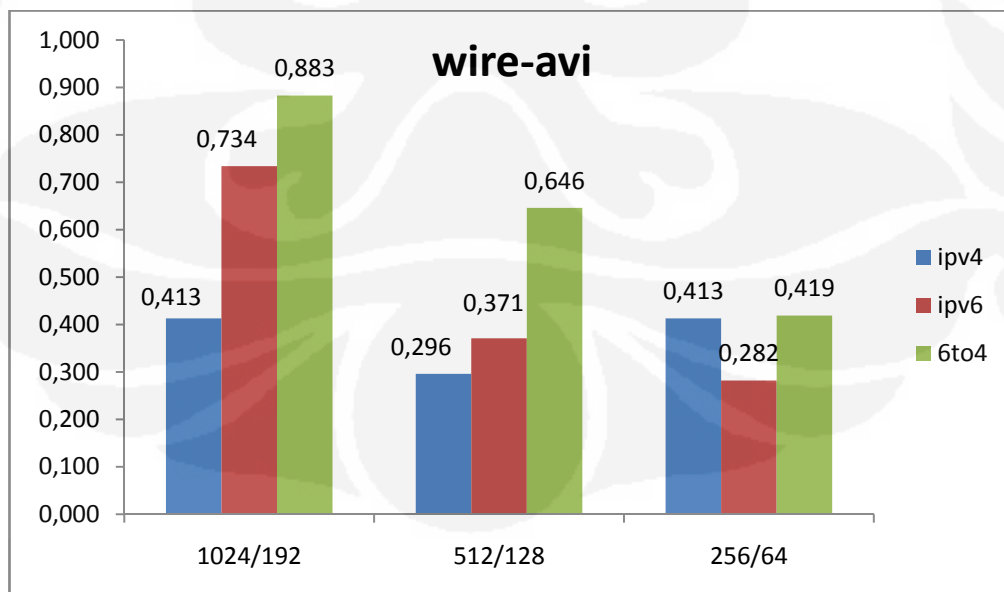
4.4.2 Delay pada file AVI

Pada pengujian *video streaming file AVI* yang menggunakan media *wired* untuk 3 tipe bit rate seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3, terlihat bahwa jika dibandingkan terhadap masing-masing tipe jaringan *wire* yang terdiri dari IPv4, IPv6 dan 6to4 dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 43,7% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 53,2% lebih rendah dari jaringan 6to4 untuk kondisi *bit rate* 1024/192 kbps

Pada kondisi *bit rate* yang diatur pada nilai 512/128 kbps terlihat bahwa tipe jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 20,2% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 54,2% lebih rendah dari jaringan 6to4. Sedangkan pada kondisi *bit rate* 256/64 kbps untuk jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 46,5% lebih tinggi dari jaringan IPv6 dan 1,4 % lebih rendah dari jaringan 6to4. Data lebih jelas mengenai hasil *streaming file AVI* jaringan *wired* ditunjukkan pada Lampiran 7, 8 dan 9.

Table 4.3 Rata-rata *Delay* file AVI pada jaringan *wired*

Bit Rate	Wired		
	Rata-Rata <i>Delay</i> (detik) - Avi		
	IPv4	IPv6	6to4
1024/192	0,413	0,734	0,883
512/128	0,296	0,371	0,646
256/64	0,413	0,282	0,419



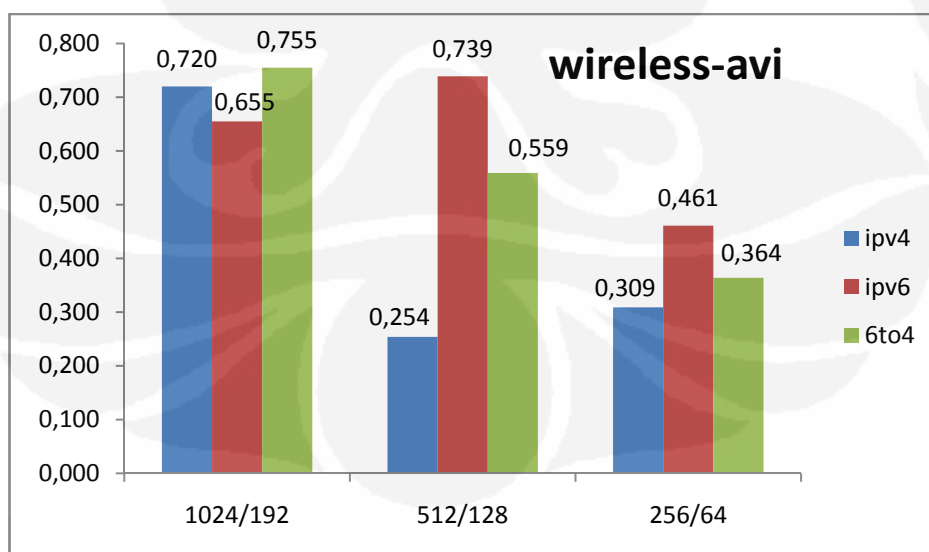
Gambar 4.15 *Delay* jaringan *wired* dengan file AVI

Pada Tabel 4.4 menunjukkan rata-rata *delay* hasil dari 10x pengujian *video streaming file* MP4 untuk 3 tipe bit rate pada jaringan IPv4, IPv6 dan 6to4 yang menggunakan media *wireless*. Dari tabel 4.2 terlihat bahwa jika dibandingkan terhadap masing-masing tipe jaringan *wireless* yang terdiri dari IPv4, IPv6 dan 6to4 dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 9,9% lebih tinggi dari jaringan IPv6 dan 4,6% lebih rendah dari jaringan 6to4 untuk kondisi *bit rate* 1024/192 kbps

Untuk *bit rate* yang diturunkan menjadi 512/128 kbps terlihat bahwa pada tipe jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 65,6% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 54,5% lebih rendah dari jaringan 6to4. Sedangkan pada kondisi *bit rate* 256/64 kbps untuk jaringan IPv4 menghasilkan *delay* 32,9% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 15,1% lebih rendah dari jaringan 6to4. Data lebih jelas mengenai *delay streaming file* MP4 jaringan *wireless* ditunjukkan pada Lampiran 13, 14 dan 15.

Table 4.4 Rata-rata *Delay* file AVI pada jaringan *wireless*

<i>Bit Rate</i>	<i>Wireless</i>		
	Rata-Rata <i>Delay</i> (detik) - Avi		
	IPv4	IPv6	6to4
1024/192	0,720	0,655	0,755
512/128	0,254	0,739	0,559
256/64	0,309	0,461	0,364



Gambar 4.16 *Delay* jaringan *wireless* dengan *file* AVI

4.5 Analisa Pengaruh *Bit rate* Terhadap *Packet loss*

4.5.1 *Packet loss* pada file MP4

Pada analisa mengenai *packet loss* yang terjadi pada setiap jaringan, dapat diamati bahwa semakin tinggi *bit rate* yang diterapkan untuk proses *streaming* maka akan semakin tinggi pula *packet loss* yang terjadi. Pada Tabel 4.5 terlihat bahwa *packet loss* paling besar terjadi pada tipe jaringan 6to4 pada *bit rate* 1024/192 kbps dengan rata-rata *packet loss* sebanyak 420,9 dari 10x pengambilan data yang dilakukan.

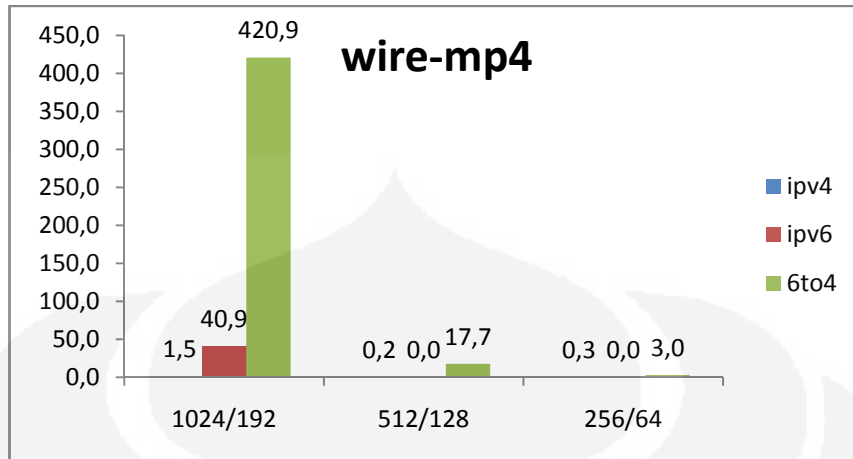
Pada pengujian *video streaming file* MP4 yang menggunakan media *wired* untuk 3 tipe *bit rate* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.5, terlihat bahwa jika dibandingkan terhadap masing-masing tipe jaringan *wire* yang terdiri dari IPv4, IPv6 dan 6to4 dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv4 menghasilkan *packet loss* 96,3% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 99,6% lebih rendah dari jaringan 6to4 untuk kondisi *bit rate* 1024/192 kbps

Pada kondisi *bit rate* yang diatur pada nilai 512/128 kbps dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv6 menghasilkan *packet loss* 100% lebih rendah dari jaringan IPv4 karena tidak adanya *packet loss* yang terjadi selama 10x pengambilan data. Jika dibandingkan terhadap jaringan 6to4 maka *packet loss* yang terjadi pada jaringan IPv4 sebesar 98,8% lebih rendah dari jaringan 6to4.

Untuk kondisi *bit rate* 256/64 kbps pada jaringan IPv6 menghasilkan *packet loss* 100% lebih rendah dari jaringan IPv4, jika dibandingkan dengan jaringan 6to4 maka *packet loss* pada jaringan IPv4 bernilai 90% lebih rendah dari jaringan 6to4. Data lebih jelas mengenai hasil *streaming file* MP4 jaringan *wired* ditunjukkan pada Lampiran 4, 5 dan 6.

Table 4.5 Rata-rata *Packet Loss* file MP4 pada jaringan *wired*

<i>Bit Rate</i>	<i>Wired</i>		
	Rata-Rata <i>Packet Loss</i> MP4		
	IPv4	IPv6	6to4
1024/192	1,5	40,9	420,9
512/128	0,2	0,0	17,7
256/64	0,3	0,0	3,0



Gambar 4.17 Packet loss jaringan wired dengan file MP4

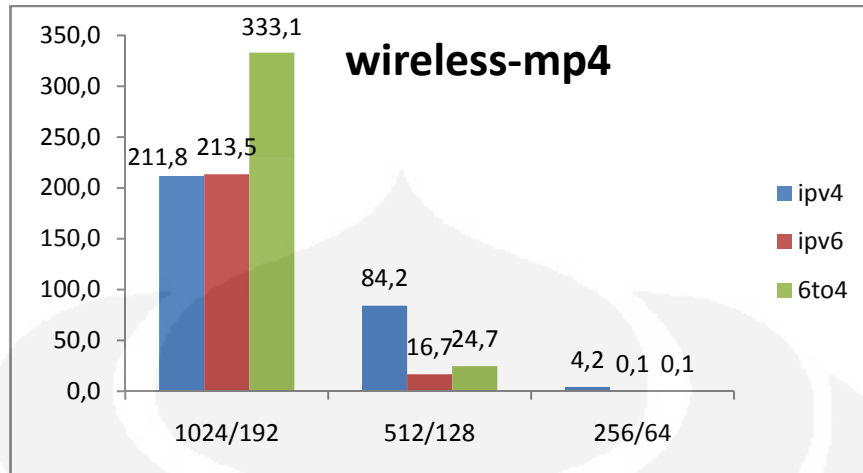
Pada Tabel 4.6 menunjukkan rata-rata *packet loss* hasil dari 10x pengujian *video streaming file* MP4 untuk 3 tipe bit rate pada jaringan IPv4, IPv6 dan 6to4 yang menggunakan media *wireless* dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv4 menghasilkan *packet loss* 0,79% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 36,4% lebih rendah dari jaringan 6to4 untuk kondisi *bit rate* 1024/192 kbps

Pada kondisi *bit rate* yang diatur pada nilai 512/128 kbps dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv6 menghasilkan *packet loss* 80,2% lebih rendah dari jaringan IPv4, sedangkan pada jaringan 6to4 maka *packet loss* yang terjadi sebesar 70,7% lebih rendah dari jaringan IPv4.

Pada *bit rate* 256/64 kbps karena besarnya *packet loss* yang sama pada jaringan IPv6 dan jaringan 6to4, maka pada jaringan IPv6 menghasilkan persentase *packet loss* lebih rendah 97,6% daripada jaringan IPv4 dan hal yang sama juga terjadi pada jaringan 6to4 dimana persentase *packet loss* lebih rendah 97,6% daripada jaringan IPv4. Data lebih jelas mengenai hasil *streaming file* MP4 jaringan *wireless* ditunjukkan pada Lampiran 10, 11 dan 12.

Table 4.6 Rata-rata *Packet Loss* file MP4 pada jaringan *wireless*

<i>Bit Rate</i>	<i>Wireless</i>		
	Rata-Rata <i>Packet Loss</i> MP4		
	IPv4	IPv6	6to4
1024/192	211,8	213,5	333,1
512/128	84,2	16,7	24,7
256/64	4,2	0,1	0,1



Gambar 4.18 Packet loss jaringan wireless dengan file MP4

4.5.2 Packet loss pada file AVI

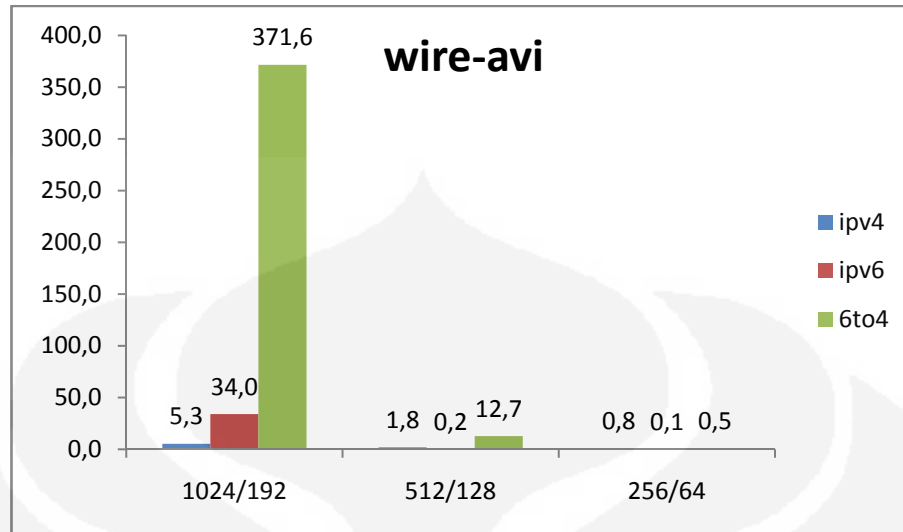
Pada Tabel 4.7 menunjukkan hasil rata-rata *packet loss video streaming* dari file MP4 yang menggunakan media *wired* untuk 3 tipe bit rate. Terlihat bahwa jika dibandingkan terhadap masing-masing tipe jaringan *wire* yang terdiri dari IPv4, IPv6 dan 6to4 dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv4 menghasilkan *packet loss* 83,7% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 98,5% lebih rendah dari jaringan 6to4 untuk kondisi *bit rate* 1024/192 kbps

Pada kondisi *bit rate* yang diatur pada nilai 512/128 kbps dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv6 menghasilkan *packet loss* 88,9% lebih rendah dari jaringan IPv4 dan jika dibandingkan terhadap jaringan 6to4 maka *packet loss* yang terjadi pada jaringan IPv4 sebesar 85,8% lebih rendah dari jaringan 6to4.

Untuk kondisi *bit rate* 256/64 kbps pada jaringan IPv6 menghasilkan *packet loss* 87,5% lebih rendah dari jaringan IPv4. Namun jaringan IPv4 memiliki *packet loss* 60% lebih tinggi dari jaringan 6to4. Data lebih jelas mengenai hasil *streaming file AVI* jaringan *wired* ditunjukkan pada Lampiran 7, 8 dan 9.

Table 4.7 Rata-rata Packet Loss file AVI pada jaringan wired

Bit Rate	Wired		
	Rata-Rata Packet Loss Avi		
	IPv4	IPv6	6to4
1024/192	5,3	34,0	371,6
512/128	1,8	0,2	12,7
256/64	0,8	0,1	0,5



Gambar 4.19 Packet loss jaringan wired dengan file AVI

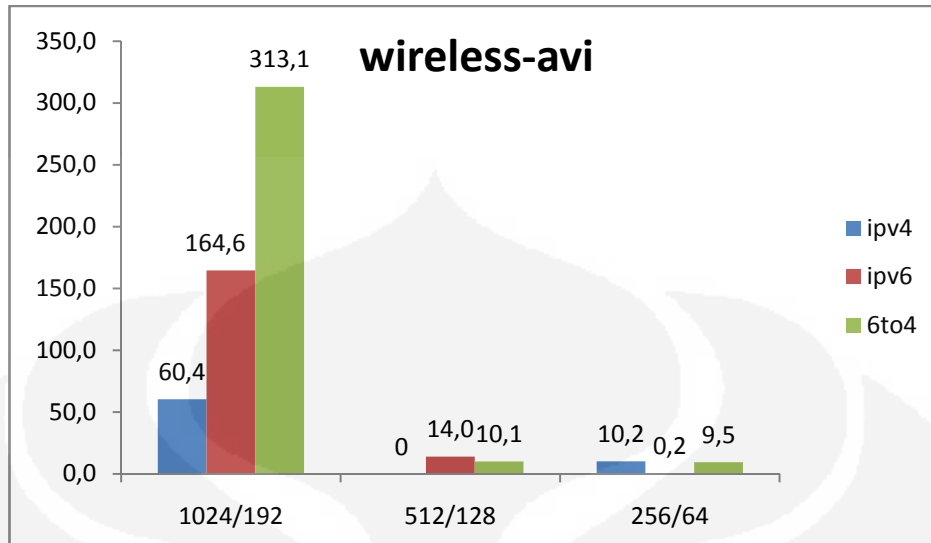
Pada Tabel 4.8 menunjukkan rata-rata *packet loss* hasil dari 10x pengujian *video streaming file* MP4 untuk 3 tipe bit rate pada jaringan IPv4, IPv6 dan 6to4 yang menggunakan media *wireless* dapat diamati bahwa pada tipe jaringan IPv4 menghasilkan *packet loss* 63,3% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan 80,7% lebih rendah dari jaringan 6to4 untuk kondisi *bit rate* 1024/192 kbps

Pada kondisi *bit rate* yang diatur pada nilai 512/128 karena *packet loss* yang dihasilkan jaringan IPv4 adalah 0 maka perbandingan jumlah *packet loss* dari IPv4 adalah 100% lebih rendah dari jaringan IPv6 dan jaringan 6to4.

Untuk kondisi *bit rate* 256/64 kbps pada tipe jaringan IPv6 menghasilkan *packet loss* 98% lebih rendah dari jaringan IPv4, namun jaringan IPv4 menghasilkan *packet loss* 7,3% lebih tinggi dari jaringan 6to4. Data lebih jelas mengenai *delay streaming file* MP4 jaringan *wireless* ditunjukkan pada Lampiran 13, 14 dan 15.

Table 4.8 Rata-rata *Packet Loss* file AVI pada jaringan *wireless*

<i>Bit Rate</i>	<i>Wireless</i>		
	Rata-Rata <i>Packet Loss</i> avi		
	IPv4	IPv6	6to4
1024/192	60,4	164,6	313,1
512/128	0	14,0	10,1
256/64	10,2	0,2	9,5



Gambar 4.20 Packet loss jaringan wireless dengan file AVI

4.6 Analisa Perbandingan Kinerja Secara Keseluruhan

Setelah membandingkan *delay* berdasarkan perubahan *bit rate*, tipe jaringan, dan media yang digunakan maka untuk *streaming file* MP4 *delay* yang paling kecil (terbaik) adalah pada kondisi *bit rate* 256/64 kbps, jaringan IPv4 dan dengan media *wireless* yaitu sebesar 0,213 detik.

Pada *streaming file* AVI maka *delay* paling kecil (terbaik) yang diperoleh berdasarkan perubahan *bit rate*, tipe jaringan, dan media yang adalah pada kondisi *bit rate* 512/128 kbps, jaringan IPv4 dan dengan media *wireless* yaitu sebesar 0,254 detik.

Jadi untuk *delay* secara keseluruhan mencakup perbandingan antara *bit rate*, tipe jaringan, media, serta tipe *file* maka *delay* yang terbaik adalah pada kondisi *bit rate* 256/64 kbps, jaringan IPv4, media *wireless*, format *file* MP4 dengan *delay* 0,213 detik atau 16,14% lebih rendah dari *delay* pada kondisi *bit rate* 512/128 kbps, jaringan IPv4 dan dengan media *wireless* yang bernilai 0,254 detik.

Pada perbandingan parameter *packet loss* berdasarkan perubahan *bit rate*, tipe jaringan, dan media yang digunakan maka untuk *streaming file* MP4 *delay* yang paling kecil (terbaik) adalah pada kondisi *bit rate* 512/128 kbps dan 256/64 kbps, dengan tipe jaringan IPv6 dan dengan media *wired* tanpa ada *packet loss*.

Sedangkan pada *streaming file* AVI maka *packet loss* paling kecil (terbaik) yang diperoleh berdasarkan perubahan *bit rate*, tipe jaringan, dan media yang digunakan adalah pada kondisi *bit rate* 512/128 kbps, jaringan IPv4 dan dengan media *wireless* yaitu tanpa ada *packet loss*.

Jadi untuk parameter *packet loss* secara keseluruhan mencakup perbandingan antara *bit rate*, tipe jaringan, media, serta tipe *file*, walaupun dari kedua tipe media (*wired* dan *wireless*) memiliki bagian dimana *packet loss* bernilai 0 namun karena pertimbangan fleksibilitas koneksi *wireless* maka yang terbaik adalah pada *bit rate* 512/128 kbps, jaringan IPv4 dengan media *wireless*, serta dengan format *file streaming* menggunakan format AVI.

Secara umum kendala selama proses pengambilan data berupa fluktuasi dari data yang diperoleh serta jarak/perbedaan data satu sama lain yang didapatkan adalah dikarenakan penggunaan *PC router* yang sangat bergantung dari kinerja CPU yang secara khusus tidak diperuntukan sebagai *router* maka terjadi pembebanan kinerja dari CPU serta menimbulkan kenaikan temperatur yang membuat performa *PC router* tidak optimal. Selain itu secara khusus kendala lainnya adalah kondisi kecepatan transfer data dari *wireless access point* tipe-N yang tidak stabil, ketika pengambilan data berkisar antara 54 – 120 Mbps, sehingga terkadang bisa melampaui kecepatan transfer data media *wire*.

Selain itu walaupun menggunakan jaringan lokal dimana hanya diberikan simulasi penambahan trafik pada jaringan dengan melakukan tes ping secara kontinyu dengan beban sebesar 65000 *bytes* baik dari *server* ke *client* maupun dari *client* ke *server* dan dengan *PC router* dapat diamati bahwa aplikasi *video streaming* dapat dilakukan pada tipe jaringan IPV4, IPv6 dan tunneling 6to4 pada media *wired* maupun *wireless* dengan hasil yang cukup baik.

BAB 5

KESIMPULAN

1. Dari data yang diperoleh dan dianalisa menunjukkan bahwa *delay* yang terbaik adalah pada kondisi *bit rate* 256/64 kbps, pada jaringan IPv4, dengan media *wireless*, dan format *file* MP4 dengan *delay* 0,213 detik atau 16,14% lebih rendah dari *delay* pada *streaming file* AVI dengan kondisi *bit rate* 512/128 kbps, jaringan IPv4 dan dengan media *wireless* yang bernilai 0,254 detik.
2. Pada parameter *packet loss* secara keseluruhan kedua tipe media (*wired* dan *wireless*) memiliki bagian dimana *packet loss* bernilai 0 namun karena pertimbangan fleksibilitas koneksi *wireless* maka yang terbaik adalah *packet loss* pada *bit rate* 512/128 kbps, jaringan IPv4 dengan media *wireless*, serta dengan format *file streaming* menggunakan format AVI.
3. Pada tipe jaringan *wireless* fluktuasi data rentan terjadi karena *bandwidth* yang dihasilkan oleh *Access Point* berubah-ubah dengan kisaran 54-120 Mbps dan rentan terhadap gangguan sinyal.
4. Pada tipe jaringan *wire* data yang diperoleh lebih stabil jika dibandingkan dengan data yang diperoleh pada tipe jaringan *wireless*, karena fluktuasi *bandwidth* tidak terjadi pada penggunaan media kabel, selain itu penggunaan media *wire* tahan terhadap adanya interferensi sinyal.

DAFTAR ACUAN

- [1]. Dwi Hantoro, Gunadi. **"WiFi (*Wireless LAN*) Jaringan Komputer Tanpa kabel"**. (Informatika, 2009)
- [2]. S'To, **"*Wireless Kunfu Networking and Hacking*"** (Jasakom, 2007)
- [3]. Sofana, Iwan. **"Cisco CCNA & Jaringan Komputer"** (Informatika, 20109)
- [4]. Iljitsch van Beijnum, **"Running IPv6"** (Apress, 2006)
- [5]. John G. Apostolopoulos, Wai- tian Tan, Susie J. Wee. (2002). **"*Video Streaming: Concepts, Algorithms, and Systems*"**, HP Laboratories Palo Alto
- [6] **"Introduction to IP version 6"**, (Microsoft Corporation, 2008)
- [7]. CCNA Self-Study: CCNA Basics (CCNAB), **"network media types"**. (Cisco Systems, Inc. 2003).
<<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp>>
- [8]. Admin. **"Konsep Dasar *Video Streaming*"**. (2009).
<http://www.ittelkom.ac.id/library/index.php?option=com_content&view=article&id=645:konsep-dasar-video-streaming&catid=6:internet&Itemid=15>
- [9] http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7_gci213531.html
- [10] http://en.Wikipedia.org/wiki/Bit_rate
- [11] http://id.wikipedia.org/wiki/Alamat_IP_versi_6
- [12] Modul praktikum Jaringan Komputer ITB

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Konfigurasi IPv4

```
R1#sh run
Building configuration...

Current configuration : 930 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
ip cef
!
ip auth-proxy max-nodata-conns 3
ip admission max-nodata-conns 3
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
archive
 log config
  hidekeys
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1
```

```
ip address 192.168.15.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
router rip
version 2
passive-interface FastEthernet0/0
network 192.168.10.0
network 192.168.15.0
no auto-summary
!
ip forward-protocol nd
!
!
ip http server
no ip http secure-server
!
!
!
control-plane
!
!
!
!
line con 0
password cisco
login
line aux 0
line vty 0 4
password cisco
login
!
!
end
```



```
R2#sh run
Building configuration...

Current configuration : 930 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
ip cef
!
!
ip auth-proxy max-nodata-conns 3
ip admission max-nodata-conns 3
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
!
archive
log config
hidekeys
!
!
!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
ip address 192.168.15.2 255.255.255.0
duplex auto
```

```
speed auto
!  
router rip  
version 2  
passive-interface FastEthernet0/0  
network 192.168.15.0  
network 192.168.20.0  
no auto-summary  
!  
ip forward-protocol nd  
!  
!  
ip http server  
no ip http secure-server  
!  
!  
!  
control-plane  
!  
line con 0  
password cisco  
login  
line aux 0  
line vty 0 4  
password cisco  
login  
!  
!  
end
```

Lampiran 2 : Konfigurasi IPv6

```
R1#sh run
Building configuration...

Current configuration : 950 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
ip cef
!
!
!
ip auth-proxy max-nodata-conns 3
ip admission max-nodata-conns 3
ipv6 unicast-routing
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
archive
log config
hidekeys
!
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:A::1/64
ipv6 enable
ipv6 rip process1 enable
```

```
!  
interface FastEthernet0/1  
no ip address  
duplex auto  
speed auto  
ipv6 address 2001:0:0:B::1/64  
ipv6 enable  
ipv6 rip process1 enable  
!  
ip forward-protocol nd  
!  
!  
ip http server  
no ip http secure-server  
!  
ipv6 router rip process1  
!  
!  
!  
control-plane  
!  
!  
!  
line con 0  
password cisco  
login  
line aux 0  
line vty 0 4  
password cisco  
login  
!  
!  
end
```

```
R2#sh run
Building configuration...

Current configuration : 950 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
ip cef
!
!
!
!
ip auth-proxy max-nodata-conns 3
ip admission max-nodata-conns 3
ipv6 unicast-routing
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
!
!
archive
 log config
  hidekeys
!
!
interface FastEthernet0/0
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 ipv6 address 2001:0:0:C::1/64
```

```
ipv6 enable
ipv6 rip process1 enable
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:B::2/64
ipv6 enable
ipv6 rip process1 enable
!
ip forward-protocol nd
!
!
ip http server
no ip http secure-server
!
ipv6 router rip process1
!
!
!
control-plane
!
!
!
!
line con 0
password cisco
login
line aux 0
line vty 0 4
password cisco
login
!
!
end
```

Lampiran 3 : Konfigurasi tunnel 6to4

```
R1#sh run
Building configuration...

Current configuration : 1217 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
ip cef
!
ip auth-proxy max-nodata-conns 3
ip admission max-nodata-conns 3
ipv6 unicast-routing
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
!
archive
 log config
  hidekeys
!
!
interface Tunnel0
 no ip address
 no ip redirects
 ipv6 unnumbered FastEthernet0/1
 ipv6 enable
 tunnel source FastEthernet0/1
 tunnel mode ipv6ip 6to4
!
```

```
interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:A::1/64
ipv6 enable
ipv6 rip process1 enable
!
interface FastEthernet0/1
ip address 192.168.15.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2002:C0A8:F01:1::1/64
ipv6 enable
!
router rip
version 2
network 192.168.15.0
!
ip forward-protocol nd
!
!
ip http server
no ip http secure-server
!
ipv6 route 2002::/16 Tunnel0
ipv6 route ::/0 2002:C0A8:F02:1::1
ipv6 router rip process1
!
control-plane
!
!
line con 0
password cisco
login
line aux 0
line vty 0 4
password cisco
login
!
!
end
```



```
R2# sh run
Building configuration...

Current configuration : 1217 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
ip cef
!
!
ip auth-proxy max-nodata-conns 3
ip admission max-nodata-conns 3
ipv6 unicast-routing
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
!
archive
log config
hidekeys
!
!
interface Tunnel0
no ip address
no ip redirects
ipv6 unnumbered FastEthernet0/1
ipv6 enable
tunnel source FastEthernet0/1
tunnel mode ipv6ip 6to4
!
```

```
interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:C::1/64
ipv6 enable
ipv6 rip process1 enable
!
interface FastEthernet0/1
ip address 192.168.15.2 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2002:C0A8:F02:1::1/64
ipv6 enable
!
router rip
version 2
network 192.168.15.0
!
ip forward-protocol nd
!
!
ip http server
no ip http secure-server
!
ipv6 route 2002::/16 Tunnel0
ipv6 route ::/0 2002:C0A8:F01:1::1
ipv6 router rip process1
!
control-plane
!
line con 0
password cisco
login
line aux 0
line vty 0 4
password cisco
login
!
!
end
```

Lampiran 4 : Tabel Data Jaringan IPv4-*Wired* Untuk File MP4

ipv4-mp4

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	170743,596	0,199	0	100595,860	0,201	0	60293,083	0,406	1
2	171167,737	0,235	0	100181,094	0,324	0	60361,625	0,327	0
3	169992,880	0,333	0	100620,034	0,326	0	60496,075	0,237	0
4	171371,272	0,146	1	100127,637	0,342	1	60543,137	0,195	1
5	170750,926	0,199	1	101020,648	0,112	0	60480,170	0,268	0
6	169317,461	0,317	2	100584,183	0,202	0	60524,224	0,197	1
7	169089,262	0,583	7	100523,622	0,274	0	60244,681	0,314	0
8	170824,317	0,185	0	100643,878	0,279	0	60530,786	0,310	0
9	170201,455	0,343	0	100663,385	0,097	0	60535,992	0,240	0
10	170304,053	0,357	4	100629,960	0,246	1	60515,659	0,227	0
Rata-Rata	170376,296	0,290	1,5	100559,030	0,240	0,2	60452,543	0,272	0,3

Lampiran 5 : Tabel Data Jaringan IPv6-*Wired* Untuk File MP4

ipv6-mp4

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	171460,045	0,376	50	102617,772	0,409	0	61953,740	0,244	0
2	146034,390	0,363	41	103120,327	0,194	0	62345,495	0,165	0
3	174022,779	0,169	22	102985,975	0,328	0	61929,790	0,188	0
4	168636,385	0,662	58	103197,366	0,185	0	61744,209	0,392	0
5	171629,768	0,443	54	102841,226	0,330	0	61584,868	0,380	0
6	171541,909	0,645	29	103265,467	0,165	0	61969,290	0,169	0
7	172108,474	0,230	58	102601,518	0,279	0	61945,159	0,248	0
8	172175,445	0,525	16	102201,441	0,302	0	61952,503	0,200	0
9	170321,482	0,718	49	102993,136	0,312	0	62197,945	0,103	0
10	173859,896	0,149	32	102993,894	0,298	0	61742,845	0,482	0
Rata-Rata	169179,057	0,428	40,9	102881,812	0,280	0,0	61936,584	0,257	0,0

Lampiran 6 : Tabel Data Jaringan 6to4-Wired Untuk File MP4

6to4-mp4

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	126052,336	0,876	991	99486,015	0,710	44	61608,782	0,594	1
2	152541,898	0,590	448	100350,352	0,667	27	61811,560	0,358	0
3	157190,761	0,879	319	101378,753	0,589	19	61502,930	0,533	1
4	157084,564	0,661	336	100618,539	0,779	9	61731,273	0,398	0
5	157056,737	0,719	335	102609,560	0,398	2	61667,102	0,384	2
6	159875,217	0,673	285	101010,276	0,577	17	61881,638	0,257	6
7	151103,605	1,065	436	99877,883	0,631	40	61395,796	0,632	0
8	157116,930	0,637	340	103081,571	0,286	0	61243,727	0,685	0
9	160327,191	0,596	279	100387,559	0,988	12	61639,545	0,105	15
10	153296,174	0,603	440	101489,114	0,638	7	61412,656	0,465	5
Rata-Rata	153164,541	0,730	420,9	101028,962	0,626	17,7	61589,501	0,441	3,0

Lampiran 7 : Tabel Data Jaringan IPv4-*Wired* untuk File AVI

ipv4-avi

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	166806,033	0,759	10	100481,321	0,324	2	60309,673	0,263	1
2	170013,357	0,337	0	100056,822	0,388	0	59054,724	0,979	1
3	169240,651	0,267	9	100284,871	0,346	0	60330,242	0,343	0
4	169132,628	0,431	4	100739,994	0,261	0	60675,163	0,630	0
5	167617,513	0,607	16	99965,595	0,443	0	60413,225	0,234	0
6	169850,111	0,294	3	100827,580	0,320	1	59383,571	0,438	0
7	169265,594	0,343	0	99846,265	0,344	13	60321,531	0,257	0
8	168380,729	0,438	6	100951,557	0,162	1	60040,608	0,308	6
9	169787,349	0,369	3	100418,092	0,160	1	60188,101	0,347	0
10	169878,160	0,281	2	101275,612	0,210	0	60304,878	0,333	0
Rata-Rata	168997,213	0,413	5,3	100484,771	0,296	1,8	60102,172	0,413	0,8

Lampiran 8 : Tabel Data Jaringan IPv6-*Wired* untuk File AVI

ipv6-avi

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	170756,318	0,778	14	102804,915	0,259	0	61735,884	0,215	0
2	169233,763	0,760	37	102522,116	0,682	0	61758,085	0,317	0
3	167687,612	0,935	58	102141,449	0,211	0	61388,074	0,387	0
4	169646,784	0,668	41	102656,213	0,412	0	61527,972	0,521	0
5	170222,460	0,916	4	102769,051	0,270	0	61749,028	0,232	0
6	168295,029	0,667	25	103313,698	0,178	1	62158,085	0,122	0
7	171434,121	0,430	44	101887,494	0,423	1	61722,054	0,267	0
8	169200,081	0,749	53	102864,092	0,364	0	61742,826	0,212	0
9	169874,109	0,676	31	102695,249	0,387	0	61731,463	0,240	1
10	170054,700	0,758	33	102273,550	0,525	0	61737,767	0,305	0
Rata-Rata	169640,498	0,734	34,0	102592,783	0,371	0,2	61725,124	0,282	0,1

Lampiran 9 : Tabel Data Jaringan 6to4-*Wired* untuk File AVI

6to4-avi

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	155354,925	0,698	348	103092,753	0,865	18	61237,745	0,529	3
2	151626,789	1,104	409	100040,079	0,707	11	61587,278	0,401	1
3	153717,043	0,781	388	101282,817	0,714	6	61757,377	0,306	0
4	156914,249	0,871	292	101976,178	0,492	5	61432,692	0,410	0
5	149853,687	0,851	466	101123,812	0,749	0	61852,842	0,181	0
6	153148,268	0,995	342	102333,941	0,453	4	62374,253	0,480	0
7	153527,777	1,299	331	100531,402	0,805	10	61317,885	0,557	0
8	153722,856	1,033	366	101390,930	0,531	14	61171,370	0,494	0
9	156312,094	0,483	343	99999,863	0,663	38	61598,536	0,396	0
10	151252,453	0,713	431	101189,491	0,482	21	61333,955	0,436	1
Rata-Rata	153543,014	0,883	371,6	101296,127	0,646	12,7	61566,393	0,419	0,5

Lampiran 10 : Tabel Data Jaringan IPv4-Wireless untuk File MP4

IPv4-mp4

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	163745,040	0,570	109	100782,706	0,269	0	60508,165	0,186	0
2	167063,043	0,450	68	100728,685	0,213	0	58775,416	0,198	38
3	169425,160	0,338	26	100545,414	0,322	0	60595,605	0,187	0
4	163001,636	0,567	126	100588,027	0,160	0	60724,519	0,146	0
5	167026,499	0,604	47	100697,821	0,141	1	60714,127	0,129	1
6	135345,418	0,793	726	88911,635	0,401	252	60335,912	0,342	0
7	162442,523	0,714	140	73802,134	0,398	588	60373,565	0,298	0
8	137456,222	0,508	713	100582,353	0,297	0	60521,880	0,224	0
9	167475,819	0,424	50	99500,040	0,558	0	60637,896	0,166	2
10	163979,585	0,509	113	100870,062	0,170	1	60516,176	0,249	1
Rata-Rata	159696,095	0,548	211,8	96700,888	0,293	84,2	60370,326	0,213	4,2

Lampiran 11 : Tabel Data Jaringan IPv6-Wireless untuk File MP4

IPv6-mp4

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	155009,709	0,497	404	102839,799	0,730	17	61907,221	0,334	0
2	160653,849	0,594	259	100680,489	0,636	25	61895,345	0,205	0
3	158804,204	1,055	263	101135,451	0,512	16	61470,255	0,572	0
4	159810,740	0,538	288	100916,428	0,674	10	61610,280	0,503	0
5	167089,564	0,525	144	100962,034	0,578	21	61092,308	0,784	0
6	163800,722	0,770	185	100160,881	1,114	24	60900,612	0,068	1
7	163576,718	1,008	154	101542,917	0,458	12	61955,029	0,311	0
8	167907,579	0,456	134	100654,616	0,699	21	61502,623	0,488	0
9	165532,537	0,137	216	100573,857	0,806	8	62354,212	0,940	0
10	169356,566	0,507	88	100846,287	0,627	13	60840,561	0,843	0
Rata-Rata	163154,219	0,609	213,5	101031,276	0,683	16,7	61552,845	0,505	0,1

Lampiran 12 : Tabel Data Jaringan 6to4-Wireless untuk File MP4

6to4-mp4

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	155060,017	0,864	354	104572,729	0,282	117	62145,811	0,217	1
2	106877,085	0,482	283	100364,373	0,801	12	61504,073	0,442	0
3	153377,417	1,058	370	101324,167	0,633	9	62044,179	0,200	0
4	158501,088	0,992	279	99212,700	0,725	39	61861,585	0,244	0
5	156490,580	0,919	330	101047,463	0,456	21	61800,959	0,431	0
6	174920,265	0,796	363	101468,730	0,315	22	61899,658	0,225	0
7	155384,536	0,710	368	101047,276	0,772	0	61727,332	0,355	0
8	157673,316	0,758	322	100885,423	0,629	18	61412,532	0,660	0
9	158639,611	0,930	286	101609,664	0,615	1	61632,165	0,560	0
10	155026,584	0,745	376	101000,088	0,676	8	61592,445	0,376	0
Rata-Rata	153195,050	0,825	333,1	101253,261	0,590	24,7	61762,074	0,371	0,1

Lampiran 13 : Tabel Data Jaringan IPv4-*Wireless* untuk File AVI

IPv4-avi

Data	<i>Bit rate</i> (video=1024, Audio=192)			<i>Bit rate</i> (video=512, Audio=128)			<i>Bit rate</i> (video=256, Audio=64)		
	Troughput (byte/sec)	Delay (second)	Packet loss	Troughput (byte/sec)	Delay (second)	Packet loss	Troughput (byte/sec)	Delay (second)	Packet loss
1	161835,901	0,880	116	100892,349	0,083	0	60482,622	0,289	0
2	165410,294	0,582	61	100357,396	0,351	0	60087,192	0,330	1
3	164900,647	0,923	43	100883,861	0,032	0	60376,977	0,274	0
4	163691,721	0,911	55	100505,381	0,320	0	60488,015	0,174	0
5	165266,644	0,715	58	100435,415	0,247	0	60272,071	0,237	0
6	163394,709	0,768	92	100490,176	0,325	0	60311,658	0,262	0
7	164735,979	0,724	59	100545,611	0,200	0	60330,962	0,230	0
8	164639,869	0,634	67	100583,428	0,283	0	60006,870	0,506	0
9	167543,610	0,687	12	100342,151	0,370	0	60262,087	0,309	0
10	167711,661	0,373	41	100563,951	0,330	0	55390,953	0,474	101
Rata-Rata	164913,104	0,720	60,4	100559,972	0,254	0	59800,941	0,309	10,2

Lampiran 13 : Tabel Data Jaringan IPv6-Wireless untuk File AVI

IPv6-avi

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	164878,534	0,240	206	100546,817	0,732	17	61695,639	0,303	1
2	163523,593	0,465	198	99718,973	0,875	26	61458,908	0,487	0
3	167326,353	0,329	147	101143,913	0,811	5	60797,404	0,819	1
4	166436,120	0,834	118	100849,119	0,667	13	61131,178	0,492	0
5	162821,299	0,972	164	100036,524	0,916	13	61684,070	0,489	0
6	162758,239	0,890	185	101645,468	0,399	13	61780,145	0,216	0
7	163477,385	0,975	149	100820,824	0,786	5	61988,669	0,160	0
8	163229,493	0,716	176	101724,061	0,431	11	61774,044	0,332	0
9	166326,075	0,386	164	99771,177	0,845	32	60857,266	0,720	0
10	168639,775	0,747	139	100503,159	0,925	5	61297,824	0,590	0
Rata-Rata	164941,687	0,655	164,6	100676,004	0,739	14,0	61446,515	0,461	0,2

Lampiran 13 : Tabel Data Jaringan 6to4-Wireless untuk File AVI

6to4-avi

Data	<i>Bit rate</i> (<i>video=1024, Audio=192</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=512, Audio=128</i>)			<i>Bit rate</i> (<i>video=256, Audio=64</i>)		
	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>	Troughput (<i>byte/sec</i>)	<i>Delay</i> (<i>second</i>)	<i>Packet loss</i>
1	157965,778	0,331	304	100661,180	0,849	4	61396,063	0,541	0
2	158343,275	0,979	271	101785,425	0,563	8	61299,812	0,430	0
3	155569,927	1,004	328	101549,872	0,278	25	60915,579	0,234	16
4	159265,351	0,773	284	102293,771	0,570	19	61917,876	0,239	0
5	156123,698	0,769	341	101110,681	0,395	31	61303,909	0,519	0
6	130596,147	0,526	255	101186,691	0,716	1	60111,444	0,298	77
7	157839,668	0,805	286	101638,797	0,456	13	61254,377	0,498	0
8	151842,514	0,715	525	101832,533	0,712	0	61844,041	0,275	2
9	161485,813	0,634	241	102866,714	0,322	0	62133,789	0,220	0
10	156902,307	1,015	296	101404,720	0,732	0	61614,657	0,388	0
Rata-Rata	154593,448	0,755	313,1	101633,038	0,559	10,1	61379,155	0,364	9,5