

# PERANCANGAN TV OVER IP (*INTERNET PROTOCOL*) MENGGUNAKAN JARINGAN SPEEDY

## SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**JOKO SISWANTO**  
**NIM. 0210630069 – 63**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**MALANG**  
**2007**

# PERANCANGAN TV *OVER IP (INTERNET PROTOCOL)* MENGGUNAKAN JARINGAN SPEEDY

## SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**JOKO SISWANTO**  
**NIM. 0210630069 – 63**

DOSEN PEMBIMBING

**Ir. H. Erfan Achmad D.**  
**NIP. 131 124 663**

**Rudy Yuwono., ST.MSc**  
**NIP. 132 206 465**

# PERANCANGAN TV *OVER IP (INTERNET PROTOCOL)* MENGGUNAKAN JARINGAN SPEEDY

Disusun oleh:

**JOKO SISWANTO**  
**NIM. 0210630069 – 63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
tanggal 03 Agustus 2007

**Majelis Pengaji:**

**Ir. Wahyu Adi Priyono, MSc.**  
**NIP. 131 759 602**

**Ir. Endah Budi Purnomowati, MT**  
**NIP. 131 839 362**

**Ali Mustofa, ST. MT.**  
**NIP. 132 258 187**

**Ir. Retnowati**  
**NIP. 131 124 656**

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom**  
**NIP. 131 879 033**



## PENGANTAR

Alhamdulillah, segenap puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perancangan TV Over IP (*Internet Protocol*) Menggunakan Jaringan Speedy” yang diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu :

1. Ayah dan Bunda tercinta beserta seluruh keluarga penulis.
2. Bapak Ir. Heru Nurwarsito., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Rudy Yuwono., ST. MSc. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro dan dosen pembimbing skripsi.
4. Bapak Ir. Wahyu Adi Priyono., MSc. selaku Ketua Kelompok Dosen dan Keahlian Teknik Telekomunikasi.
5. Bapak Ir. H. Erfan Achmad D. selaku dosen pembimbing skripsi.
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro.
7. Bapak Dona Ardi Gusema, selaku pembimbing selama penelitian di PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Kandatel Malang.
8. Bapak Emil Nashiruddien Zakky., ST. selaku pimpinan PT. Nusantarataama Multi Media.
9. Keluarga besar Bapak Tarmuji, Bapak Andi Santoso dan Ibu Asmandanu.
10. Rekan-rekan asisten Laboratorium Telekomunikasi dan Sistem Informasi.
11. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan sehingga saran dan kritik membangun sangat penulis harapkan untuk mengisi kekurangan tersebut. Akhirnya, semoga skripsi ini bermanfaat untuk kita semua, khususnya Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Malang, Oktober 2007

Penulis



**DAFTAR ISI**

<b>PENGANTAR .....</b>	i
<b>DAFTAR ISI .....</b>	ii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	vi
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	ix
<b>DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL .....</b>	x
<b>RINGKASAN .....</b>	xi

**BAB I. PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Ruang Lingkup .....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3

**BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Umum .....	4
2.2. <i>World Wide Web (WWW)</i> .....	4
2.2.1. <i>Uniform Resource Locator (URL)</i> .....	5
2.2.2. <i>Active Document</i> .....	5
2.2.3. Arsitektur <i>Web Browser</i> .....	6
2.2.3.1. <i>Hypertext Markup Language (HTML)</i> .....	6
2.2.3.2. <i>Javascript</i> .....	6
2.3. Arsitektur TCP/IP .....	7
2.3.1. Lapisan Antarmuka Jaringan ( <i>Network Interface Layer</i> ) .....	7
2.3.1.1. <i>Ethernet</i> .....	7
2.3.1.2. <i>Point to Point Protocol (PPP)</i> .....	8
2.3.2. Lapisan Internet ( <i>Internet Layer</i> ) .....	11
2.3.2.1. <i>Internet Protocol (IP)</i> .....	11
2.3.2.2. <i>Address Resolution Protocol (ARP)</i> .....	14
2.3.2.3. <i>Internet Control Message Protocol (ICMP)</i> .....	15
2.3.3. Lapisan Transport ( <i>Transport Layer</i> ).....	15
2.3.4. Lapisan Aplikasi ( <i>Application Layer</i> ) .....	18

2.4.	Speedy .....	18
2.4.1.	<i>Plain Old Telephone Services (POTS)</i> .....	19
2.4.2.	Jaringan Speedy .....	21
2.5.	<i>Streaming</i> .....	24
2.5.1.	Konsep <i>Streaming</i> .....	25
2.5.2.	Multimedia .....	25
2.5.2.1.	Suara Dan Audio .....	28
2.5.2.2.	Video .....	29
2.5.2.3.	Protokol Aplikasi Multimedia H.324 .....	31
2.5.3.	Pengiriman Paket Pada <i>Streaming</i> .....	32
2.5.3.1.	<i>Unicast</i> .....	32
2.5.3.2.	<i>Multicast</i> .....	32
2.6.	TV <i>Over IP (Internet Protocol)</i> Menggunakan Jaringan Speedy .....	33
2.6.1.	Paketisasi Multimedia .....	33
2.6.2.	<i>Bandwidth</i> Multimedia .....	34
2.7.	Parameter-Parameter Performansi Pada TV <i>Over IP (Internet Protocol)</i> Menggunakan Jaringan Speedy .....	35
2.7.1.	<i>Throughput</i> .....	35
2.7.2.	Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima .....	35
2.7.3.	<i>Packet Loss</i> .....	36
2.7.4.	<i>Delay End To End</i> .....	36
2.7.4.1.	<i>Delay</i> Enkapsulasi Dan Dekapsulasi .....	37
2.7.4.2.	<i>Delay</i> Transmisi .....	39
2.7.4.3.	<i>Delay</i> Propagasi .....	40
2.7.4.4.	<i>Delay</i> Antrian .....	41
2.7.5.	<i>Delay Jitter</i> .....	42

### BAB III. METODOLOGI

3.1.	Studi Literatur .....	44
3.2.	Perancangan TV <i>Over IP (Internet Protocol)</i> Menggunakan Jaringan Speedy .....	44
3.3.	Pengujian .....	45
3.4.	Pengambilan Data .....	45
3.5.	Analisis .....	46
3.6.	Pengambilan Kesimpulan .....	46

## **BAB IV. PERANCANGAN TV OVER IP (*INTERNET PROTOCOL*) MENGGUNAKAN JARINGAN SPEEDY**

4.1. Umum .....	47
4.2. Perancangan TV <i>Over IP (Internet Protocol)</i> Dengan Metode <i>Streaming</i> .....	47
4.2.1. Perancangan <i>Video on Demand (VoD)</i> .....	47
4.2.1.1. Cara Kerja <i>Video on Demand (VoD)</i> .....	47
4.2.1.2. Diagram Alir Dari Cara Kerja <i>Video on Demand (VoD)</i> .....	49
4.2.1.3. Parameter-Parameter Aplikasi Pada <i>Video on Demand (VoD)</i>	51
4.2.2. Perancangan <i>Live TV</i> .....	51
4.2.2.1. Cara Kerja <i>Live TV</i> .....	51
4.2.2.2. Diagram Alir Dari Cara Kerja <i>Live TV</i> .....	53
4.2.2.3. Parameter-Parameter Aplikasi Pada <i>Live TV</i> .....	55
4.3. Perancangan Penerapan Perangkat Keras Dan <i>Interface</i> .....	55
4.4. Perancangan Penerapan Perangkat Lunak .....	57
4.4.1. Perancangan <i>Client Interface (Active Document)</i> Dan Halaman Pendukung .....	57
4.4.2. Penerapan Perangkat Lunak Di Sisi <i>Client</i> .....	62
4.4.3. Penerapan Perangkat Lunak Di Sisi <i>Server</i> .....	62

## **BAB V. PENGUJIAN DAN ANALISIS**

5.1. Pengujian .....	63
5.1.1. Pengujian Interkoneksi <i>Server</i> Dengan <i>Client</i> .....	64
5.1.2. Pengujian Halaman Pendukung Pada TV <i>Over IP(Internet Protocol)</i>	64
5.1.2.1. Pengujian <i>Homepage</i> .....	64
5.1.2.2. Pengujian Halaman Instalasi .....	65
5.1.2.3. Pengujian Halaman <i>Download</i> .....	65
5.1.2.4. Pengujian Halaman <i>Video on Demand (VoD)</i> .....	66
5.1.2.5. Pengujian Halaman <i>Live TV</i> .....	66
5.1.3. Pengujian Kualitas Audio Dan Visual Pada TV <i>Over IP (Internet Protocol)</i> .....	67
5.1.3.1. Pengujian Kualitas Audio Dan Visual Pada <i>Video on Demand (VoD)</i> .....	67
5.1.3.2. Pengujian Kualitas Audio Dan Visual Pada <i>Live TV</i> .....	67
5.2. Analisis .....	68
5.2.1. Analisis Paketisasi Multimedia .....	68

5.2.2. Analisis <i>Bandwidth</i> Multimedia .....	70
5.2.3. Analisis <i>Throughput</i> .....	71
5.2.3.1. Analisis <i>Throughput Video on Demand</i> (VoD) .....	71
5.2.3.2. Analisis <i>Throughput Live TV</i> .....	72
5.2.4. Analisis Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima .....	73
5.2.4.1. Analisis Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima <i>Video on Demand</i> (VoD).....	73
5.2.4.2. Analisis Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima <i>Live TV</i> ..	74
5.2.5. Analisis <i>Packet Loss</i> .....	76
5.2.5.1. Analisis <i>Packet Loss Video on Demand</i> (VoD) .....	76
5.2.5.2. Analisis <i>Packet Loss Live TV</i> .....	78
5.2.6. Analisis <i>Delay End To End</i> .....	79
5.2.6.1. Analisis <i>Delay End To End Video on Demand</i> (VoD) .....	87
5.2.6.2. Analisis <i>Delay End To End Live TV</i> .....	89
5.2.7. Analisis <i>Delay Jitter</i> .....	90
5.2.7.1. Analisis <i>Delay Jitter Video on Demand</i> (VoD) .....	91
5.2.7.2. Analisis <i>Delay Jitter Live TV</i> .....	92
<b>BAB VI. PENUTUP</b>	
6.1. Kesimpulan.....	93
6.2. Saran.....	95

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## RINGKASAN

JOKO SISWANTO, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Oktober 2007, *Perancangan TV Over IP (Internet Protocol) Menggunakan Jaringan Speedy*, Dosen Pembimbing : Ir. H. Erfan Achmad D. dan Rudy Yuwono., ST. MSc.

TV *Over IP (Internet Protocol)* adalah penyiaran program acara televisi melalui internet. Di Indonesia, TV *Over IP (Internet Protocol)* belum sepenuhnya dinikmati oleh masyarakat. Mahalnya biaya koneksi internet (karena biaya instalasi jaringan baru) dan kecepatan transmisi yang rendah menjadi salah satu penyebabnya. PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk. pada tahun 2004 telah meluncurkan layanan akses internet berbasis *Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)* pada jaringan akses tembaga dengan nama Speedy. Speedy memberikan kecepatan akses hingga 384 atau 512 kbps *downstream* dan 64 kbps *upstream* dari *Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM)* ke pelanggan. Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut dan dengan mengacu pada karakteristik jaringan Speedy maka pada skripsi ini dibuat perancangan TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy.

TV *Over IP (Internet Protocol)* ini dirancang dengan *bandwidth* 268,692 kbps menggunakan konsep *server – client* yang bersifat *unicast* dan berbasis *World Wide Web (WWW)* dimana *client* memainkan suatu data multimedia dengan cara men-download data itu dari sebuah komputer *server* (*langsung/live* maupun tidak langsung/*prerecorded*) kemudian memainkannya tanpa menunggu seluruh data tersebut selesai di-download dalam bentuk *Video on Demand (VoD)* dan *Live TV*. Selanjutnya TV *Over IP (Internet Protocol)* yang dirancang tersebut diuji dengan cara men-download data multimedia yang telah disediakan *server* menggunakan jaringan Speedy *existing* paket *Home* . Dari pengujian ini diperoleh data primer. Kemudian dengan menggunakan data primer dan sekunder, TV *Over IP (Internet Protocol)* dianalisis performansinya. Hasil dari analisis ini digunakan untuk pengambilan kesimpulan.

Dari hasil pengujian diketahui bahwa terdapat *delay* audio dan visual pada awal penerimaan *Video on Demand (VoD)* dan *Live TV*. Selain itu, secara keseluruhan terdapat *delay* audio dan visual antara penerimaan di sisi *server* dengan penerimaan di sisi *client* pada *Live TV*. Setelah dianalisis diperoleh *throughput* dengan range 16,667 – 23,256 paket/s, kecepatan transmisi rata-rata yang diterima dengan range 192,606 – 252,495 kbps, prosentase *packet loss* dengan range 0,557 – 8,760 %, prosentase paket dengan *delay end to end* lebih besar dari 400 ms dengan range 0 – 2,760 %, dan *delay jitter* rata-rata dengan range 0,043397 – 0,060260 s.

**Kata Kunci :** TV *Over IP (Internet Protocol)*, Speedy, Streaming, *Video on Demand (VoD)*, dan *Live TV*.



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi telekomunikasi semakin pesat, salah satu diantaranya adalah teknologi penyiaran televisi. Terbatasnya jarak jangkauan merupakan salah satu alasan timbulnya usaha penyiaran program acara televisi menggunakan jaringan komputer yang dikenal dengan *TV Over IP (Internet Protocol)*. *TV Over IP (Internet Protocol)* dapat dibuat dengan menggunakan metode *streaming* yang bersifat *multicast* atau *unicast* pada suatu jaringan komputer misalnya internet.

Sementara itu, jumlah jaringan akses tembaga sangat besar sehingga ditinjau dari aspek ekonomis sangat menguntungkan untuk dioptimalkan. Dengan teknologi *Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)*, jaringan akses tembaga dapat dioptimalkan sehingga mampu digunakan untuk komunikasi suara, teks, audio dan video. Pada tahun 1998 ADSL ditetapkan sebagai standar akses internet dengan kecepatan yang bisa diubah-ubah dengan nama ANSI T1.413 Issue 2 (Candra Dermawan, 2003 : 5).

PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk. selaku pemilik jaringan akses tembaga terbesar di Indonesia pada tahun 2004 telah meluncurkan layanan akses internet *broadband* berbasis ADSL pada jaringan akses tembaga dengan nama Speedy. Speedy memberikan kecepatan akses hingga 384 atau 512 kbps *downstream* dan 64 kbps *upstream* dari *Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM)* ke pelanggan (PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk, 2006 : 3). Berdasarkan standar *American National Standards Institute (ANSI) T1.413 Issue 2* kecepatan ADSL dapat mencapai 14,2 Mbps untuk *downstream* dan 1,5 Mbps untuk *upstream* (Behrouz A. Forouzan, 2001 : 255).

Di Indonesia, *TV Over IP (Internet Protocol)* belum sepenuhnya dinikmati oleh masyarakat. Mahalnya biaya koneksi internet (karena biaya instalasi jaringan baru) dan kecepatan transmisi yang rendah menjadi salah satu penyebabnya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dan dengan melihat karakteristik jaringan Speedy maka pada skripsi ini akan dibuat perancangan *TV Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy.



## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas maka pada skripsi ini pembahasannya ditekankan pada :

1. Bagaimana merancang TV *Over IP (Internet Protocol)* dengan metode *streaming* menggunakan jaringan Speedy ?
2. Bagaimana merancang penerapan perangkat keras dan *interface* pada TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy ?
3. Bagaimana merancang penerapan perangkat lunak pada TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy ?
4. Bagaimana performansi TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy, dengan parameter *throughput*, kecepatan transmisi rata-rata diterima, *packet loss*, *delay end to end*, dan *delay jitter* ?

## 1.3. Ruang Lingkup

Berdasarkan penekanan pembahasan di atas maka ruang lingkup pada skripsi ini adalah :

1. TV *Over IP (Internet Protocol)* yang dimaksudkan di sini adalah *client* men-*download* data multimedia dari *server* kemudian memainkannya tanpa menunggu seluruh data tersebut selesai di-*download*, dalam bentuk *Video on Demand (VoD)* dan *Live TV*.
2. Pilihan data multimedia telah dipersiapkan oleh *server* sebelumnya.
3. Yang dimaksud data dalam skripsi ini adalah data dalam format digital.
4. Jaringan Speedy yang digunakan adalah jaringan Speedy *existing* paket *Home*.
5. Standar jaringan yang digunakan yaitu standar IEEE 802.3 (*Ethernet II*).
6. Menggunakan program aplikasi *VideoLAN Client (VLC) 0.7.2-win32* dan *0.8.6b-win32* sebagai media *player*.
7. Menggunakan bahasa pemrograman *HTML* dan *Javascript* untuk *client interface (active document)*.
8. Menggunakan Apache Tomcat 5.5.20. sebagai *web server*.
9. Menggunakan Mozilla Firefox 1.5. sebagai *web browser*.

## 1.4. Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah merancang TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy.

## 1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

### BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan.

### Bab II Tinjauan Pustaka

Memuat teori tentang *World Wide Web* (WWW) sebagai basis aplikasi TV *Over IP (Internet Protocol)* yang dirancang, protokol TCP/IP sebagai pengatur pertukaran data di internet, Speedy sebagai layanan akses internet, dan *streaming* sebagai metode yang digunakan *client* untuk mengakses data multimedia dari *server* pada TV *Over IP (Internet Protocol)* serta parameter-parameter yang digunakan dalam pengukuran performansi TV *Over IP (Internet Protocol)*.

### BAB III Metodologi

Memuat studi literatur, perancangan TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy, pengujian, pengambilan data, dan analisis serta pengambilan kesimpulan.

### BAB IV Perancangan TV *Over IP (Internet Protocol)* Menggunakan Jaringan Speedy

Memuat perancangan TV *Over IP (Internet Protocol)* dengan metode *streaming* menggunakan jaringan Speedy, perancangan penerapan perangkat keras dan *interface* pada TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy, dan perancangan penerapan perangkat lunak pada TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy.

### BAB V Pengujian dan Analisis

Memuat pengujian TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy *existing* dan analisis performansi TV *Over IP (Internet Protocol)*.

### BAB VI Penutup

Memuat kesimpulan dan saran tentang TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy yang telah dirancang.

### BAB III METODOLOGI

Tujuan penulisan skripsi ini adalah merancang TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy. Untuk merancang TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy tersebut, metodologi yang digunakan adalah

#### 3.1. Studi Literatur

Mempelajari teori tentang *World Wide Web (WWW)* sebagai basis aplikasi TV *Over IP (Internet Protocol)* yang dirancang, protokol TCP/IP sebagai pengatur pertukaran data di internet, Speedy sebagai layanan akses internet, dan *streaming* sebagai metode yang digunakan *client* untuk mengakses data multimedia dari *server* pada TV *Over IP (Internet Protocol)* serta parameter-parameter yang digunakan dalam pengukuran performansi TV *Over IP (Internet Protocol)*.

#### 3.2. Perancangan TV *Over IP (Internet Protocol)* Menggunakan Jaringan Speedy

Dari literatur yang dipelajari maka perancangan TV *over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

- Perancangan TV *Over IP (Internet Protocol)* dengan metode *streaming* meliputi cara kerja, diagram alir dari cara kerja dan parameter-parameter aplikasi yang direncanakan.
- Perancangan penerapan perangkat keras dan *interface* pada TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy meliputi internet dan jaringan Speedy, komputer sebagai *server/client*, TV *tuner* pada *server*, satu *set outdoor* antena dan *indoor booster*, *Network Interface Card (NIC)/Local Area Connection (LAN)* Card sebagai *interface* komputer dengan media transmisi *Unshielded Twisted Pairs (UTP)*, *modem ADSL* pada sisi *Costumer Premises Equipment (CPE)* sebagai *interface client* dengan jaringan Speedy, *splitter* sebagai pemisah sinyal suara dengan data dan UTP CAT 5, kabel *coaxial 75 Ω* sebagai media transmisi.
- Perancangan penerapan perangkat lunak pada TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy meliputi *client interface (active document)*, media *player* dan *web browser* untuk *client*, dan media *player* dan *web server* untuk *server*.



### 3.3. Pengujian

Pengujian pada skripsi ini bertujuan untuk mengetahui apakah TV *Over IP* (*Internet Protocol*) yang dirancang sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Pengujian ini meliputi :

1. Pengujian interkoneksi *server* dengan *client*.
2. Pengujian halaman pendukung pada TV *Over IP* (*Internet Protocol*), meliputi :
  - Pengujian *Homepage*.
  - Pengujian Halaman instalasi.
  - Pengujian Halaman *download*.
  - Pengujian Halaman *Video on Demand* (VoD).
  - Pengujian Halaman *Live TV*.
3. Pengujian kualitas audio dan visual pada TV *Over IP* (*Internet Protocol*).

### 3.4. Pengambilan Data

Data-data yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah data primer dan data sekunder.

#### a. Data primer

Data primer adalah data yang didapatkan dari proses pengujian, data primer yang diperoleh adalah:

- Kecepatan *encoding* audio dan video serta kecepatan data/kontrol.
- Jumlah paket yang diterima.
- *Round Trip Time* (RTT) paket.
- Panjang data yang dikirim dan diterima.
- Total waktu transmisi.

#### b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari berbagai buku, jurnal-jurnal, PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk dan internet. Beberapa data sekunder yang diperoleh antara lain :

- Kecepatan transmisi rata-rata diterima untuk Speedy paket *Home* adalah 40 kB/s.
- Panjang *header* TCP sebesar 20 byte/paket.
- Panjang *header* IP sebesar 20 byte/paket.

- Panjang *header Ethernet* II sebesar 14 *byte/paket*.
- *Maximum Transfer Unit (MTU) Point to Point Protocol over Ethernet* (PPPoE) sebesar 1492 *byte/paket* menurut RFC 2516.
- Kapasitas media transmisi UTP kategori 5 maksimal 100 Mbps.

### 3.5. Analisis

Setelah selesai diuji selanjutnya TV *Over IP (Internet Protocol)* dianalisis, hasilnya untuk digunakan sebagai bahan pengambilan kesimpulan. Analisis dilakukan secara matematis dengan menggunakan persamaan-persamaan yang ada pada bagian tinjauan pustaka. Analisis tersebut antara lain :

- Analisis paketisasi multimedia
- Analisis *bandwidth* multimedia
- Analisis *throughput*
- Analisis kecepatan transmisi rata-rata diterima
- Analisis *packet loss*
- Analisis *delay end to end*
- Analisis *delay jitter*

### 3.6. Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan hasil yang diperoleh dari proses analisis.



## **BAB IV**

### **PERANCANGAN TV OVER IP (*INTERNET PROTOCOL*) MENGGUNAKAN JARINGAN SPEEDY**

#### **4.1. Umum**

TV *Over IP (Internet Protocol)* yang dimaksudkan di sini adalah *client* men-download data multimedia dari *server* kemudian memainkannya tanpa menunggu seluruh data tersebut selesai di-download, dalam bentuk *Video on Demand* (VoD) dan *Live TV*. Sedangkan Speedy adalah layanan akses internet berbasis ADSL pada jaringan akses tembaga yang memberikan kecepatan akses hingga 384 kbps atau 512 kbps *downstream* dan 64 kbps *upstream* dari *Digital Subscriber Line Access Multiplexer* (DSLAM) ke pelanggan.

Pada bab ini akan dijelaskan mekanisme perancangan TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy yang meliputi perancangan TV *Over IP (Internet Protocol)* dengan metode *streaming*, perancangan penerapan perangkat keras dan *interface* serta perancangan penerapan perangkat lunak yang digunakan.

#### **4.2. Perancangan TV *Over IP (Internet Protocol)* Dengan Metode *Streaming***

Dalam skripsi ini digunakan jaringan Speedy *existing* paket *Home* dengan kecepatan akses hingga 384 kbps *downstream* dan 64 kbps *upstream* serta kecepatan transmisi rata-rata yang diterima 320 kbps. Perancangan TV *over IP (Internet Protocol)* ini meliputi :

##### **4.2.1. Perancangan *Video on Demand* (VoD)**

*Video on Demand* (VoD) menggunakan *prerecorded streaming* (secara tidak langsung) dalam artian tidak perlu melakukan proses digitisasi terhadap jenis-jenis informasi yang akan ditransmisikan. Jenis-jenis informasi tersebut telah dipersiapkan oleh *server* dalam bentuk data multimedia. *Client* menggunakan jaringan Speedy untuk mengakses data multimedia yang disediakan oleh *server*.

###### **4.2.1.1. Cara Kerja *Video on Demand* (VoD)**

Cara kerja *Video on Demand* (VoD) ini adalah sebagai berikut :

1. *Server* dan *web server* harus siap (*stand by*).
2. Pada *database server*, diletakkan pilihan data multimedia dan *active document* untuk *Video on Demand* (VoD).
3. *Client* menggunakan Mozilla Firefox, yang sudah disisipi dengan *VideoLAN Client* (VLC) media player, sebagai *web browser*.

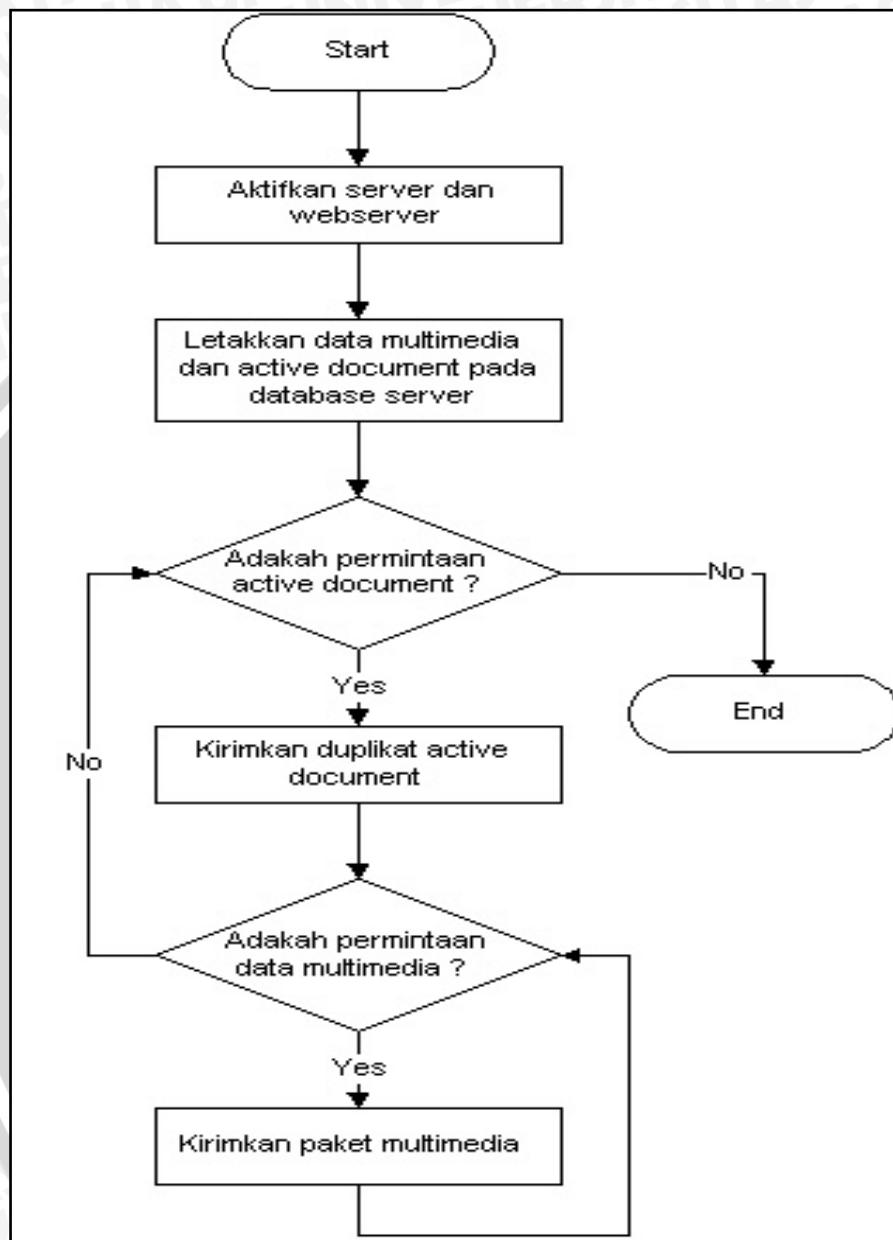


4. *Client* meminta *active document* kepada *server* dengan cara mengetikkan URL (*Uniform Resource Locator*) dari *server* pada kotak URL Mozilla Firefox. Misalnya <http://202.91.13.73/TVoIP/vod.html>
5. *Server* mengirimkan duplikat dari *active document* yang dimaksud kepada *client*.
6. *Client* mengeksekusi duplikat *active document* tersebut.
7. *Client* memilih data multimedia yang telah dipersiapkan oleh *server* sebelumnya.
8. *Server* merespon permintaan *client* tersebut dengan mengirimkan paket multimedia yang dikehendaki
9. *Client* menerima paket multimedia tersebut dan dimasukkan ke dalam *buffer*. Segera setelah *buffer* penuh, paket multimedia di-*decode* dan dimainkan dengan media *player* yang telah tersedia.
10. Hubungan interaktif antara *client* dengan *server* pada *Video on Demand* (VoD) dalam bentuk :
  - Pilihan Video
  - Play Video
  - Pause Video
  - Stop Video dan
  - Fullscreen



#### 4.2.1.2. Diagram Alir Dari Cara Kerja *Video on Demand* (VoD)

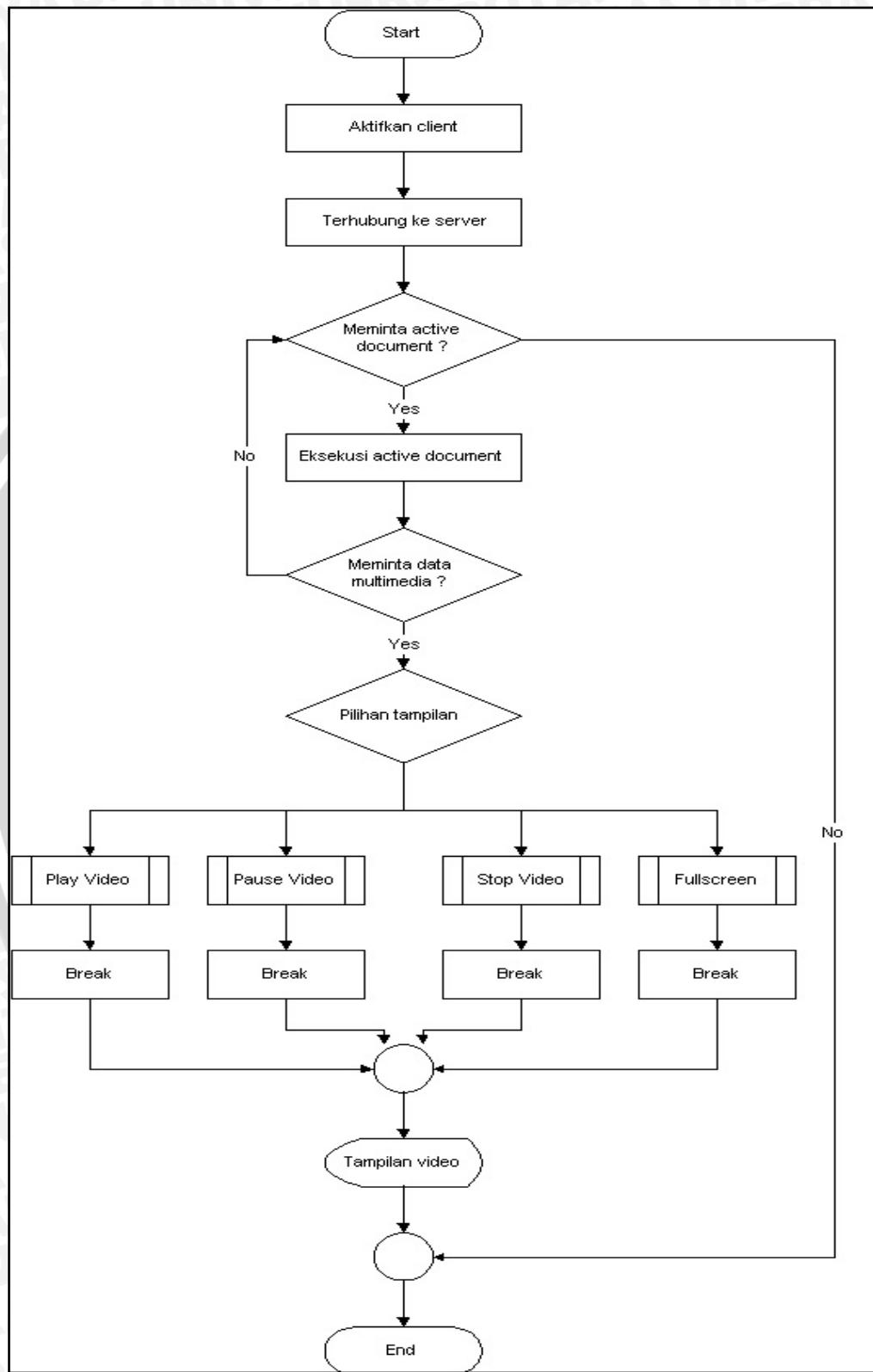
Diagram alir dari cara kerja *Video on Demand* (VoD) pada sisi *server* ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Diagram Alir Dari Cara Kerja *Video on Demand* (VoD) Pada Sisi Server  
Sumber : Perencanaan



Sedangkan diagram alir dari cara kerja *Video on Demand* (VoD) pada sisi *client* ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



**Gambar 4.2.** Diagram Alir Dari Cara Kerja *Video on Demand* (VoD) Pada Sisi *Client*  
Sumber : Perencanaan

#### 4.2.1.3. Parameter-Parameter Aplikasi Pada *Video on Demand* (VoD)

Parameter-parameter aplikasi yang digunakan pada *Video on Demand* (VoD) adalah sebagai berikut :

a. Audio

<i>Codec</i>	: Advanced Audio Codec – Low Delay (AAC – LD)
<i>Data rate</i>	: 64 kbps
<i>Frekuensi sampling</i>	: 44,1 kHz

b. Video

Tipe sinyal	: Phase Alternation Line (PAL)
Ukuran <i>frame</i>	: 176 x 144
<i>Frekuensi frame</i>	: 25 fps
<i>Codec</i>	: DivX/Moving Picture Experts Group - 4 (MPEG-4)
<i>Data rate</i>	: 192 kbps
<i>Sample Size</i>	: 16 bit/pixel
Durasi	: 31 s

c. Protokol Komunikasi

Protokol komunikasi yang digunakan antara lain :

- *Hypertext Transfer Protokol 1.1.* (HTTP 1.1.)
- *Transmission Control Protocol* (TCP) dengan *header* sebesar 20 byte
- *Internet Protocol* (IP) dengan *header* sebesar 20 byte
- *Ethernet II* dengan *header* sebesar 14 byte

#### 4.2.2. Perancangan *Live TV*

*Live TV* menggunakan *live streaming* (secara langsung) dalam artian perlu melakukan proses digitisasi terhadap jenis informasi yang akan ditransmisikan. Berbagai jenis informasi tersebut dimultipleks dan kemudian dikirimkan sebagai paket multimedia oleh media *player* ke *server*. *Client* menggunakan jaringan Speedy untuk meminta duplikat paket multimedia ke *server*.

##### 4.2.2.1. Cara Kerja *Live TV*

Cara kerja *Live TV* ini adalah sebagai berikut :

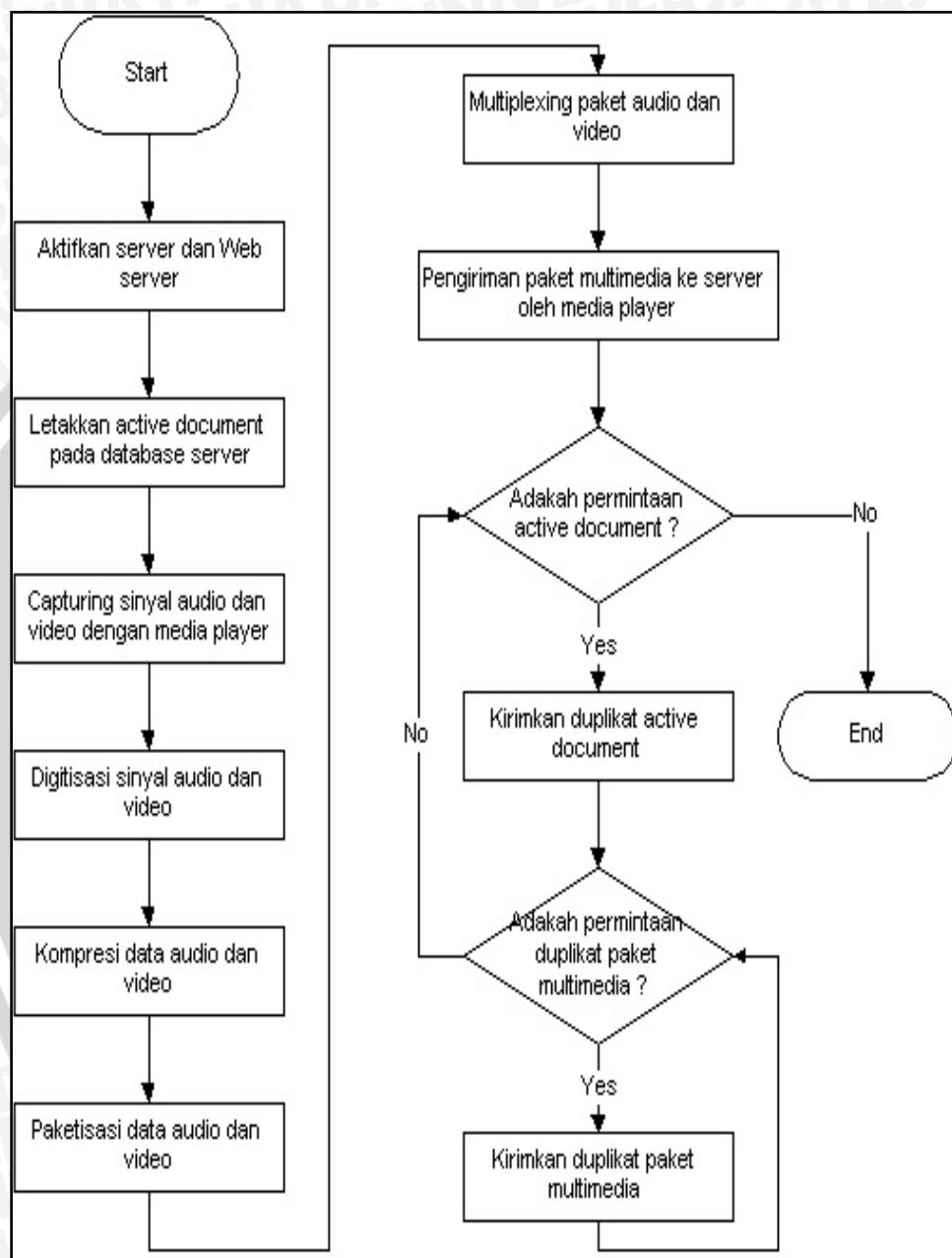
1. *Server* dan *web server* harus siap (*stand by*).
2. Pada *database server*, diletakkan *active document* untuk *Live TV*.

3. *Server* melakukan *capturing* sinyal audio dan video dari siaran televisi *terrestrial* yang ditangkap oleh antena sebuah internal TV *tuner* dengan media *player*.
4. Sinyal audio dan video tersebut selanjutnya di-*encoding* menjadi data digital audio dan video.
5. Data digital audio dan video tersebut selanjutnya dikompres dan dipaketkan menjadi paket audio dan video.
6. Paket audio dan video tersebut selanjutnya dimultipleks menjadi paket multimedia.
7. Oleh media *player* paket multimedia tersebut selanjutnya dikirimkan ke *server* dengan *port* tertentu. Misalnya 202.91.13.73:1234
8. *Client* menggunakan Mozilla Firefox, yang telah disisipi dengan *VideoLAN Client* (VLC) media *player*, sebagai *web browser*.
9. *Client* meminta *active document* kepada *server* dengan cara mengetikkan URL (*Uniform Resource Locator*) dari *server* pada kotak URL Mozilla Firefox. Misalnya <http://202.91.13.73/TVoIP/tv.html>
10. *Server* mengirimkan duplikat dari *active document* yang dimaksud kepada *client*.
11. *Client* mengeksekusi duplikat *active document* tersebut.
12. *Client* memilih stasiun televisi yang diinginkan yang berarti *client* telah meminta duplikat paket multimedia ke *server*.
13. *Server* merespon permintaan *client* tersebut dengan mengirimkan duplikat paket multimedia yang dikehendaki
14. *Client* menerima paket multimedia tersebut dan dimasukkan ke dalam *buffer*. Segera setelah *buffer* penuh, paket multimedia di-*decode* dan dimainkan dengan media *player* yang telah tersedia.
15. Hubungan interaktif antara *client* dengan *server* pada *Live TV* dalam bentuk :
  - Pilihan stasiun televisi
  - *Play TV*
  - *Stop TV* dan
  - *Fullscreen*



#### 4.2.2.2. Diagram Alir Dari Cara Kerja Live TV

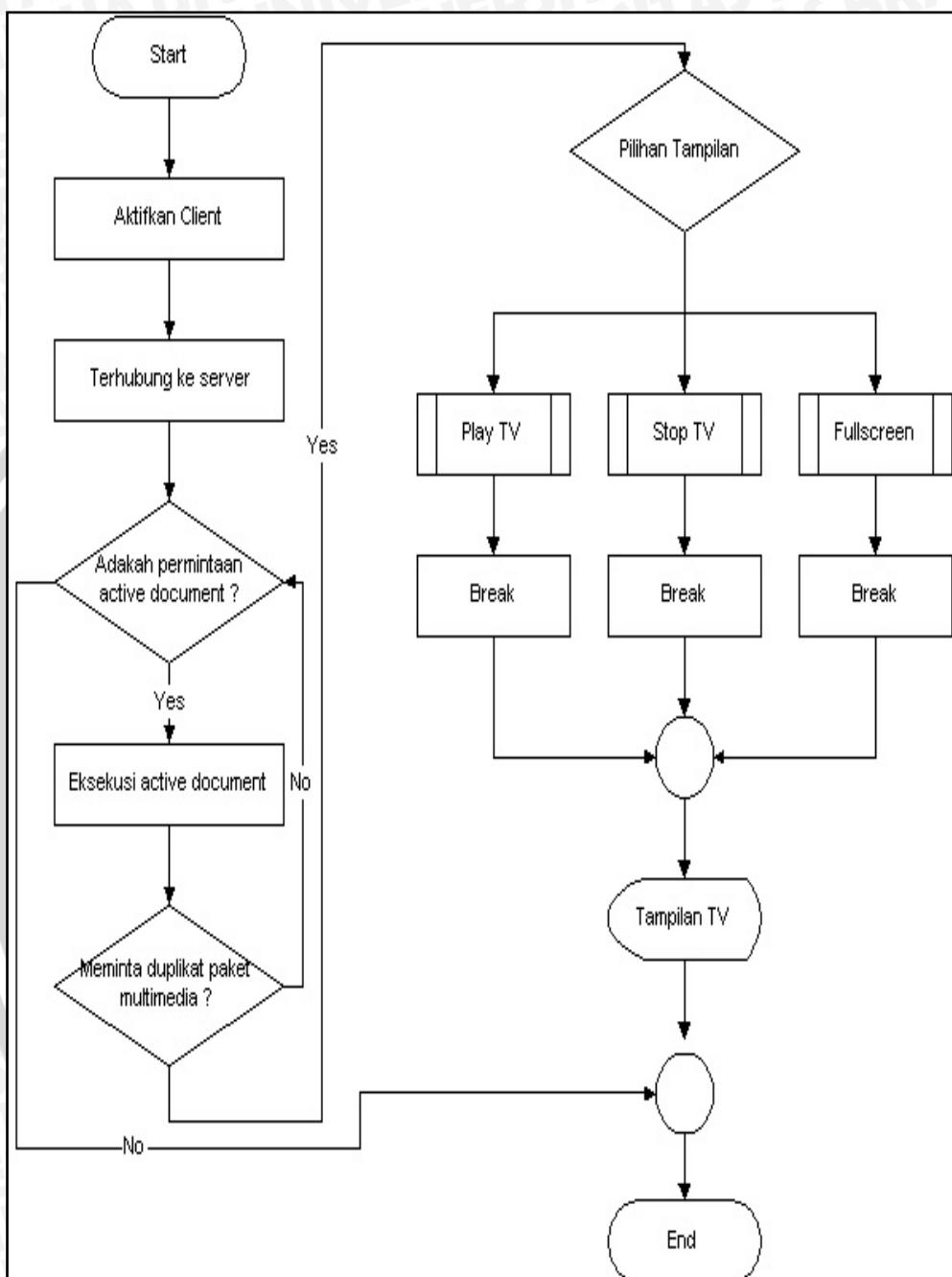
Diagram alir dari cara kerja *Live TV* pada sisi *server* ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



**Gambar 4.3.** Diagram Alir Dari Cara Kerja Live TV Pada Sisi Server  
Sumber : Perencanaan



Sedangkan diagram alir dari cara kerja *Live TV* pada sisi *client* ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



**Gambar 4.4.** Diagram Alir Dari Cara Kerja *Live TV* Pada Sisi *Client*

Sumber : Perencanaan

#### 4.2.2.3. Parameter-Parameter Aplikasi Pada *Live TV*

Parameter-parameter aplikasi yang digunakan pada *Live TV* adalah sebagai berikut :

a. Audio

<i>Codec</i>	: Advanced Audio Codec – Low Delay (AAC – LD)
<i>Data rate</i>	: 64 kbps
<i>Frekuensi sampling</i>	: 44,1 kHz

b. Video

Tipe sinyal	: Phase Alternation Line (PAL)
Ukuran <i>frame</i>	: 176 x 144
<i>Frekuensi frame</i>	: 25 fps
<i>Codec</i>	: DivX/Moving Picture Experts Group - 4 (MPEG-4)
<i>Data rate</i>	: 192 kbps
<i>Sample Size</i>	: 16 bit
Durasi	: 23 s, 21 s, 14 s, 23 s, 15 s

c. Protokol Komunikasi

Protokol komunikasi yang digunakan antara lain :

- *Hypertext Transfer Protokol 1.1.* (HTTP 1.1.)
- *Transmission Control Protocol* (TCP) dengan *header* sebesar 20 byte
- *Internet Protocol* (IP) dengan *header* sebesar 20 byte
- *Ethernet II* dengan *header* sebesar 14 byte

#### 4.3. Perancangan Penerapan Perangkat Keras dan *Interface*

Penerapan perangkat keras dan *interface* yang direncanakan pada TV *Over IP* (*Internet Protocol*) adalah sebagai berikut :

1. Sebuah internet (untuk *server*) dengan spesifikasi :

- Paket Layanan : *Colocation*
- Kecepatan Akses : 1 Mbps (*Downstream*) dan 1 Mbps (*Upstream*)

2. Sebuah jaringan Speedy (untuk *client*) dengan spesifikasi :

- Paket Layanan : *Home*
- Kecepatan Akses : hingga 384 kbps (*Downstream*) dan 64 kbps (*Upstream*)

3. Dua buah komputer dengan spesifikasi masing masing :

- Komputer 1, sebagai *server* :
  - a. *Operating System* : Microsoft Windows XP Home Edition (5.1 Build 2600)
  - b. *Processor* : Intel (R) Pentium (R) 4 CPU 2.8 GHz
  - c. *RAM (Random Acces Memory)* : 512 MB
  - d. *LAN Card* atau *NIC (Network Interface Card)* : Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC.
  - e. *VGA* : ATI RADEON XPRESS 200 series
  - f. *Sound Card full duplex* : Realtek Internal High Definition Audio Bus Type WDM
- Komputer 2, sebagai *client* :
  - a. *Operating System* : Microsoft Windows XP Professional (5.1 Build 2600)
  - b. *Processor* : Intel (R) Pentium (R) 4 CPU 2.66 GHz
  - c. *RAM (Random Acces Memory)* : 256 MB
  - d. *LAN Card* atau *3 Com Gigabit LOM (3C940)* : 3 Com Gigabit LOM (3C940)
  - e. *VGA* : RADEON 9200 series
  - f. *Sound Card full duplex* : Sound Max Digital Audio

4. Sebuah internal TV *tuner* dengan spesifikasi :

- *Manufacturer* : Conexant
- *Merk* : KWORLD-Mpeg TV Station/PCI
- *Video Capture* : BtCap, WDM Video Capture (BtTuner, Philips WDM TvTuner dan BtXBar WDM Crossbar)
- *Audio Capture* : BtCap, WDM Audio Capture

5. Satu *set outdoor* antena dengan kabel koaksial  $75 \Omega$  dan *indoor booster*.

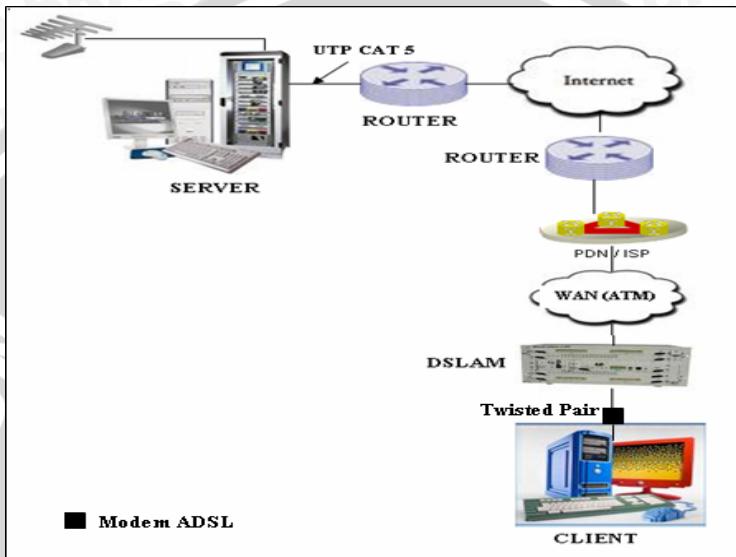
6. Sebuah *Splitter merk Aztech DSL 600 EU*.

7. Sebuah *modem ADSL* dengan spesifikasi :

- *Merk* : Aztech DSL 600 EU
- Kecepatan Akses : 26 Mbps (*Downstream*) dan 640 kbps (*Upstream*)
- Jenis Koneksi : PPPoE
- Jenis ADSL : G.DMT

8. Sebuah kabel UTP (*Cross*) EIA/TIA 568A-568B *Type EM CTP-LRN5 0.5 x 4P CAT 5 FUJIKURA lengkap dengan RJ-45 di kedua ujungnya.*
9. Sebuah kabel UTP (*Straight*) EIA/TIA 568B *Type BELDEN-AU CAT 5 IEC 1 lengkap dengan RJ-45 di kedua ujungnya.*

Penerapan perangkat keras dan *interface* ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



**Gambar 4.5.** Penerapan Perangkat Keras Dan *Interface*  
Sumber : Perencanaan

#### 4.4. Perancangan Penerapan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang diterapkan pada TV *Over IP (Internet Protocol)* adalah HTML dan *Javascript* untuk *client interface (active document)* dan halaman pendukung TV Over IP (Internet Protocol), *Apache Tomcat 5.5.20.* untuk *web server*, *VideoLAN Client (VLC)* sebagai *media player*, dan *Mozilla Firefox 1.5.* sebagai *web browser*.

##### 4.4.1. Perancangan *Client Interface (Active Document)* dan Halaman Pendukung

*Client interface (active document)* dan halaman pendukung yang direncanakan adalah

- *Homepage*

*Homepage* merupakan halaman yang digunakan untuk mendeskripsikan TV *Over IP (Internet Protocol)* yang dirancang, meliputi data multimedia yang diberikan dan mekanisme memperoleh data tersebut.



- Halaman Instalasi

Halaman instalasi merupakan halaman yang ditujukan untuk panduan instalasi Mozilla Firefox dan VideoLAN *Client* pada sisi *client*.

- Halaman *Download*

Halaman *download* merupakan halaman yang digunakan untuk meletakkan *hyperlink* untuk pen-*download*-an Mozilla Firefox dan VideoLAN *Client*.

- Halaman *Video on Demand* (VoD)

Halaman *Video on Demand* (VoD) merupakan halaman yang ditujukan untuk menampilkan video yang diminta. Halaman ini berisi *script* HTML dan Javascript yang memberikan kemampuan eksekusi pada sisi *client*, sehingga *client*-lah yang mengontrol jalannya proses *streaming*. Halaman *Video on Demand* (VoD) yang direncanakan ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



**Gambar 4.6.** Halaman *Video on Demand* (VoD)

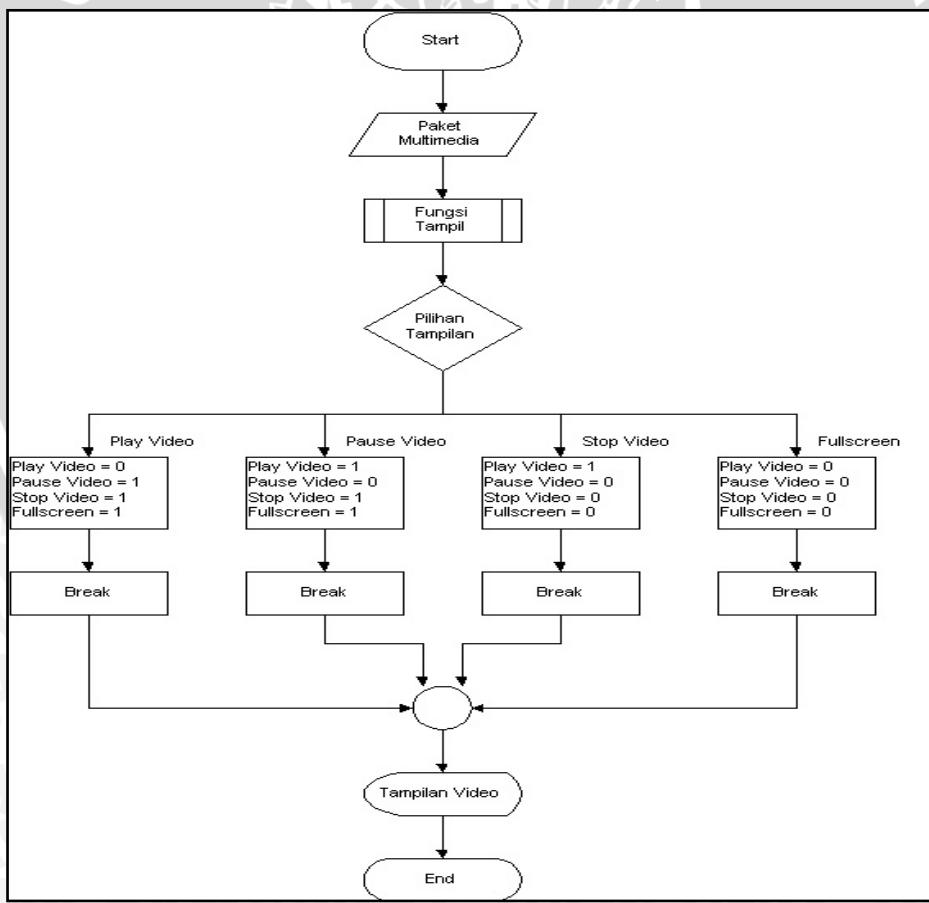
Sumber : Perencanaan

Pembuatan halaman *Video on Demand* (VoD) terdiri dari beberapa *point* yaitu :

1. Buat sebuah *page* dengan bahasa pemrograman HTML.
2. Sisipkan sebuah fungsi dengan bahasa pemrograman javascript untuk menampilkan paket multimedia dengan ukuran 400 x 300 dalam sebuah *frame* pada bagian *head* dari *page* yang telah dibuat pada *point* 1.

3. Embed-kan sebuah *Multipurpose Internet Mail Extensions* (MIME) dengan tipe *application/x-vlc-plugin* pada fungsi yang telah dibuat pada *point 2*.
4. Letakkan *hyperlink* untuk men-download data multimedia yang telah dipersiapkan di *database server* pada bagian *body* dari *page* yang telah dibuat pada *point 1*.
5. Buat sebuah *frame* untuk menampilkan paket multimedia dengan ukuran 400 x 300 pada bagian *body* dari *page* yang telah dibuat pada *point 1*.
6. Buat tombol dengan tipe *submit* dan metode *post* menggunakan bahasa pemrograman *javascript* yang diarahkan pada fungsi yang telah dibuat pada *point 2* pada bagian *body* dari *page* yang telah dibuat pada *point 1*. Tombol ini digunakan untuk mengontrol jalannya proses *streaming*.

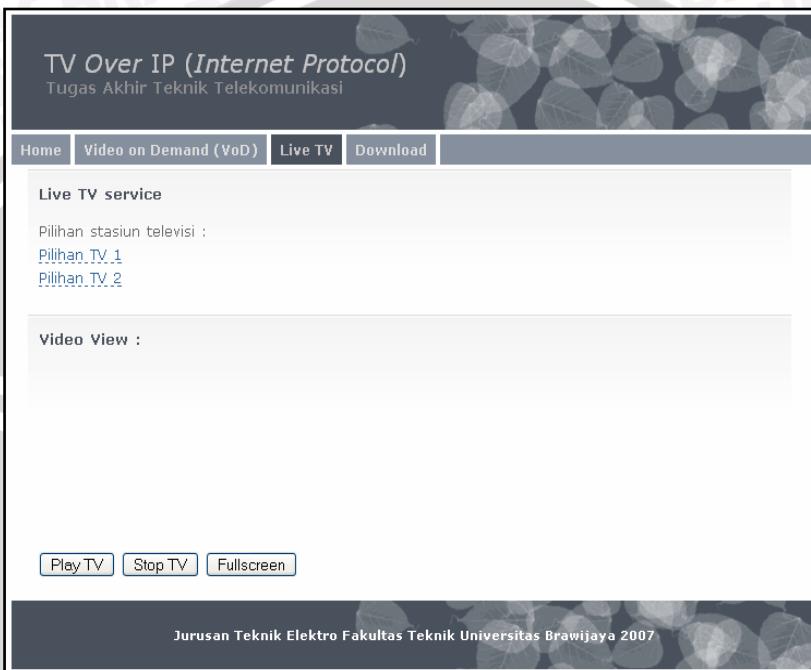
Diagram alir pemrograman pada halaman *Video on Demand* (VoD) ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



**Gambar 4.7.** Diagram Alir Pemrograman Pada Halaman *Video on Demand* (VoD)  
Sumber : Perencanaan

- Halaman *Live TV*

Halaman *Live TV* merupakan halaman yang ditujukan untuk menampilkan siaran televisi yang diminta. Halaman ini berisi *script HTML* dan *Javascript* yang memberikan kemampuan eksekusi pada sisi *client*, sehingga *client*-lah yang mengontrol jalannya proses *streaming*. Halaman *Live TV* yang direncanakan ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



**Gambar 4.8.** Halaman *Live TV*

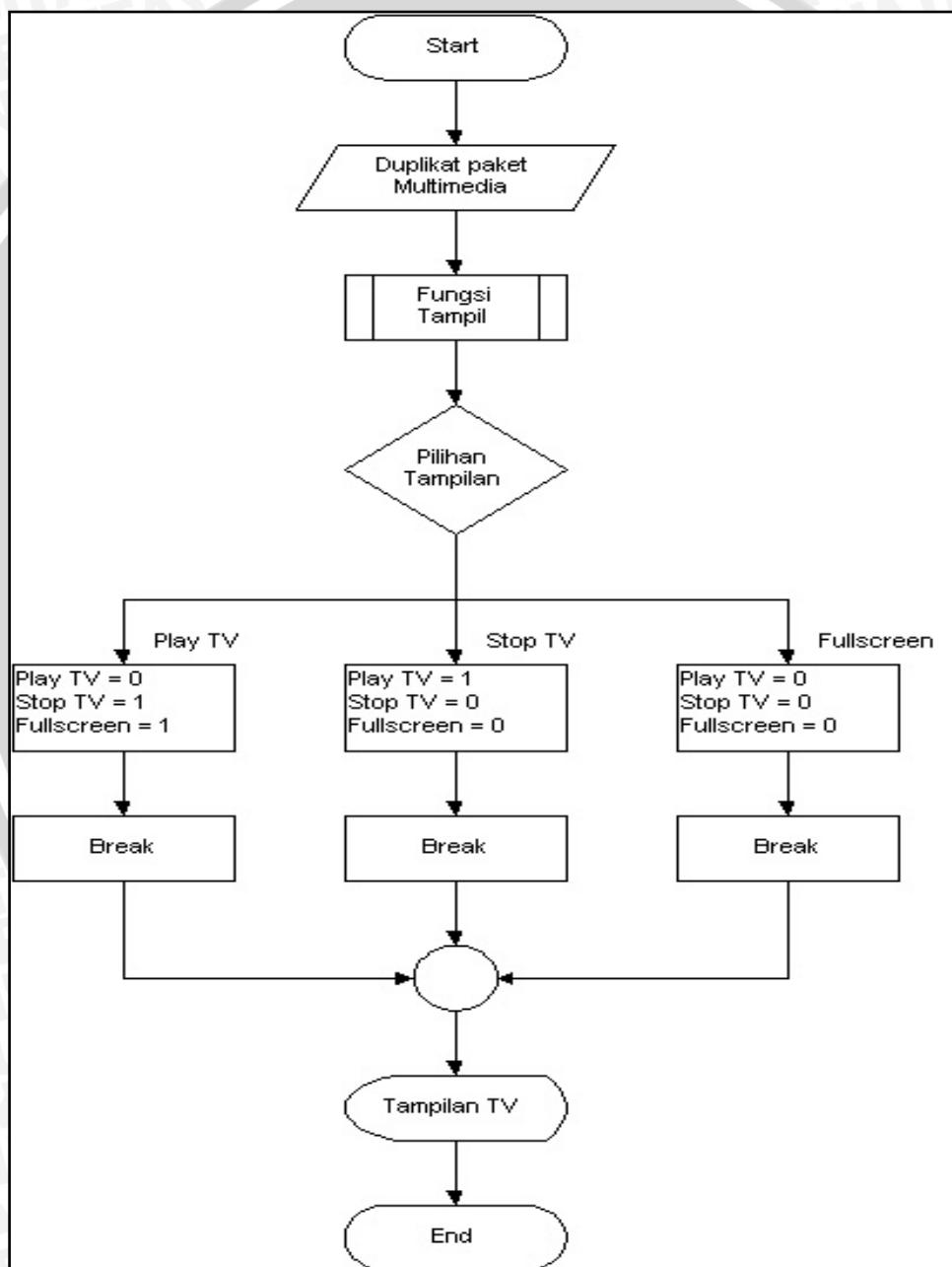
Sumber : Perencanaan

Pembuatan halaman *Live TV* terdiri dari beberapa *point* yaitu :

1. Buat sebuah *page* dengan bahasa pemrograman *HTML*.
2. Sisipkan sebuah fungsi dengan bahasa pemrograman *javascript* untuk menampilkan paket multimedia dengan ukuran 400 x 300 dalam sebuah *frame* pada bagian *head* dari *page* yang telah dibuat pada *point* 1.
3. *Embed*-kan sebuah *Multipurpose Internet Mail Extensions* (MIME) dengan tipe *application/x-vlc-plugin* pada fungsi yang telah dibuat pada *point* 2.
4. Letakkan *hyperlink* untuk meminta duplikat paket multimedia ke *server* pada bagian *body* dari *page* yang telah dibuat pada *point* 1.
5. Buat sebuah *frame* untuk menampilkan paket multimedia dengan ukuran 400 x 300 pada bagian *body* dari *page* yang telah dibuat pada *point* 1.

6. Buat tombol dengan tipe *submit* dan metode *post* menggunakan bahasa pemrograman *javascript* yang diarahkan pada fungsi yang telah dibuat pada *point 2* pada bagian *body* dari *page* yang telah dibuat pada *point 1*. Tombol ini digunakan untuk mengontrol jalannya proses *streaming*.

Diagram alir pemrograman pada halaman *Live TV* ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Diagram Alir Pemrograman Pada Halaman *Live TV*

Sumber : Perencanaan

#### 4.4.2. Penerapan Perangkat Lunak Di Sisi Client

Perangkat lunak yang digunakan di sisi *client* antara lain :

- Mozilla Firefox 1.5. sebagai *web browser*
- *VideoLAN Client (VLC) 0.7.2-win32* sebagai *media player*

*Client* harus menginstall Mozilla Firefox 1.5. dan *VideoLAN Client (VLC) 0.7.2-win32*.

Kemudian *VideoLAN Client (VLC)* disisipkan pada Mozilla Firefox 1.5. Dengan cara ini, paket multimedia yang datang akan dimainkan oleh *VideoLAN Client (VLC)* dan ditampilkan oleh Mozilla Firefox 1.5.

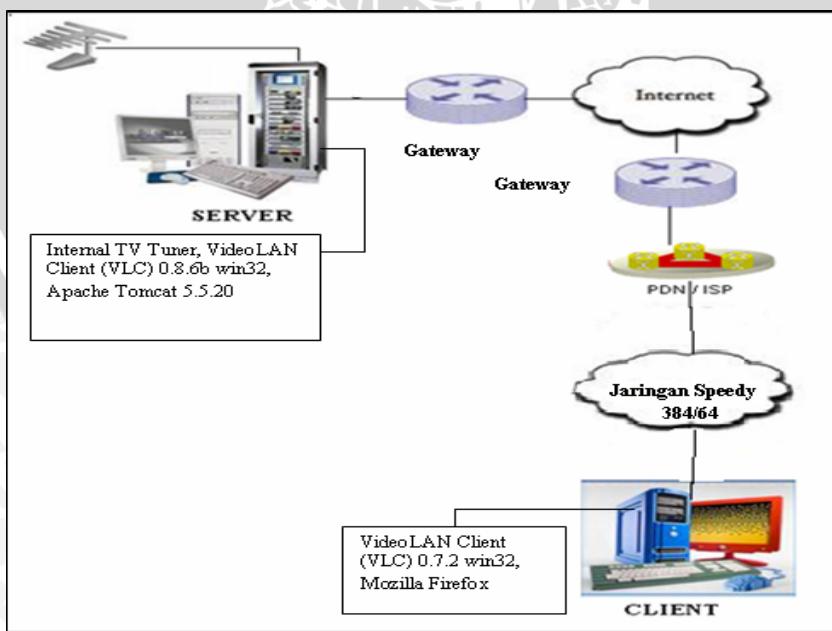
#### 4.4.3. Penerapan Perangkat Lunak Di Sisi Server

Perangkat lunak yang digunakan di sisi *server* antara lain :

- *Apache Tomcat 5.5.20.* untuk *web server*,
- *VideoLAN Client (VLC) 0.8.6b-win32* sebagai *media player*,

*Apache Tomcat 5.5.20.* diletakkan di *server*, digunakan untuk menghubungkan *client* dengan *server*. *VideoLAN Client (VLC) 0.8.6b-win32* digunakan untuk mengirimkan paket multimedia ke *server*.

Arsitektur TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



**Gambar 4.10.** Arsitektur TV *Over IP (Internet Protocol)* Menggunakan Jaringan Speedy  
Sumber : Perencanaan

## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian pada skripsi ini bertujuan untuk mengetahui apakah TV *Over IP* (*Internet Protocol*) yang dirancang sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Sedangkan analisis digunakan untuk mengukur performansi TV *Over IP* (*Internet Protocol*) tersebut.

#### 5.1. Pengujian

Pengujian pada TV *Over IP* (*Internet Protocol*) dilakukan dengan men-download data multimedia yang disediakan oleh *server* kemudian memainkannya tanpa menunggu seluruh data tersebut selesai di-download menggunakan jaringan Speedy *existing* paket *Home*. Pelaksanaan pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

- *Server* diletakkan di kantor PT. Nusantaratama Multi Media, Wisma UNIBRAW 15 Malang, Indonesia. *Server* menggunakan jaringan IndosatM2 dengan perincian :

IP Address	:	202.91.13.73
Subnet Mask	:	255.255.255.248
Default Gateway	:	202.91.13.78
DNS Servers	:	202.91.12.250
		202.91.13.1
- Akses *server* dilakukan di rumah Bapak Andi Santoso, Jl. Candi Sapto Argo 15 Malang dengan perincian :

No Telp	:	0341-492092
User Name	:	xxxxxxxxxxxx
IP Address	:	192.168.1.3
Subnet Mask	:	255.255.255.0
Default Gateway	:	192.168.1.1
- Pengujian *Video on Demand* (VoD) dilaksanakan pada 18 Juni 2007, pukul 16.00 – 18.00 WIB dengan durasi 31 s untuk setiap pengujian.
- Pengujian *Live TV* dilaksanakan pada 19 Juni 2007, pukul 06.00 – 07.00 WIB dengan durasi 23 s, 21 s, 14 s, 23 s, 15 s berturut-turut untuk Pengujian 1 - 5.
- Dalam pengujian ini digunakan program aplikasi untuk menganalisis protokol, Wireshark versi 0.99.5. Program aplikasi ini bekerja dengan menangkap semua paket data yang datang ke *Network Interface Card* (NIC) sebuah komputer yang terhubung ke internet.

Pengujian pada TV *Over IP (Internet Protocol)* meliputi :

### 5.1.1. Pengujian Interkoneksi Server Dengan Client

Pengujian interkoneksi *server* dengan *client* dilakukan dengan mengakses *server* melalui <http://202.91.13.73/TVoIP> . Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

**Tabel 5.1.** Hasil Pengujian Interkoneksi *Server Dengan Client*

Pengujian Ke-	Keterangan
1	Berhasil
2	Berhasil
3	Berhasil
4	Berhasil
5	Berhasil

Sumber : Hasil Pengujian

### 5.1.2. Pengujian Halaman Pendukung Pada TV *Over IP (Internet Protocol)*

Pengujian halaman pendukung pada TV *Over IP (Internet Protocol)*, meliputi :

#### 5.1.2.1. Pengujian *Homepage*

Pengujian *homepage* dilakukan dengan mengakses *server* melalui <http://202.91.13.73/TVoIP> Hasil pengujian ini ditunjukkan dalam Gambar 5.1.



**Gambar 5.1.** *Homepage*  
Sumber : Hasil Pengujian

### 5.1.2.2. Pengujian Halaman Instalasi

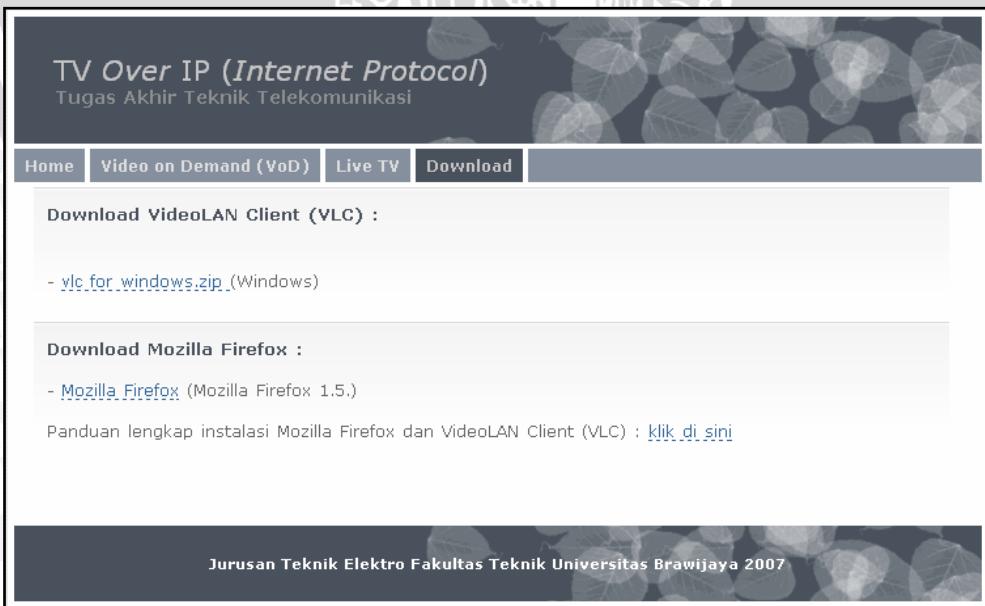
Pengujian halaman instalasi dilakukan dengan meng-klik *hyperlink* “klik di sini” yang terletak di *homepage*. Hasil pengujian ini ditunjukkan dalam Gambar 5.2.



**Gambar 5.2.** Halaman Instalasi  
Sumber : Hasil Pengujian

### 5.1.2.3. Pengujian Halaman Download

Pengujian halaman *download* dilakukan dengan memilih menu “Download”. Hasil pengujian ini ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



**Gambar 5.3.** Halaman Download  
Sumber : Hasil Pengujian

#### 5.1.2.4. Pengujian Halaman *Video on Demand* (VoD)

Pengujian halaman *Video on Demand* (VoD) dilakukan dengan memilih menu “*Video on Demand (VoD)*” kemudian meng-klik pilihan video yang disediakan. Hasil pengujian ini ditunjukkan dalam Gambar 5.4.



**Gambar 5.4.** Halaman *Video on Demand* (VoD)

Sumber : Hasil Pengujian

#### 5.1.2.5. Pengujian Halaman *Live TV*

Pengujian halaman *Live TV* dilakukan dengan memilih menu “*Live TV*” kemudian meng-klik pilihan stasiun televisi yang disediakan. Hasil pengujian ini ditunjukkan dalam Gambar 5.5.



**Gambar 5.5.** Halaman *Live TV*

Sumber : Hasil Pengujian

### 5.1.3. Pengujian Kualitas Audio dan Visual Pada TV Over IP (*Internet Protocol*)

Pengujian kualitas audio dan visual pada TV *Over IP* (*Internet Protocol*) dilakukan dengan mengamati penerimaan audio dan visual pada *Video on Demand* (VoD) dan *Live TV*. Dari pengujian ini diperoleh hasil sebagai berikut :

#### 5.1.3.1. Pengujian Kualitas Audio dan Visual Pada *Video on Demand* (VoD)

Dari hasil pengamatan penerimaan audio dan visual pada *Video on Demand* (VoD) diketahui terdapat *delay* audio dan visual pada awal penerimaan *Video on Demand* (VoD). Hasil pengamatan penerimaan audio dan visual tersebut ditunjukkan dalam Tabel 5.2.

**Tabel 5.2.** Hasil Pengamatan Penerimaan Audio dan Visual Pada *Video on Demand* (VoD)

Pengujian Ke-	Audio	Visual
1	Baik	Baik
2	Baik	Baik
3	Baik	Baik
4	Baik	Baik
5	Baik	Baik

Sumber : Hasil Pengujian

#### 5.1.3.2. Pengujian Kualitas Audio dan Visual Pada *Live TV*

Dari hasil pengamatan penerimaan audio dan visual pada *Live TV* diketahui :

1. Terdapat *delay* audio dan visual pada awal penerimaan *Live TV*.
2. Secara keseluruhan terdapat *delay* audio dan visual antara penerimaan di sisi *server* dengan penerimaan di sisi *client*.

Hasil pengamatan penerimaan audio dan visual tersebut ditunjukkan dalam Tabel 5.3.

**Tabel 5.3.** Hasil Pengamatan Penerimaan Audio dan Visual Pada *Live TV*

Pengujian Ke-	Audio	Visual
1	Baik	Baik
2	Baik	Buruk
3	Baik	Buruk
4	Baik	Cukup/Blur
5	Baik	Buruk

Sumber : Hasil Pengujian

## 5.2. Analisis

Analisis dilakukan secara matematis dengan menggunakan persamaan-persamaan yang ada pada bagian tinjauan pustaka. Analisis tersebut antara lain :

### 5.2.1. Analisis Paketisasi Multimedia

Kecepatan transmisi rata-rata yang diterima untuk jaringan Speedy *existing* paket *Home* adalah 320 kbps. Dengan asumsi, kecepatan transmisi rata-rata yang diterima minimum untuk layanan akses internet adalah 40 kbps maka *bandwidth* multimedia maksimum yang disediakan untuk aplikasi TV *Over IP (Internet Protocol)* adalah 280 kbps.

Paketisasi multimedia dilakukan atas data multimedia supaya dapat dikirimkan melalui internet. Dari paketisasi multimedia tersebut dapat ditentukan jumlah paket multimedia yang dikirimkan setiap detiknya. Dengan mengetahui jumlah paket multimedia yang dikirimkan setiap detik maka dapat diketahui *bandwidth* multimedia yang diperlukan untuk aplikasi TV *Over IP (Internet Protocol)*. Jumlah paket multimedia yang dikirimkan setiap detik dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-5) seperti yang terlihat dibawah ini

$$N_{\text{paket multimedia}} = \frac{(R_{\text{video}} + R_{\text{audio}} + R_{\text{data/kontrol}})}{M_{\text{paket multimedia}}} \times \frac{1}{8}$$

Dengan asumsi :

1. Digunakan standar kompresi DivX/*Moving Picture Experts Group-4* (MPEG-4), untuk mendapatkan kualitas video yang baik digunakan kecepatan *encoding* video ( $R_{\text{video}}$ ) sebesar 192 kbps.
2. Digunakan standar kompresi *Advanced Audio Codec-Low Delay* (AAC-LD), untuk mendapatkan kualitas audio yang baik digunakan kecepatan *encoding* audio ( $R_{\text{audio}}$ ) sebesar 64 kbps.
3. Digunakan komputer dengan sistem operasi Microsoft Windows XP Home Edition dan prosesor Intel Pentium 4 CPU 2,8 GHz sebagai *server* yang memiliki kecepatan pembangkitan data/kontrol ( $R_{\text{data/control}}$ ) sebesar 3133 bps.
4. Panjang paket multimedia ( $M_{\text{paket multimedia}}$ ) sama dengan *Maximum Segment Size* (MSS). MSS dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-6) seperti yang terlihat di bawah ini

$$\text{MSS} = \text{MTU} - \text{Header}_{\text{TCP}} - \text{Header}_{\text{IP}}$$

Bila diketahui :

*Maximum Transfer Unit* (MTU) pada jaringan Speedy = 1492 byte/paket

*Header TCP* = 20 byte/paket

*Header IP* = 20 byte/paket

Maka dengan mensubstitusikan nilai-nilai MTU, *Header TCP* dan *Header IP* ke dalam Persamaan (2-6) diperoleh nilai MSS sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{MSS} &= \text{MTU} - \text{Header}_{\text{TCP}} - \text{Header}_{\text{IP}} \\ &= 1492 - 20 - 20 \\ &= 1452 \text{ byte/paket} \end{aligned}$$

Sehingga panjang paket multimedia ( $M_{\text{paket multimedia}}$ ) adalah 1452 byte/paket.

Sebelum nilai  $R_{\text{video}}$  dan  $R_{\text{audio}}$  disubsitusikan ke dalam Persamaan (2-5), terlebih dahulu dilakukan konversi satuan dari kbps (*kilo bit per second*) menjadi bps (*bit per second*) sehingga satuan antara  $R_{\text{video}}$ ,  $R_{\text{audio}}$  dan  $R_{\text{data/control}}$  menjadi seragam.

Bila diketahui :

$$1 \text{ kb (kilo bit)} = 2^{10} \text{ bit} = 1024 \text{ bit}$$

maka  $R_{\text{video}}$  dan  $R_{\text{audio}}$  tersebut dapat dituliskan kembali menjadi

$$\begin{aligned} R_{\text{video}} &= 192 \times 1024 = 196608 \text{ bps} \\ R_{\text{audio}} &= 64 \times 1024 = 65536 \text{ bps} \end{aligned}$$

Sehingga kecepatan *encoding* video ( $R_{\text{video}}$ ) adalah 196608 bps. Sedangkan kecepatan *encoding* audio ( $R_{\text{audio}}$ ) adalah 65536 bps.

Kemudian dengan mensubstitusikan nilai  $R_{\text{video}}$ ,  $R_{\text{audio}}$ ,  $R_{\text{data/control}}$  dan  $M_{\text{paket multimedia}}$  ke dalam Persamaan (2-5) diperoleh jumlah paket multimedia yang dikirimkan setiap detik ( $N_{\text{paket multimedia}}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} N_{\text{paket multimedia}} &= \frac{(R_{\text{video}} + R_{\text{audio}} + R_{\text{data/kontrol}})}{M_{\text{paket multimedia}}} \times \frac{1}{8} \\ &= \frac{[196608 + 65536 + 3133]}{1452} \times \frac{1}{8} \\ &= \frac{265277}{1452} \times \frac{1}{8} \\ &= \frac{33159,625}{1452} \\ &= 22,837 \text{ paket / s} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah paket multimedia yang dikirimkan setiap detik ( $N_{\text{paket multimedia}}$ ) adalah 22,837 paket/s.

### 5.2.2. Analisis *Bandwidth* Multimedia

*Bandwidth* multimedia adalah *bandwidth* yang dibutuhkan untuk membentuk satu kanal multimedia di internet. *Bandwidth* multimedia untuk aplikasi TV *Over IP* (*Internet Protocol*) dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-7) seperti yang terlihat di bawah ini

$$BW_{\text{multimedia}} = N_{\text{paket multimedia}} \times (M_{\text{paket multimedia}} + \text{Header}_{(\text{TCP+IP+Ethernet})}) \times 8$$

Dengan asumsi :

1. Jumlah paket multimedia yang dikirimkan setiap detik ( $N_{\text{paket multimedia}}$ ) adalah 22,837 paket/s.
2. Panjang paket multimedia ( $M_{\text{paket multimedia}}$ ) adalah 1452 byte/paket.
3. *Header* paket multimedia ( $\text{Header}_{(\text{TCP+IP+Ethernet})}$ ) adalah 54 byte/paket. Dengan perincian :
  - *Header TCP* = 20 byte/paket
  - *Header IP* = 20 byte/paket
  - *Header Ethernet II* = 14 byte/paket

Dengan mensubstitusikan nilai  $N_{\text{paket multimedia}}$ ,  $\text{Header}_{(\text{TCP+IP+Ethernet})}$ , dan  $M_{\text{paket multimedia}}$  ke dalam Persamaan (2-7) diperoleh *bandwidth* multimedia ( $BW_{\text{multimedia}}$ ) yang diperlukan untuk aplikasi TV *Over IP* (*Internet Protocol*) sebagai berikut

$$\begin{aligned} BW_{\text{multimedia}} &= N_{\text{paket multimedia}} \times (M_{\text{paket multimedia}} + \text{Header}_{(\text{TCP+IP+Ethernet})}) \times 8 \\ &= 22,837 \times (1452 + 54) \times 8 \\ &= 275140,176 \text{ bps} \end{aligned}$$

Bila diketahui :

$$1024 \text{ bit} = 2^{10} \text{ bit} = 1 \text{ kb (kilo bit)}$$

maka *bandwidth* multimedia ( $BW_{\text{multimedia}}$ ) tersebut dapat dituliskan kembali menjadi

$$\begin{aligned} BW_{\text{multimedia}} &= \frac{275140,176}{1024} \\ &= 268,692 \text{ kbps} \end{aligned}$$

Sehingga *bandwidth* multimedia ( $BW_{\text{multimedia}}$ ) yang diperlukan untuk aplikasi TV *Over IP* (*Internet Protocol*) adalah 268,692 kbps.

### 5.2.3. Analisis *Throughput*

*Throughput* adalah jumlah paket yang diterima di sisi penerima dengan benar setiap detik. *Throughput* dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-8) seperti yang terlihat di bawah ini

$$\lambda = \frac{1}{t_v}$$

Analisis *throughput* dilakukan terhadap hasil pengujian pada TV *Over IP (Internet Protocol)*. Analisis tersebut terdiri dari :

#### 5.2.3.1. Analisis *Throughput* Pada *Video on Demand* (VoD)

Dari hasil Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diketahui :

1. Jumlah paket yang diterima ( $N_{\text{paket}}$ ) = 763 paket
2. Total waktu transmisi ( $T_{\text{total}}$ ) = 34,282 s.

Waktu rata-rata yang diperlukan untuk mentransmisikan 1 paket ( $t_v$ ) dihitung dengan membagi total waktu transmisi dengan jumlah paket yang diterima seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned} t_v &= \frac{T_{\text{total}}}{N_{\text{paket}}} \\ &= \frac{34,282}{763} \\ &= 0,045 \text{ s / paket} \end{aligned}$$

Dengan mensubstitusikan nilai  $t_v$  ke dalam Persamaan (2-8) diperoleh nilai *throughput* ( $\lambda$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{1}{t_v} \\ &= \frac{1}{0,045} \\ &= 22,222 \text{ paket / s} \end{aligned}$$

Sehingga untuk Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai *throughput* ( $\lambda$ ) sebesar 22,222 paket/s.

Untuk lima kali pengujian, nilai *throughput* ( $\lambda$ ) ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

**Tabel 5.4.** Perhitungan *Throughput* Pada *Video on Demand* (VoD)

No	Total Waktu Transmisi (s)	Jumlah Paket Diterima	$t_v$ (s)	Throughput (paket/s)
1	34,282	763	0,045	22,222
2	34,775	758	0,046	21,739
3	34,276	754	0,045	22,222
4	32,895	759	0,043	23,256
5	36,250	755	0,048	20,833

Sumber : Hasil Pengujian

### 5.2.3.2. Analisis *Throughput* Pada *Live TV*

Dari hasil Pengujian 1. pada *Live TV* diketahui :

1. Jumlah paket yang diterima ( $N_{paket}$ ) = 523 paket
2. Total waktu transmisi ( $T_{total}$ ) = 24,601 s.

Waktu rata-rata yang diperlukan untuk mentransmisikan 1 paket ( $t_v$ ) dihitung dengan membagi total waktu transmisi dengan jumlah paket yang diterima seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned}
 t_v &= \frac{T_{total}}{N_{paket}} \\
 &= \frac{24,601}{523} \\
 &= 0,047 \text{ s / paket}
 \end{aligned}$$

Dengan mensubstitusikan nilai  $t_v$  ke dalam Persamaan (2-8) diperoleh nilai *throughput* ( $\lambda$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{1}{t_v} \\
 &= \frac{1}{0,047} \\
 &= 21,277 \text{ paket / s}
 \end{aligned}$$

Sehingga untuk Pengujian 1. pada *Live TV* diperoleh nilai *throughput* ( $\lambda$ ) sebesar 21,277 paket/s.

Untuk lima kali pengujian, nilai *throughput* ( $\lambda$ ) direpresentasikan dalam Tabel 5.5.

**Tabel 5.5.** Perhitungan *Throughput* Pada *Live TV*

No	Total Waktu Transmisi (s)	Jumlah Paket Diterima	$t_v$ (s)	Throughput (paket/s)
1	24,601	523	0,047	21,277
2	24,854	460	0,054	18,518
3	17,837	297	0,060	16,667
4	26,139	538	0,049	20,408
5	18,835	330	0,057	17,544

Sumber : Hasil Pengujian

#### 5.2.4. Analisis Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima

Kecepatan transmisi rata-rata yang diterima merupakan jumlah bit yang dapat diterima di *node* tujuan (*client*) setiap detik pada jaringan Speedy *existing* paket *Home*. Kecepatan transmisi rata-rata yang diterima dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-9) seperti yang terlihat di bawah ini

$$D = \lambda xlx 8$$

Analisis kecepatan transmisi rata-rata yang diterima dilakukan terhadap hasil pengujian pada TV *Over IP* (*Internet Protocol*). Analisis tersebut terdiri dari :

##### 5.2.4.1. Analisis Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima Pada *Video on Demand* (VoD)

Dari hasil Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diketahui :

1. Panjang data yang diterima ( $M_{\text{data diterima}}$ ) = 1060230 byte
2. Jumlah paket yang diterima ( $N_{\text{paket}}$ ) = 763 paket
3. *Throughput* ( $\lambda$ ) = 22,222 paket/s.

Panjang paket rata-rata ( $l$ ) dihitung dengan membagi panjang data yang diterima dengan jumlah paket yang diterima seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned} l &= \frac{M_{\text{data diterima}}}{N_{\text{paket}}} \\ &= \frac{1060230}{763} \\ &= 1389,554 \text{ byte / paket} \end{aligned}$$



Dengan mensubstitusikan nilai  $\lambda$  dan  $l$  ke dalam Persamaan (2-9) diperoleh nilai kecepatan transmisi rata-rata diterima (D) sebagai berikut

$$\begin{aligned} D &= \lambda xl x 8 \\ &= 22,222 \times 1389,554 \times 8 \\ &= 247029,352 \text{ bps} \end{aligned}$$

Bila diketahui :

$$1024 \text{ bit} = 2^{10} \text{ bit} = 1 \text{ kb (kilo bit)}$$

maka kecepatan transmisi rata-rata diterima (D) tersebut dapat dituliskan kembali menjadi

$$\begin{aligned} D &= \frac{247029,352}{1024} \\ &= 241,240 \text{ kbps} \end{aligned}$$

Sehingga untuk Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai kecepatan transmisi rata-rata diterima (D) sebesar 241,240 kbps.

Untuk lima kali pengujian, kecepatan transmisi rata-rata yang diterima (D) ditunjukkan dalam Tabel 5.6.

**Tabel 5.6.** Perhitungan Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima Pada *Video on Demand* (VoD)

No	Data Diterima (byte)	Jumlah Paket	Panjang Paket Rata-Rata (byte)	Throughput (paket/s)	Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima (kbps)
1	1060230	763	1389,554	22,222	241,240
2	1053576	758	1389,942	21,739	236,062
3	1054524	754	1398,573	22,222	242,805
4	1054800	759	1389,723	23,256	252,495
5	1053126	755	1394,869	20,833	227,025

Sumber : Hasil Pengujian

#### 5.2.4.2. Analisis Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima Pada *Live TV*

Dari hasil Pengujian 1. pada *Live TV* diketahui :

1. Panjang data yang diterima ( $M_{\text{data diterima}}$ ) = 777602 byte
2. Jumlah paket yang diterima ( $N_{\text{paket}}$ ) = 523 paket
3.  $Throughput (\lambda) = 21,277 \text{ paket/s}$



Panjang paket rata-rata ( $l$ ) dihitung dengan membagi panjang data yang diterima dengan jumlah paket yang diterima seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned} l &= \frac{M_{\text{data diterima}}}{N_{\text{paket}}} \\ &= \frac{777602}{523} \\ &= 1486,811 \text{ byte / paket} \end{aligned}$$

Dengan mensubstitusikan nilai  $\lambda$  dan  $l$  ke dalam Persamaan (2-9) diperoleh nilai kecepatan transmisi rata-rata diterima (D) sebagai berikut

$$\begin{aligned} D &= \lambda x l x 8 \\ &= 21,277 x 1486,811 x 8 \\ &= 253079,021 \text{ bps} \end{aligned}$$

Bila diketahui :

$$1024 \text{ bit} = 2^{10} \text{ bit} = 1 \text{ kb (kilo bit)}$$

maka kecepatan transmisi rata-rata diterima (D) tersebut dapat dituliskan kembali menjadi

$$\begin{aligned} D &= \frac{253079,021}{1024} \\ &= 247,147 \text{ kbps} \end{aligned}$$

Sehingga untuk Pengujian 1. pada *Live TV* diperoleh nilai kecepatan transmisi rata-rata diterima (D) sebesar 247,147 kbps.

Untuk lima kali pengujian, kecepatan transmisi rata-rata yang diterima (D) ditunjukkan dalam Tabel 5.7.

**Tabel 5.7.** Perhitungan Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima Pada *Live TV*

No	Data Diterima (byte)	Jumlah Paket	Panjang Paket Rata-Rata (byte)	Throughput (paket/s)	Kecepatan Transmisi Rata-Rata Diterima (kbps)
1	777602	523	1486,811	21,277	247,147
2	681316	460	1481,122	18,518	214,277
3	439318	297	1479,185	16,667	192,606
4	769744	538	1430,751	20,408	228,115
5	478988	330	1451,479	17,544	198,943

Sumber : Hasil Pengujian

### 5.2.5. Analisis *Packet Loss*

*Packet loss* adalah banyaknya paket multimedia yang hilang saat di-*download* oleh *client*. *Packet loss* dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-10) seperti yang terlihat di bawah ini

$$N_{packetloss} = \frac{M_{data\ dikirim} - M_{data\ diterima}}{l}$$

Besar kecilnya pengaruh *packet loss* pada aplikasi multimedia dinyatakan dalam ukuran prosentase. Prosentase *packet loss* maksimum yang diperbolehkan oleh ISO untuk aplikasi multimedia adalah 5 %. Prosentase *packet loss* dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-11) seperti yang terlihat di bawah ini

$$N_{packet\ loss\ (\%)} = \frac{N_{packet\ loss}}{N_{paket} + N_{packet\ loss}} \times 100\ %$$

Analisis *packet loss* dilakukan terhadap hasil pengujian pada TV *Over IP (Internet Protocol)*. Analisis tersebut terdiri dari :

#### 5.2.5.1. Analisis *Packet Loss* Pada *Video on Demand* (VoD)

Pada Pengujian 1. *Video on Demand* (VoD) diasumsikan :

1. *Bandwidth* multimedia ( $BW_{multimedia}$ ) adalah 275140,176 bps
2. Durasi aplikasi multimedia ( $T$ ) adalah 31 s

Panjang data yang dikirim ( $M_{data\ dikirim}$ ) dihitung dengan mengalikan *bandwidth* multimedia ( $BW_{multimedia}$ ) dengan durasi aplikasi multimedia ( $T$ ) tersebut seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned} M_{data\ dikirim} &= BW_{multimedia} \times T \\ &= 275140,176 \times 31 \\ &= 8529345,456\ bit \end{aligned}$$

Bila diketahui

8 bit = 1 byte

maka panjang data yang dikirim ( $M_{data\ dikirim}$ ) tersebut dapat dituliskan kembali menjadi

$$\begin{aligned} M_{data\ dikirim} &= \frac{8529345,456}{8} \\ &= 1066168\ byte \end{aligned}$$



Kemudian, dari hasil Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diketahui :

1. Panjang data yang diterima ( $M_{\text{data diterima}}$ ) = 1060230 byte
2. Panjang paket rata-rata ( $l$ ) = 1389,554 byte/paket
3. Jumlah paket yang diterima ( $N_{\text{paket}}$ ) = 763 paket

Dengan mensubstitusikan nilai  $M_{\text{data dikirim}}$ ,  $M_{\text{data diterima}}$ , dan  $l$  ke dalam Persamaan (2-10) diperoleh nilai *packet loss* ( $N_{\text{packet loss}}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} N_{\text{packet loss}} &= \frac{M_{\text{data dikirim}} - M_{\text{data diterima}}}{l} \\ &= \frac{1066168 - 1060230}{1389,554} \\ &= \frac{5938}{1389,554} \\ &= 4,273 \text{ paket} \end{aligned}$$

Kemudian dengan mensubstitusikan nilai  $N_{\text{paket}}$ , dan  $N_{\text{packet loss}}$  ke dalam Persamaan (2-11) diperoleh nilai prosentase *packet loss* ( $N_{\text{packet loss}}(\%)$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} N_{\text{packet loss}}(\%) &= \frac{N_{\text{packet loss}}}{N_{\text{paket}} + N_{\text{packet loss}}} \times 100 \% \\ &= \frac{4,273}{763 + 4,273} \times 100 \% \\ &= 0,557 \% \end{aligned}$$

Sehingga untuk Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai prosentase *packet loss* ( $N_{\text{packet loss}}(\%)$ ) sebesar 0,557 %.

Untuk lima kali pengujian, prosentase *packet loss* ( $N_{\text{packet loss}}(\%)$ ) ditunjukkan dalam Tabel 5.8.

**Tabel 5.8.** Perhitungan Prosentase *Packet Loss* Pada *Video on Demand* (VoD)

No	Bandwidth Multimedia (bps)	Durasi (s)	Data Dikirim (byte)	Data Diterima (byte)	Jumlah Paket	Panjang Paket Rata-Rata (byte)	Packet Loss (paket)	Prosentase Packet Loss (%)
1	275140,176	31	1066168	1060230	763	1389,554	4,273	0,557
2	275140,176	31	1066168	1053576	758	1389,942	9,060	1,181
3	275140,176	31	1066168	1054524	754	1398,573	8,326	1,092
4	275140,176	31	1066168	1054800	759	1389,723	8,180	1,066
5	275140,176	31	1066168	1053126	755	1394,869	9,350	1,223

Sumber : Hasil Pengujian



### 5.2.5.2. Analisis Packet Loss Pada Live TV

Pada Pengujian 1. *Live TV* diasumsikan :

1. *Bandwidth* multimedia ( $BW_{multimedia}$ ) adalah 275140,176 bps
2. Durasi aplikasi multimedia (T) adalah 23 s

Panjang data yang dikirim ( $M_{data\ dikirim}$ ) dihitung dengan mengalikan *bandwidth* multimedia ( $BW_{multimedia}$ ) dengan durasi aplikasi multimedia tersebut seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned} M_{data\ dikirim} &= BW_{multimedia} \times T \\ &= 275140,176 \times 23 \\ &= 6328224,048\ bit \end{aligned}$$

Bila diketahui

8 bit = 1 byte

maka panjang data yang dikirim ( $M_{data\ dikirim}$ ) tersebut dapat dituliskan kembali menjadi

$$\begin{aligned} M_{data\ dikirim} &= \frac{6328224,048}{8} \\ &= 791028\ byte \end{aligned}$$

Kemudian, dari hasil Pengujian 1. pada *Live TV* diketahui :

1. Panjang data yang diterima ( $M_{data\ diterima}$ ) = 777602 byte
2. Panjang paket rata-rata ( $l$ ) = 1486,811 byte/paket
3. Jumlah paket yang diterima ( $N_{paket}$ ) = 523 paket

Dengan mensubstitusikan nilai  $M_{data\ dikirim}$ ,  $M_{data\ diterima}$ , dan  $l$  ke dalam Persamaan (2-10) diperoleh nilai *packet loss* ( $N_{packet\ loss}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} N_{packet\ loss} &= \frac{M_{data\ dikirim} - M_{data\ diterima}}{l} \\ &= \frac{791028 - 777602}{1486,811} \\ &= \frac{13426}{1486,811} \\ &= 9,030\ paket \end{aligned}$$

Kemudian dengan mensubstitusikan nilai  $N_{paket}$ , dan  $N_{packet\ loss}$  ke dalam Persamaan (2-11) diperoleh nilai prosentase *packet loss* ( $N_{packet\ loss}(\%)$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 N_{\text{packet loss}} (\%) &= \frac{N_{\text{packet loss}}}{N_{\text{paket}} + N_{\text{packet loss}}} \times 100 \% \\
 &= \frac{9,030}{523 + 9,030} \times 100 \% \\
 &= 1,697 \%
 \end{aligned}$$

Sehingga untuk Pengujian 1. pada *Live TV* diperoleh nilai prosentase *packet loss* ( $N_{\text{packet loss}}(\%)$ ) sebesar 1,697 %.

Untuk lima kali pengujian, prosentase *packet loss* ( $N_{\text{packet loss}}(\%)$ ) ditunjukkan dalam Tabel 5.9.

**Tabel 5.9.** Perhitungan Prosentase *Packet Loss* Pada *Live TV*

No	Bandwidth Multimedia (bps)	Durasi (s)	Data Dikirim (byte)	Data Diterima (byte)	Jumlah Paket	Panjang Paket Rata-Rata (byte)	Packet Loss (paket)	Prosentase Packet Loss (%)
1	275140,176	23	791028	777602	523	1486,811	9,030	1,697
2	275140,176	21	722243	681316	460	1481,122	27,632	5,667
3	275140,176	14	481495	439318	297	1479,185	28,514	8,760
4	275140,176	23	791028	769744	538	1430,751	14,876	2,691
5	275140,176	15	515888	478988	330	1451,479	25,422	7,152

Sumber : Hasil Pengujian

### 5.2.6. Analisis *Delay End to End*

*Delay end to end* merupakan *delay* antara *node sumber (server)* dan *node tujuan (client)*. *Delay end to end* bersifat fluktuatif, karena paket untuk sampai ke *node tujuan* melewati jalur yang berbeda-beda. *Delay end to end* dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-12) seperti yang terlihat di bawah ini

$$t_{\text{end to end}} = t_{\text{enc}} + t_{\text{trans}} + t_{\text{prop}} + t_w + t_{\text{dec}}$$

Batas toleransi nilai *delay end to end* adalah 400 ms.

Secara praktis, *delay end to end* dihitung dari *Round Trip Time* (RTT) dibagi dua. Sebagai contoh, untuk paket dengan nomor urut 1453 dalam Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh data seperti yang terlihat dalam Gambar 5.6.

```

Frame 9 (1506 bytes on wire, 1506 bytes captured)
Arrival Time: Jun 18, 2007 17:03:06.714701000
[Time delta from previous packet: 0.035254000 seconds]
[Time since reference or first frame: 0.641349000 seconds]
Frame Number: 9
Packet Length: 1506 bytes
Capture Length: 1506 bytes
[Frame is marked: False]
[Protocols in frame: eth:ip:tcp]
[Coloring Rule Name: HTTP]
[Coloring Rule String: http || tcp.port == 80]
Ethernet II, Src: Aztech_6b:54:e7 (00:30:0a:6b:54:e7), Dst: AsustekC_92:26:f3 (00:0e:a6:92:26:f3)
Internet Protocol, Src: 202.91.13.73 (202.91.13.73), Dst: 192.168.1.3 (192.168.1.3)
Transmission Control Protocol, Src Port: http (80), Dst Port: 4203 (4203), Seq: 1453, Ack: 167, Len: 1452
Source port: http (80)
Destination port: 4203 (4203)
Sequence number: 1453 (relative sequence number)
[Next sequence number: 2905 (relative sequence number)]
Acknowledgement number: 167 (relative ack number)
Header length: 20 bytes
Flags: 0x10 (ACK)
Window size: 65369
Checksum: 0x69e2 [correct]
[SEQ/ACK analysis]
[This is an ACK to the segment in frame: 8]
[The RTT to ACK the segment was: 0.035148000 seconds]
TCP segment data (1452 bytes)

```

**Gambar 5.6.** Data Paket Dengan Nomor Urut 1453 Dalam Pengujian 1. Pada *Video on Demand* (VoD)  
Sumber : Hasil Pengujian

Bila diketahui

$$\text{RTT} = 0,035148 \text{ s.}$$

maka *delay end to end* ( $t_{\text{end to end}}$ ) paket tersebut seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned}
t_{\text{end to end}} &= \frac{\text{RTT}}{2} \\
&= \frac{0,035148}{2} \\
&= 0,017574 \text{ s}
\end{aligned}$$

Sehingga untuk paket dengan nomor urut 1453 dalam Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai *delay end to end* ( $t_{\text{end to end}}$ ) sebesar 0,017574 s.

Analisis *delay end to end* ( $t_{\text{end to end}}$ ) dari paket tersebut adalah sebagai berikut :

### 1. Analisis Delay Enkapsulasi dan Dekapsulasi

Pada saat pembentukan hubungan (*connection established*) antara *client* dengan *server* terjadi kesepakatan dalam pemrosesan paket multimedia diantaranya adalah enkapsulasi dan dekapsulasi.



Dengan asumsi :

1. *Maximum Segment Size* (MSS) adalah 1452 byte/paket
2. *Header TCP* adalah 20 byte/paket
3. *Header IP* adalah 20 byte/paket
4. *Header Ethernet II* adalah 14 byte/paket

Maka analisis *delay* enkapsulasi dan dekapsulasinya adalah

- **Analisis Delay enkapsulasi**

Paket multimedia yang akan dikirim ke *node tujuan (client)* diberi *header* pada masing-masing *layer TCP/IP*. *Delay* enkapsulasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk menambahkan keseluruhan *header* pada sebuah paket. Pada *transport layer*, paket multimedia diberi *header TCP*. Paket multimedia yang telah diberi *header* ini disebut segmen. Panjang segmen dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-13) seperti yang terlihat di bawah ini

$$W_{segmen} = MSS + Header_{TCP}$$

Dengan mensubstitusikan nilai *MSS* dan *header TCP* diperoleh nilai panjang segmen ( $W_{segmen}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} W_{segmen} &= MSS + Header_{TCP} \\ &= 1452 + 20 \\ &= 1472 \text{ byte} \end{aligned}$$

Setelah melalui *transport layer*, paket melalui *internet layer*. Pada *internet layer*, paket multimedia diberi *header IP*. Paket multimedia yang telah diberi *header* ini disebut datagram. Panjang datagram dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-14) seperti yang terlihat di bawah ini

$$W_{datagram} = W_{segmen} + Header_{IP}$$

Dengan mensubstitusikan nilai  $W_{segmen}$  dan *header IP* diperoleh nilai panjang datagram ( $W_{datagram}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} W_{datagram} &= W_{segmen} + Header_{IP} \\ &= 1472 + 20 \\ &= 1492 \text{ byte} \end{aligned}$$



Setelah itu paket melalui *network interface layer* baru kemudian dikirimkan ke *node tujuan (client)*. Pada *network interface layer*, paket multimedia diberi *header Ethernet II*. Paket multimedia yang telah diberi *header* ini disebut frame. Panjang frame dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-15) seperti yang terlihat di bawah ini

$$W_{frame} = W_{datagram} + \text{Header}_{Ethernet}$$

Dengan mensubstitusikan nilai  $W_{datagram}$  dan *header Ethernet II* diperoleh nilai panjang frame ( $W_{frame}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} W_{frame} &= W_{datagram} + \text{Header}_{Ethernet} \\ &= 1492 + 14 \\ &= 1506 \text{ byte} \end{aligned}$$

*Delay enkapsulasi* dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-16) seperti yang terlihat dibawah ini

$$t_{enc} = \frac{W_{frame} - MSS}{C_{pros}} \times 8$$

Dengan mensubstitusikan nilai  $W_{frame}$ , dan  $MSS$  serta mengasumsikan  $C_{pros}$  sama dengan *bandwidth* multimedia ( $BW_{multimedia}$ ) sebesar 275140,176 bps ke dalam Persamaan (2-16) diperoleh nilai *delay enkapsulasi* ( $t_{enc}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} t_{enc} &= \frac{W_{frame} - MSS}{C_{pros}} \times 8 \\ &= \frac{1506 - 1452}{275140,176} \times 8 \\ &= \frac{432}{275140,176} \\ &= 0,001570 \text{ s} \end{aligned}$$

Sehingga untuk paket dengan nomor urut 1453 dalam Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai *delay enkapsulasi* ( $t_{enc}$ ) sebesar 0,001570 s.

- **Analisis *Delay dekapsulasi***

Paket multimedia yang sampai di *node tujuan (client)* akan dilepaskan *header-nya* pada masing-masing *layer TCP/IP*. *Delay dekapsulasi* adalah waktu yang



dibutuhkan untuk melepaskan keseluruhan *header* dari sebuah paket. *Delay* dekapsulasi dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-17) seperti yang terlihat dibawah ini

$$t_{dec} = \frac{W_{frame} - MSS}{C_{pros2}} \times 8$$

Dengan mensubstitusikan nilai  $W_{frame}$ , dan  $MSS$  serta mengasumsikan  $C_{pros2}$  sama dengan kecepatan transmisi rata-rata diterima ( $D$ ) sebesar 247029,352 bps ke dalam Persamaan (2-17) diperoleh nilai *delay* dekapsulasi ( $t_{dec}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} t_{dec} &= \frac{W_{frame} - MSS}{C_{pros2}} \times 8 \\ &= \frac{1506 - 1452}{247029,352} \times 8 \\ &= \frac{432}{247029,352} \\ &= 0,001746 \text{ s} \end{aligned}$$

Sehingga untuk paket dengan nomor urut 1453 dalam Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai *delay* dekapsulasi ( $t_{dec}$ ) sebesar 0,001746 s.

## 2. Analisis *Delay* Transmisi

*Delay* transmisi adalah waktu yang dibutuhkan untuk meletakkan sebuah paket ke media transmisi. *Delay* transmisi dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-18) seperti yang terlihat di bawah ini

$$t_i = \frac{(L + L')}{C} \times 8 = \frac{W_{frame}}{C} \times 8$$

Dengan asumsi :

1. Panjang frame ( $W_{frame}$ ) adalah 1506 byte
2. Kapasitas media transmisi ( $C$ ) adalah 100 Mbps

Bila diketahui

$$1024 \times 1024 \text{ bit} = 2^{10} \times 2^{10} \text{ bit} = 1 \text{ Mb (Mega bit)}$$

maka kapasitas media transmisi ( $C$ ) tersebut dapat dituliskan kembali menjadi

$$C = 100 \times 1024 \times 1024 = 104857600 \text{ bps}$$



Dengan mensubstitusikan nilai  $W_{frame}$ , dan  $C$  ke dalam Persamaan (2-18) diperoleh nilai *delay transmisi* ( $t_{trans}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned} t_{trans} &= \frac{(L + L')}{C} \times 8 = \frac{W_{frame}}{C} \times 8 \\ &= \frac{1506}{104857600} \times 8 \\ &= \frac{12048}{104857600} \\ &= 0,000115 \text{ s} \end{aligned}$$

Sehingga untuk paket dengan nomor urut 1453 dalam Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai *delay transmisi* ( $t_{trans}$ ) sebesar 0,000115 s.

### 3. Analisis Delay Propagasi

*Delay propagasi* adalah waktu yang dibutuhkan untuk merambatkan sinyal yang berisi data multimedia dari *node sumber (server)* ke *node tujuan (client)*. *Delay propagasi* dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-19) seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned} t_{prop} &= t_{DTE} + t_{UTP} + t_{Router} + t_{backbone} + \left( \frac{d \sqrt{\mu_r x \varepsilon_r}}{c} \right) \\ &= N_{DTE} \times 25 \times \frac{1}{C} + 0,556 \times P_{UTP} \times \frac{1}{C} + N_{Router} \times t_{Router} + t_{Backbone} + \left( \frac{d \sqrt{\mu_r x \varepsilon_r}}{c} \right) \end{aligned}$$

Dengan asumsi :

1. Jumlah LAN Card ( $N_{DTE}$ ) adalah 2
2. Kapasitas media transmisi ( $C$ ) adalah 100 Mbps

Bila diketahui

$$1024 \times 1024 \text{ bit} = 2^{10} \times 2^{10} \text{ bit} = 1 \text{ Mb (Mega bit)}$$

maka kapasitas media transmisi ( $C$ ) tersebut dapat dituliskan kembali menjadi

$$C = 100 \times 1024 \times 1024 = 104857600 \text{ bps}$$

3. Panjang kabel UTP dari *node sumber (server)* ke *node tujuan (client)* ( $P_{UTP}$ ) adalah 2074,521 m
4. Jumlah *router* ( $N_{Router}$ ) adalah 2
5. *Delay* masing-masing *router* ( $t_{Router}$ ) adalah 2 ms
6. *Delay backbone* ( $t_{Backbone}$ ) adalah 10 ms



7. Panjang kabel tembaga dari DSLAM ke pelanggan (d) adalah 5000 m
8. Konstanta permeabilitas relatif ( $\mu_r$ ) adalah 1
9. Konstanta dielektrik relatif ( $\epsilon_r$ ) adalah 2.3
10. Kecepatan cahaya (c) adalah  $3 \times 10^8$  m/s

Dengan mensubstitusikan nilai  $N_{DTE}$ ,  $P_{UTP}$ ,  $N_{Router}$ ,  $t_{Router}$ ,  $t_{Backbone}$ ,  $d$ ,  $\mu_r$ ,  $\epsilon_r$ ,  $c$  dan  $C$  ke dalam Persamaan (2-19) diperoleh nilai *delay* propagasi ( $t_{prop}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 t_{prop} &= t_{DTE} + t_{UTP} + t_{Router} + t_{backbone} + \left( \frac{d\sqrt{\mu_r x \epsilon_r}}{c} \right) \\
 &= N_{DTE}x25x\frac{1}{C} + 0,556xP_{UTP}x\frac{1}{C} + N_{Router}xt_{Router} + t_{Backbone} + \left( \frac{d\sqrt{\mu_r x \epsilon_r}}{c} \right) \\
 &= 2x25x\frac{1}{104857600} + 0,556x2074,521x\frac{1}{104857600} + 2x0,002000 + 0,010000 + \frac{5000\sqrt{1x2,3}}{3x10^8} \\
 &= 0,000001 + 0,000011 + 0,004000 + 0,010000 + 0,000025 \\
 &= 0,014037 s
 \end{aligned}$$

Sehingga untuk paket dengan nomor urut 1453 dalam Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai *delay* propagasi ( $t_{prop}$ ) sebesar 0,014037 s.

#### 4. Analisis *Delay Antrian*

*Delay* antrian adalah *delay* yang terjadi karena keterbatasan *node tujuan* (*client*) dalam memproses paket multimedia yang datang. *Delay* antrian dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-20) seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned}
 t_w &= t_{queue} + t_{serv} \\
 &= \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} + \frac{1}{\mu}
 \end{aligned}$$

Dengan asumsi :

1. Kapasitas media transmisi (C) adalah 100 Mbps

Bila diketahui

$$1024 \times 1024 \text{ bit} = 2^{10} \times 2^{10} \text{ bit} = 1 \text{ Mb (Mega bit)}$$

maka kapasitas media transmisi (C) tersebut dapat dituliskan kembali menjadi

$$C = 100 \times 1024 \times 1024 = 104857600 \text{ bps}$$

2. Panjang paket rata-rata (l) adalah 1389,554 byte/paket
3. *Throughput* ( $\lambda$ ) adalah 22,222 paket/s.

Kecepatan pelayanan *client* ( $\mu$ ) dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-21) seperti yang terlihat dibawah ini

$$\mu = \frac{C}{lx8}$$

Dengan mensubstitusikan nilai C dan 1 ke dalam Persamaan (2-21) diperoleh nilai kecepatan pelayanan *client* ( $\mu$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{C}{lx8} \\ &= \frac{104857600}{1389,554x8} \\ &= \frac{104857600}{11116,432} = 9432,667 \text{ paket / s}\end{aligned}$$

Kemudian dengan mensubstitusikan nilai  $\lambda$ , dan  $\mu$  ke dalam Persamaan (2-20) diperoleh nilai *delay* antrian ( $t_w$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned}t_w &= \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} + \frac{1}{\mu} \\ &= \frac{22,222}{(9432,667)(9432,667 - 22,222)} + \frac{1}{9432,667} \\ &= \frac{22,222}{88765263,863} + \frac{1}{9432,667} \\ &= 0,0000003 + 0,000106 \\ &= 0,000106 \text{ s}\end{aligned}$$

Sehingga untuk paket dengan nomor urut 1453 dalam Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai *delay* antrian ( $t_w$ ) sebesar 0,000106 s.

Dengan mensubstitusikan nilai  $t_{enc}$ ,  $t_{trans}$ ,  $t_{prop}$ ,  $t_w$ , dan  $t_{dec}$  ke dalam Persamaan (2-12) diperoleh nilai *delay end to end* ( $t_{end to end}$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned}t_{end to end} &= t_{enc} + t_{trans} + t_{prop} + t_w + t_{dec} \\ &= 0,001570 + 0,000115 + 0,014037 + 0,000106 + 0,001746 \\ &= 0,017574 \text{ s}\end{aligned}$$

Sehingga untuk paket dengan nomor urut 1453 dalam Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai *delay end to end* ( $t_{end to end}$ ) sebesar 0,017574 s.



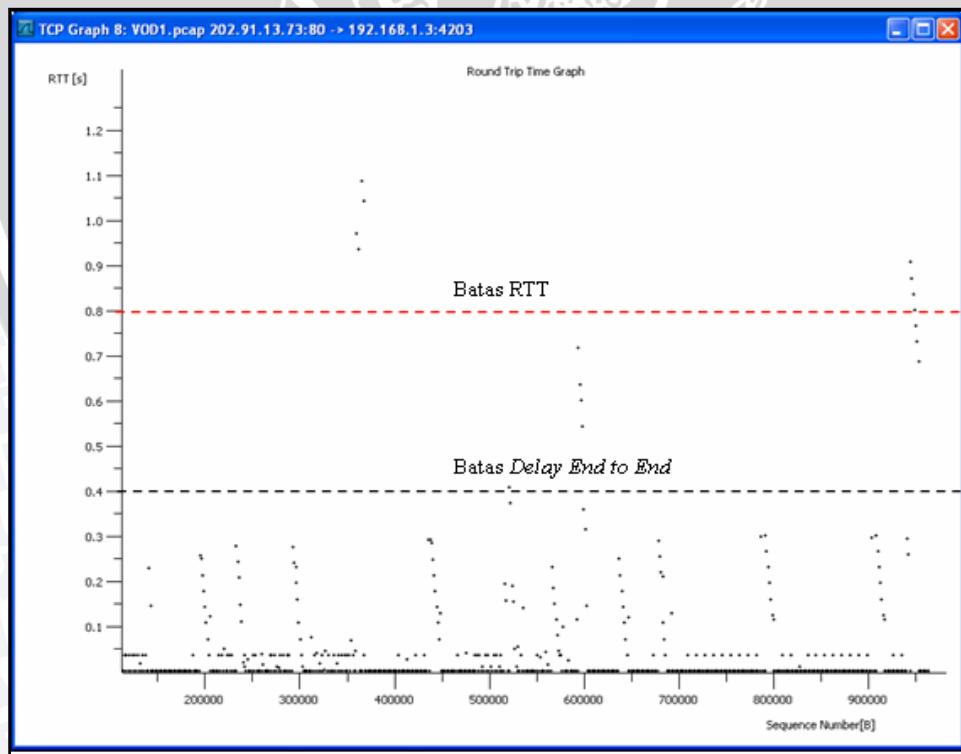
Sama dengan *packet loss*, besar kecilnya pengaruh *delay end to end* pada aplikasi multimedia dinyatakan dalam ukuran prosentase. Dengan mengasumsikan bahwa batas toleransi nilai *delay end to end* adalah 400 ms. Maka paket multimedia yang mempunyai *delay end to end* lebih besar dari 400 ms tidak akan ditolerir dan akan dianggap sebagai *packet loss*. Sehingga prosentase paket yang mempunyai *delay end to end* lebih besar dari 400 ms tidak boleh lebih dari 5 %. Prosentase paket yang mempunyai *delay end to end* lebih besar dari 400 ms ( $N_{\text{paket } t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms}} (\%)$ ) dihitung dengan membagi jumlah paket yang mempunyai *delay end to end* lebih besar dari 400 ms dengan jumlah keseluruhan paket yang diterima seperti yang terlihat di bawah ini

$$N_{\text{paket } t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms}} (\%) = \frac{N_{\text{paket } t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms}}}{N_{\text{keseluruhan paket}}} \times 100 \%$$

Analisis *delay end to end* dilakukan terhadap hasil pengujian pada TV Over IP (*Internet Protocol*). Analisis tersebut terdiri dari :

#### 5.2.6.1. Analisis Delay End to End Pada Video on Demand (VoD)

Dari hasil Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh data *Round Trip Time* (RTT) seperti yang terlihat dalam Gambar 5.7. di bawah ini



**Gambar 5.7.** Round Trip Time (RTT) Dalam Pengujian 1. Pada Video on Demand (VoD)  
Sumber : Hasil Pengujian

Dengan asumsi bahwa batas toleransi nilai *delay end to end* ( $t_{end to end}$ ) adalah 400 ms. Maka batas toleransi nilai *Round Trip Time* (RTT) seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned} RTT &= t_{end to end} \times 2 \\ &= 400 \times 2 \\ &= 800 \text{ ms} \end{aligned}$$

Sehingga batas toleransi nilai *Round Trip Time* (RTT) adalah 800 ms.

Dari Gambar 5.7., diketahui

1. Jumlah keseluruhan paket ( $N_{keseluruhan paket}$ ) = 772 paket
2. Jumlah paket dengan *delay end to end* ( $t_{end to end}$ ) melebihi 400 ms ( $N_{paket t_{end to end} > 400 \text{ ms}}$ ) = 8 paket

Dengan membagi  $N_{paket t_{end to end} > 400 \text{ ms}}$  dengan nilai  $N_{keseluruhan paket}$ , kemudian mengalikannya dengan 100 % diperoleh nilai  $N_{paket t_{end to end} > 400 \text{ ms}} (\%)$  sebagai berikut

$$\begin{aligned} N_{paket t_{end to end} > 400 \text{ ms}} (\%) &= \frac{8}{772} \times 100 \% \\ &= 1,036 \% \end{aligned}$$

Sehingga untuk Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai prosentase paket yang mempunyai *delay end to end* lebih besar dari 400 ms ( $N_{paket t_{end to end} > 400 \text{ ms}} (\%)$ ) sebesar 1,036 %.

Untuk lima kali pengujian, prosentase paket yang mempunyai *delay end to end* lebih besar dari 400 ms ( $N_{paket t_{end to end} > 400 \text{ ms}} (\%)$ ) ditunjukkan dalam Tabel 5.10.

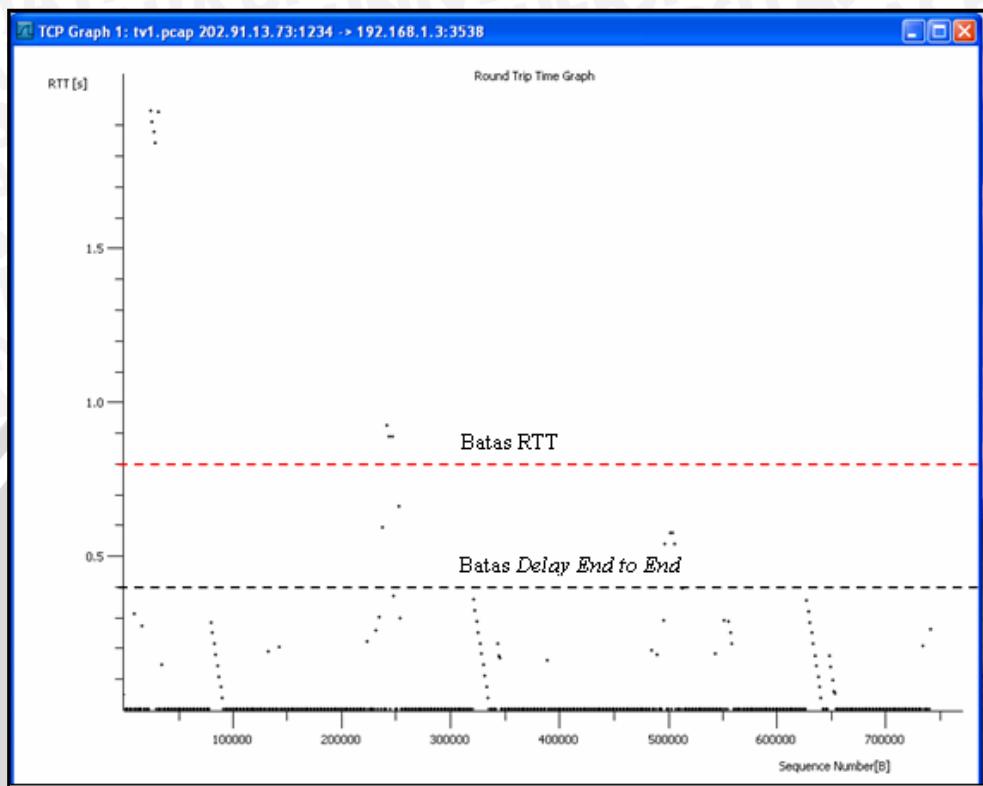
**Tabel 5.10.** Perhitungan Prosentase Paket  $t_{end to end} > 400 \text{ ms}$  Pada *Video on Demand* (VoD)

No	Jumlah Keseluruhan Paket	Jumlah Paket $t_{end to end} > 400 \text{ ms}$	Prosentase Paket $t_{end to end} > 400 \text{ ms} (\%)$
1	772	8	1,036
2	765	11	1,438
3	759	13	1,713
4	765	10	1,307
5	769	11	1,430

Sumber : Hasil Pengujian

### 5.2.6.2. Analisis Delay End to End Pada Live TV

Dari hasil Pengujian 1. pada *Live TV* diperoleh data *Round Trip Time* (RTT) seperti yang terlihat dalam Gambar 5.8. di bawah ini



**Gambar 5.8.** Round Trip Time (RTT) Dalam Pengujian 1. Pada Live TV  
Sumber : Hasil Pengujian

Dengan asumsi bahwa batas toleransi nilai *delay end to end* ( $t_{end to end}$ ) adalah 400 ms. Maka batas toleransi nilai *Round Trip Time* (RTT) seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned} RTT &= t_{end to end} \times 2 \\ &= 400 \times 2 \\ &= 800 \text{ ms} \end{aligned}$$

Sehingga batas toleransi nilai *Round Trip Time* (RTT) adalah 800 ms.

Dari Gambar 5.8., diketahui

1. Jumlah keseluruhan paket ( $N_{keseluruhan\ paket}$ ) = 530 paket
2. Jumlah paket dengan *delay end to end* ( $t_{end to end}$ ) melebihi 400 ms ( $N_{paket\ t\ end\ to\ end\ > 400\ ms}$ ) = 8 paket



Dengan membagi  $N_{\text{paket}} t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms}$  dengan nilai  $N_{\text{keseluruhan paket}}$ , kemudian mengalikannya dengan 100 % diperoleh nilai  $N_{\text{paket}} t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms} (\%)$  sebagai berikut

$$\begin{aligned} N_{\text{paket}} t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms} (\%) &= \frac{8}{530} \times 100 \% \\ &= 1,509 \% \end{aligned}$$

Sehingga untuk Pengujian 1. pada *Live TV* diperoleh nilai prosentase paket yang mempunyai *delay end to end* lebih besar dari 400 ms ( $N_{\text{paket}} t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms} (\%)$ ) sebesar 1,509 %.

Untuk lima kali pengujian, prosentase paket yang mempunyai *delay end to end* lebih besar dari 400 ms ( $N_{\text{paket}} t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms} (\%)$ ) ditunjukkan dalam Tabel 5.11.

**Tabel 5.11.** Perhitungan Prosentase Paket  $t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms}$  Pada *Live TV*

No	Jumlah Keseluruhan Paket	Jumlah Paket $t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms}$	Prosentase Paket $t_{\text{end to end}} > 400 \text{ ms} (\%)$
1	530	8	1,509
2	471	13	2,760
3	303	8	2,640
4	540	0	0
5	335	6	1,791

Sumber : Hasil Pengujian

### 5.2.7. Analisis *Delay Jitter*

*Delay jitter* adalah *delay* yang disebabkan oleh kedatangan paket yang acak karena setiap paket melewati jalur yang berbeda-beda di internet. *Delay jitter* rata-rata dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-22) seperti yang terlihat di bawah ini

$$\begin{aligned} \theta &= \frac{1}{N_{\text{paket}} - 1} \sum_{n=0}^{N_{\text{paket}} - 1} t_{\text{end to end}(n+1)} - t_{\text{end to end}(n)} \\ &= \frac{T_{\text{total}}}{N_{\text{paket}} - 1} \end{aligned}$$



Analisis *delay jitter* dilakukan terhadap hasil pengujian pada TV *Over IP (Internet Protocol)*. Analisis tersebut terdiri dari :

#### **5.2.7.1. Analisis Delay Jitter Pada Video on Demand (VoD)**

Dari hasil Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diketahui :

1. Jumlah paket yang diterima ( $N_{\text{paket}}$ ) = 763 paket
2. Total waktu transmisi ( $T_{\text{total}}$ ) = 34,282 s.

Dengan mensubstitusikan nilai  $N_{\text{paket}}$  dan  $T_{\text{total}}$  ke dalam Persamaan (2-22) diperoleh nilai *delay jitter* ( $\theta$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned}\theta &= \frac{T_{\text{total}}}{N_{\text{paket}} - 1} \\ &= \frac{34,282}{763 - 1} \\ &= \frac{34,282}{762} \\ &= 0,044990 \text{ s}\end{aligned}$$

Sehingga untuk Pengujian 1. pada *Video on Demand* (VoD) diperoleh nilai *delay jitter* ( $\theta$ ) sebesar 0,044990 s.

Untuk lima kali pengujian, nilai *delay jitter* ( $\theta$ ) ditunjukkan dalam Tabel 5.12.

**Tabel 5.12.** Perhitungan *Delay Jitter* Pada *Video on Demand* (VoD)

No	Total Waktu Transmisi (s)	Jumlah Paket	Delay Jitter Rata-Rata (s)
1	34,282	763	0,044990
2	34,775	758	0,045938
3	34,276	754	0,045519
4	32,895	759	0,043397
5	36,250	755	0,048077

Sumber : Hasil Pengujian

### 5.2.7.2. Analisis Delay Jitter Pada Live TV

Dari hasil Pengujian 1. pada *Live TV* diketahui :

1. Jumlah paket yang diterima ( $N_{\text{paket}}$ ) = 523 paket
2. Total waktu transmisi ( $T_{\text{total}}$ ) = 24,601 s.

Dengan mensubstitusikan nilai  $N_{\text{paket}}$  dan  $T_{\text{total}}$  ke dalam Persamaan (2-22) diperoleh nilai *delay jitter* ( $\theta$ ) sebagai berikut

$$\begin{aligned}\theta &= \frac{T_{\text{total}}}{N_{\text{paket}} - 1} \\ &= \frac{24,601}{523 - 1} \\ &= \frac{24,601}{522} \\ &= 0,047128 \text{ s}\end{aligned}$$

Sehingga untuk Pengujian 1. pada *Live TV* diperoleh nilai *delay jitter* ( $\theta$ ) sebesar 0,047128 s.

Untuk lima kali pengujian, nilai *delay jitter* ( $\theta$ ) ditunjukkan dalam Tabel 5.13.

**Tabel 5.13.** Perhitungan *Delay Jitter* Pada *Live TV*

No	Waktu Transmisi (s)	Jumlah Paket	Delay Jitter Rata-Rata (s)
1	24,601	523	0,047128
2	24,854	460	0,054148
3	17,837	297	0,060260
4	26,139	538	0,048676
5	18,835	330	0,057249

Sumber : Hasil Pengujian



## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1. Kesimpulan

Dari perancangan TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk merancang TV *Over IP (Internet Protocol)* dengan metode *streaming* menggunakan jaringan Speedy, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah
  - Membangun stasiun pemancar TV *Over IP (Internet Protocol)* atau *server*.
  - Membangun sistem penerima TV *Over IP (Internet Protocol)*.
  - Menghubungkan stasiun pemancar TV *Over IP (Internet Protocol)* atau *server* dengan internet dan harus mempunyai IP *address* yang bersifat *public* dan *static*. Selain itu, *bandwidth* internet ke arah *uplink* harus besar.
  - Menghubungkan sistem penerima TV *Over IP (Internet Protocol)* dengan jaringan Speedy.
  - Mengestimasi *bandwidth* multimedia yang diperlukan untuk aplikasi TV *Over IP (Internet Protocol)* kemudian mencocokkannya dengan kecepatan transmisi pada jaringan Speedy. .
  - Menggunakan metode pengiriman paket multimedia yang cocok dengan karakteristik jaringan Speedy.
  - Menggunakan protokol komunikasi yang mendukung metode pengiriman paket multimedia tersebut.
  - Membuat perangkat lunak yang bersifat *client-side*.
  - Menggunakan media *player* yang mendukung *codec* dengan rasio kompresi yang tinggi.
2. Untuk merancang penerapan perangkat keras dan *interface* pada TV *over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah
  - Menggunakan komputer sebagai stasiun pemancar TV *Over IP (Internet Protocol)* atau *server* dan sebagai sistem penerima TV *Over IP (Internet Protocol)*.
  - Pada stasiun pemancar TV *Over IP (Internet Protocol)* atau *server* dipasang internal TV *tuner* dan antenna.



- Menggunakan *interface modem* ADSL pada sistem penerima TV *Over IP (Internet Protocol)*.
3. Untuk merancang penerapan perangkat lunak pada TV *over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy, langkah-langkah yang harus dilakukan dibagi menjadi tiga yaitu :
- a. Penerapan perangkat lunak untuk *client interface (active document)* menggunakan bahasa pemrograman HTML dan *Javascript*.
  - b. Penerapan perangkat lunak di sisi *server* antara lain :
    - *Apache Tomcat 5.5.20.* untuk *web server*,
    - *VideoLAN Client (VLC) 0.8.6b-win32* sebagai media pengolah sinyal yang *di-capture* oleh internal TV *tuner*.
  - c. Penerapan perangkat lunak di sisi *client* antara lain :
    - *Mozilla Firefox 1.5.* sebagai *web browser*
    - *VideoLAN Client (VLC) 0.7.2-win32* sebagai media *player*
4. TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy yang dirancang dalam bentuk *Video on Demand (VoD)* dan *Live TV* memiliki *bandwidth* 268,692 kbps. Dari hasil pengujian dan analisis disimpulkan bahwa terdapat *delay* audio dan visual pada awal penerimaan *Video on Demand (VoD)* dan *Live TV*. Hal ini karena data multimedia yang datang di *client* tidak langsung dimainkan oleh media *player*, tetapi dimasukkan dulu ke dalam *buffer*. Baru setelah *buffer* penuh data multimedia tersebut dimainkan oleh media *player*. Selain itu, secara keseluruhan terdapat *delay* audio dan visual antara penerimaan di sisi *server* dengan penerimaan di sisi *client* pada *Live TV*. Hal ini karena pada sisi *server* terjadi digitisasi terhadap jenis informasi yang akan dikirimkan. Dengan parameter performansi sebagai berikut :
- *Throughput* berkisar antara 16,667 – 23,256 paket/s.
  - Kecepatan transmisi rata-rata yang diterima berkisar antara 192, 606 – 252, 495 kbps.
  - Prosentase *packet loss* berkisar antara 0,557 – 8,760 %.
  - Prosentase paket dengan *delay end to end* lebih besar dari 400 ms berkisar antara 0 – 2,760 %.
  - *Delay jitter* rata-rata berkisar antara 0,043397 – 0,060260 s.

## 6.2. Saran

Beberapa hal yang disarankan untuk pengembangan TV *Over IP (Internet Protocol)* menggunakan jaringan Speedy yang dirancang antara lain :

1. Melakukan pengujian yang lebih banyak lagi karena dengan pengujian yang berulang-ulang akan diperoleh hasil yang lebih akurat.
2. Dilakukan pengujian dengan melibatkan lebih dari satu *client*.
3. Dilakukan pengujian dengan menggunakan jaringan intranet berbasis ADSL.
4. Menggunakan media *player* yang mendukung *Adaptive Multi Rate-Codec* (AMR-C) karena kecepatan transmisi internet secara pasti tidak dapat ditentukan.
5. Menggunakan media *player* *VideoLAN Client* (VLC) versi terbaru karena versi 0.7.2-win32 belum bisa mengakomodasi H.263. dan G.723.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Andry. 2003. "Pengantar Javascript". Ilmukomputer.com. 2003, hal. 2.
- Anonim. 2001. "Jaringan Komputer". Malang : Politeknik Negeri Malang.
- Anonim. 2006. "Delivering Optimal Quality of Experience (QoE) for IPTV". USA : Spirent Communications, Inc. <http://www.spirentcom.com/whitepaper.pdf>
- Anonim. 2006. "IPTV". Encyclopedia-Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/IPTV>
- Anonim. 2006. "Speedy Broadband Acces : Product Knowledge". Malang : TELKOM Training Center PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Kandatel Malang.
- Anonim. 2006. "Speedy Broadband Acces : Technology Overview". Malang : TELKOM Training Center PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Kandatel Malang.
- Arafah, Agus. 2005. "Perancangan Sistem Penerima Teleeducation Audio Visual Menggunakan Jaringan Komputer". Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2005.
- Ari Antari, Ni Made. 2005." Penerapan IP Multicast Pada Jaringan TCP/IP". Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2005.
- Azikin, Askari. 2006. "Video/TV Streaming Dengan VideoLAN Project". Yogyakarta : Andi Yogyakarta.
- Buchanan, W. 1997. "Advanced Data Communications and Network". Great Britain : Alden Press, Osney Mead, Oxford.
- Dermawan, Candra. 2003. "Menengok Perkembangan Teknologi Broadband ADSL". Ilmukomputer.com. 2003, hal. 5.
- Dphoto. 2003. "Jaringan Komputer dan Internet". Ilmukomputer.com. 2003, hal. 9.
- Forouzan, Behrouz A. 2001. "Data Communications and Networking". Singapore : McGraw-Hill Book, Co.
- Lattro, Alexis de, et al., 2005. "VideoLAN Streaming How To". <http://videolan.org/streaming/>
- Lattro, Alexis de, et al., 2006. "VLC Play How To". <http://videolan.org/doc/>
- Purbo, Onno W., et al., 2001."Buku Pintar Internet : TCP/IP". Jakarta : PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia.
- RFC 2516. 1996. "Point to Point Protocol over Ethernet (PPPoE)".



- Schwartz, Mischa, 1987. "Telecommunication Networks : Protocols, Modelling and Analysis". New York : Addison-Wesley Publishing Company.
- Sinnema, William. 1979. "Electronic Transmission Technology Lines, Waves, and Antennas". New Jersey : Prentice Hall Inc.
- Solari, Stephen J. 1997. "Digital Video And Audio Compression". New York : McGraw-Hill Companies, Inc.
- Stalling, William. 1997. "Data Communications And Computer". New Jersey : Prentice-Hall International, Inc.
- Stalling, William. 2001. "Dasar-Dasar Komunikasi Data". Jakarta : Salemba Teknika
- Susantika, RR. Melani. 2006. "Jaringan PSTN Untuk Layanan Broadband Acces". Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2006.
- Wijaya, Hendera A. 2005. "Kontrol Kongesti Dengan Fast Retransmit". Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2005.

