

# ANALISA KESTABILAN UNJUK KERJA APLIKASI STREAMING PADA JARINGAN MPLS VPN BERBASIS IPSec

M. Zen Samsono Hadi, Idris Winarno, Aries Pratiarso, Ahmad Afis Abror

**Abstrak** - Dewasa ini aplikasi streaming yang meliputi audio dan video semakin banyak digunakan oleh masyarakat untuk berbagai kegiatan seperti IPTV dan teleconference. Akan tetapi aplikasi ini terdapat kelemahan jika diterapkan pada jaringan publik (Internet) yaitu kurangnya keamanan komunikasi dan performansinya. Untuk mengatasi hal tersebut, dapat digunakan teknologi MPLS VPN (Virtual Private Network) yang berbasis IP Security (IPSec) pada jaringan tersebut sehingga terbentuk jaringan data privat pada jaringan publik dengan menerapkan autentikasi dan enkripsi sehingga akses terhadap jaringan tersebut hanya dapat dilakukan oleh pihak-pihak yang telah diberi otoritas. Pada penelitian ini dianalisa kestabilan unjuk kerja dari jaringan MPLS VPN, meliputi parameter QoS yaitu delay, jitter, packet loss dan throughput. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa tingkat kestabilan (QoS tetap walau waktu komunikasinya bertambah lama) yang paling tinggi terdapat pada jaringan MPLS, sedangkan pada jaringan MPLS VPN walaupun mengalami kenaikan secara linier ketika waktu komunikasinya bertambah, akan tetapi QoSnya masih memenuhi dari standar ITU.T yaitu delay (audio 60.26ms, video 9.91ms), packet loss (audio 0.33%, video 0.57%) dan jitter (1.2 ms, 0.57ms). Dengan analisa ini diharapkan para pengguna teknologi audio dan video streaming mengetahui sejauh mana stabilitas unjuk kerja dari aplikasi tersebut melalui jaringan MPLS VPN yang berbasis IPSec.

**Index Terms** : *Streaming, MPLS, VPN.*

M. Zen Samsono Hadi, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (email: zenhadi@eepis-its.edu, Jl. Raya ITS Keputih Sukolilo, telp:031-5947280/ext:1501, fax:031-5946114)

Aries Pratiarso, Ahmad Afis Abror, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (email:aries@eepis-its.edu, Jl. Raya ITS Keputih Sukolilo, telp:031-5947280/ext:4109, fax:031-5946114)

Idris Winarno, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (email: idris@eepis-its.edu, Jl. Raya ITS Keputih Sukolilo, telp:031-5947280/ext:4160, fax:031-5946114)

## I. PENDAHULUAN

Dengan semakin banyaknya aplikasi audio dan video streaming dalam kehidupan sehari-hari, maka dibutuhkan sebuah jaringan yang handal dalam menghantarkan paket-paket data streaming tersebut. Untuk mengatasi tuntutan tersebut dibangunlah jaringan berbasis MPLS yang diharapkan dapat meningkatkan performansi dari jaringan berbasis IP. Dan untuk mendukung sekuritas dari jaringan publik tersebut, dapat ditambahkan dengan VPN (Virtual Private Network) yang berbasis IPSec.

Quality of Service (QoS) dan stabilitasnya dari aplikasi streaming mutlak diperhatikan agar para pengguna merasa puas dalam menggunakannya. Untuk analisa QoS pada jaringan MPLS VPN telah dilakukan oleh penulis [10] dimana aplikasi audio video streaming telah memenuhi standar ITU.T untuk diterapkan di jaringan MPLS VPN. Selain itu, penulis juga telah menerapkan aplikasi VoIP pada jaringan MPLS [11] dan juga membandingkan unjuk kerjanya antara jaringan testbed dengan simulasi berbasis NS2 yang hasilnya kurang lebih sama. Pada penelitian yang lainnya, beberapa aplikasi streaming juga telah diterapkan pada jaringan MPLS [4][5].

Disamping penelitian yang telah dilakukan diatas, juga perlu diperhatikan bagaimana kestabilan unjuk kerja dari aplikasi streaming pada jaringan MPLS VPN, yaitu dengan cara menganalisa unjuk kerja MPLS VPN ketika komunikasinya dibuat bervariasi terhadap waktu, dalam penelitian ini dibuat range waktu komunikasinya antara 5 sampai 20 menit, sehingga dengan analisa pada penelitian ini diharapkan dapat mengetahui sejauh mana performansinya yang nantinya dapat dipakai sebagai referensi oleh para pengguna teknologi, terutama dalam hal ini akan dilihat unjuk kerjanya apakah masih memenuhi standar yang ditetapkan oleh ITU.T atau tidak.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 MPLS (Multiprotocol Label Switching)

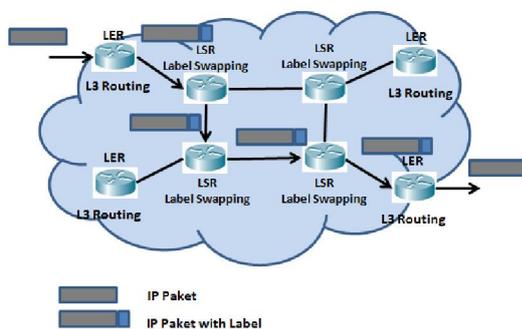
*Multiprotocol Label Switching* (MPLS) merupakan sebuah teknik yang menggabungkan kemampuan manajemen *switching* yang ada dalam teknologi ATM dengan fleksibilitas *network layer* yang dimiliki teknologi IP. Fungsi *label* pada MPLS adalah sebagai proses penyambungan dan pencarian jalur dalam jaringan komputer. MPLS menggabungkan teknologi *switching* di *layer 2* dan

teknologi *routing* di *layer 3* sehingga menjadi solusi jaringan terbaik dalam menyelesaikan masalah kecepatan, *scalability*, *QoS (Quality of Service)*, dan rekayasa trafik. Dengan informasi *label switching* yang didapat dari *routing network layer*, setiap paket hanya dianalisa sekali di dalam *router* di mana paket tersebut masuk ke dalam jaringan untuk pertama kali. *Router* tersebut berada di tepi dan dalam jaringan MPLS yang biasa disebut dengan *Label Switching Router (LSR)*.

Ide dasar teknik MPLS ini ialah mengurangi teknik pencarian rute dalam setiap *router* yang dilewati setiap paket, sehingga sebuah jaringan dapat dioperasikan dengan efisien dan jalannya pengiriman paket menjadi lebih cepat. Jadi MPLS akan menghasilkan *high-speed routing* dari data yang melewati suatu jaringan yang berbasis parameter *quality of service (QoS)*.

### 2.1.1 MPLS Cloud

Berikut adalah contoh MPLS cloud pada suatu system jaringan :



Gambar 1. MPLS Cloud

#### Keterangan :

1. LER : *Label Edge Router* (label pada sisi router)
2. LSR : *Label Switch Router* (label pada *switch* router)
3. FEC : *Forward Equivalence Class*, meneruskan packets pada class yang sama.
4. Label : menghubungkan suatu packet dalam FEC.
5. *Label Stack* : berbagai label yang berisi informasi tentang bagaimana packets akan diteruskan.
6. *Label Switch Path* : jejak packets untuk mengarahkan ke FEC tertentu.
7. LDP : *Label Distribution Protocol*, digunakan untuk mendistribusikan informasi label diantara MPLS dengan perangkat jaringan.
8. *Label Swapping* : berfungsi memanipulasi label untuk meneruskan packets sampai ke tujuan.

### 2.1.2 Struktur Jaringan MPLS

Struktur jaringan MPLS terdiri dari edge Label Switching Routers atau edge LSRs yang mengelilingi sebuah core Label Switching Routers

(LSRs). Adapun elemen-elemen dasar penyusun jaringan MPLS adalah :

- a. Edge Label Switching Routers (ELSR) Edge Label Switching Routers ini terletak pada perbatasan jaringan MPLS, dan berfungsi untuk mengaplikasikan label ke dalam paket-paket yang masuk ke dalam jaringan MPLS. Sebuah MPLS Edge Router akan menganalisa header IP dan akan menentukan label yang tepat untuk dikapsulasi ke dalam paket tersebut ketika sebuah paket IP masuk ke dalam jaringan MPLS. Dan ketika paket yang berlabel meninggalkan jaringan MPLS, maka Edge Router yang lain akan menghilangkan label tersebut. Label Switches. Perangkat Label Switches ini berfungsi untuk men-switch paket-paket ataupun sel-sel yang telah dilabeli berdasarkan label tersebut. Label Switches ini juga mendukung Layer 3 routing ataupun Layer 2 switching untuk ditambahkan dalam label switching. Operasi dalam label switches memiliki persamaan dengan teknik switching yang biasa dikerjakan dalam ATM.
- b. Label Distribution Protocol (LDP) Label Distribution Protocol (LDP) merupakan suatu prosedur yang digunakan untuk menginformasikan ikatan label yang telah dibuat dari satu LSR ke LSR lainnya dalam satu jaringan MPLS. Dalam arsitektur jaringan MPLS, sebuah LSR yang merupakan tujuan atau hop selanjutnya akan mengirimkan informasi tentang ikatan sebuah label ke LSR yang sebelumnya mengirimkan pesan untuk mengikat label tersebut bagi rute pakatnya. Teknik ini biasa disebut distribusi label downstream on demand.

Jaringan baru ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya :

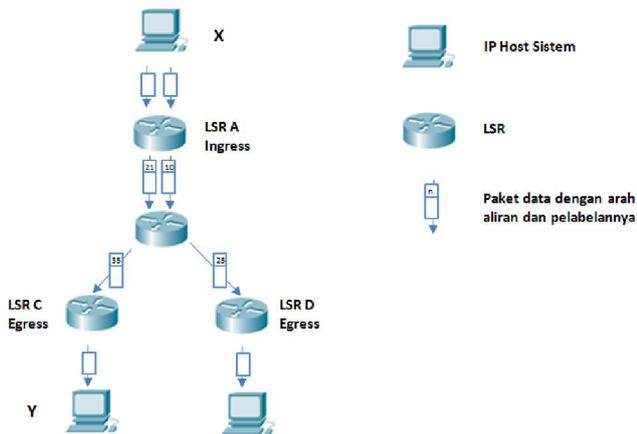
- a. MPLS mengurangi banyaknya proses pengolahan yang terjadi di IP routers, serta memperbaiki kinerja pengiriman suatu paket data.
- b. MPLS juga bisa menyediakan Quality of Service (QoS) dalam jaringan backbone, dan menghitung parameter QoS menggunakan teknik Differentiated services (Diffserv) sehingga setiap layanan paket yang dikirimkan akan mendapat perlakuan yang berbeda sesuai dengan skala prioritasnya.

Selain itu pada Distribusi suatu label dalam MPLS diselesaikan dalam satu atau lebih cara:

1. Perluasan protocol routing seperti OSPF untuk mendukung distribusi label.
2. Pemakaian mekanisme signaling RSVP untuk mendeteksi label yang ter-mapping pada aliran RSVP
3. Pemakaian LDP sebagaimana terdefiniskan oleh IETF

### 2.1.3 Cara Kerja MPLS

Adapun cara kerja dari MPLS dapat dijelaskan dengan ilustrasi gambar sebagai berikut:



Gambar 2 Dua LSP dalam jaringan MPLS

Berikut adalah cara kerja dari jaringan berbasis MPLS:

- LSR A berfungsi sebagai gerbang awal (ingress) data dari host X masuk kedalam jaringan MPLS. Setelah menerima paket data dari X, LSR A menentukan FEC dari tiap-paket paket.
- LSR B adalah LSR intermediate pada jaringan MPLS. LSR B menerima paket yang telah diberi label dan menggunakan nilai label untuk menentukan nilai dari label baru dalam meneruskan paket. Cara ini lebih cepat dibandingkan dengan melakukan proses terhadap kesekuruhan paket header untuk menentukan hop berikutnya. Pada gambar, tiap – tiap paket dengan label bernilai 10 akan digantikan dengan label 25 untuk diteruskan ke LSR D, sedangkan paket dengan label 21 akan di-label-kan kembali dengan nilai 35 dan diteruskan ke LSR C.
- LSR C & LSR D dalam kondisi ini berfungsi sebagai gerbang akhir dari jaringan MPLS. Kedua LSR ini akan melepaskan label dari paket dan meneruskannya menuju destination, jadi apabila LSR A mengidentifikasi seluruh paket yang menuju host –host dan memberikan label 21, maka seluruh paket data tersebut akan terkirim ke destination melalui jaringan MPLS.

### 2.2 Virtual Private Network

Dalam dunia internet dan intranet banyak sekali teknologi yang berkembang hingga saat ini baik itu dalam jaringan lokal maupun non lokal. Internet banyak digunakan perusahaan, kelompok pengguna bisnis, golongan maupun pribadi. Hal ini dikarenakan saat ini masyarakat Indonesia

umumnya sudah banyak menggunakan internet sebagai media informasi dan juga penyedia informasi. Terutama dalam dunia bisnis. Namun perlu disadari juga dunia intranet juga tidak kalah hebohnya dengan intranet khususnya bagi pelaku-pelaku bisnis dan para pengusaha yang meng-online-kan bisnisnya dalam dunia internet. Salah satu teknologi yang digunakan dalam dunia intranet sendiri adalah VPN alias Virtual Private Network. Dari cara pandang jaringan, salah satu masalah jaringan internet (IP public) adalah tidak mempunyai dukungan yang baik terhadap keamanan. Sedangkan dari cara pandang perusahaan, IP adalah kebutuhan dasar untuk melakukan pertukaran data antara kantor cabang atau dengan rekanan perusahaan. VPN muncul untuk mengatasi persoalan tersebut. Sebuah jaringan perusahaan yang menggunakan infrastruktur IP untuk berhubungan dengan kantor cabangnya dengan cara pengalamanan secara private dengan melakukan pengamanan terhadap transmisi paket data. Ada empat protokol yang biasa digunakan untuk mengimplementasikan VPN di internet, yaitu Point-to-point tunneling protocol (PPTP), Layer-2 forwarding (L2F), Layer-2 tunneling protocol (L2TP), IP security protocol (IPSec).

IPSec sudah menjadi standar dalam implementasi VPN karena cocok untuk lingkungan IP dibandingkan dengan PPTP, L2F, dan L2TP yang lebih cocok digunakan dalam multi protokol yang bukan dalam lingkungan IP seperti NetBEUI, IPX, dan Appletalk. Selain itu enkripsi, otentifikasi, dan manajemen kunci sudah menjadi bagian yang integral dalam IPSec. Dalam pembahasan dibawah ini akan dijelaskan sejauh mana teknologi intranet yang menghandalkan VPN dalam menjawab suatu keamanan pada suatu perusahaan yang mempunyai cabang lebih dari satu dan sejauh mana kemampuan yang akan dihasilkan.

### 2.3 Audio dan Video Streaming

Audio Streaming merupakan suatu layanan yang memungkinkan suatu server untuk membroadcast suatu audio yang bisa diakses oleh clientnya. Layanan audio streaming memungkinkan pengguna untuk mengakses audionya secara real time ataupun sudah direkam sebelumnya.

Video Streaming merupakan suatu layanan yang memungkinkan suatu server untuk membroadcast suatu video yang bisa diakses oleh clientnya. Layanan video streaming memungkinkan pengguna untuk mengakses videonya secara real time ataupun sudah direkam sebelumnya. Isi dari video ini dapat dikirimkan dengan tiga cara dibawah ini :

- Live Video – Server dilengkapi dengan Web Camera yang memungkinkan untuk memperlihatkan suatu kejadian secara

langsung. Walaupun hal ini dikaitkan dengan “broadcast” video, video ini sebenarnya ditransmisikan menggunakan protokol IP multicast.

- Scheduled Video – Video yang sudah direkam sebelumnya dikirimkan dari suatu server pada waktu yang sudah ditentukan. Scheduled Video ini juga menggunakan protokol IP multicast.
- Video-On-Demand – Pengguna yang sudah di autorisasi bisa mengakses video yang sudah direkam sebelumnya dari server kapan saja mereka mau melihatnya.

#### 2.4 Streaming over MPLS

Streaming over MPLS adalah suatu system yang menggunakan jaringan perantara dengan arsitektur jaringan MPLS untuk mengirimkan data paket Streaming dari suatu tempat ke tempat yang lain. Alasan pemilihan jaringan berbasis MPLS sebagai test bed jaringan dalam penelitian ini karena MPLS menyatukan antara performansi dan kemampuan manajemen trafik dari lapisan Data Link, sehingga dapat diukur dan mempunyai fleksibilitas yang tinggi untuk fungsi routing. Hal ini diaplikasikan ke jaringan dengan memanfaatkan kemampuan lapisan 2 sebagai switching yang memiliki keuntungan tersendiri jika diaplikasi pada jaringan.

Berdasarkan teori, MPLS dapat melewati berbagai jenis trafik. Trafik yang akan dilewatkan adalah jenis trafik Voice dan Video IP karena kebutuhan daripada implementasi ini yakni membuktikan relevansi antara teori dengan kondisi yang mendekati sebenarnya.

#### 2.5 QoS(Quality of Service)

Quality of Service (QoS), sebagaimana dijelaskan dalam rekomendasi CCITT E.800 adalah “Efek kolektif dari kinerja layanan yang menentukan derajat kepuasan seorang pengguna terhadap suatu layanan”

Jika dilihat dari ketersediaan suatu jaringan, terdapat karakteristik kuantitatif yang dapat dikontrol untuk menyediakan suatu layanan dengan kualitas tertentu. Kinerja jaringan MPLS dievaluasi berdasarkan parameter – parameter kualitas layanan yaitu *delay*, *jitter*, *packetloss* dan *throughput*. Berikut ini adalah definisi singkat dari keempat parameter layanan tersebut.

##### 1. Jitter

Merupakan variasi *delay* yang terjadi akibat adanya selisih waktu atau interval antar kedatangan paket di penerima. Jitter maksimum yang direkomendasi oleh ITU adalah 75 ms.

##### 2. Delay

- a. Waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber(pengirim)ke tujuan(penerima).

- b. *Delay* maksimum yang direkomendasikan oleh ITU untuk aplikasi suara adalah **150 ms**, dan yang masih bisa diterima pengguna adalah **250ms**

#### 3. Paket Loss

Kehilangan paket ketika terjadi *peak load* dan *congestion* (kemacetan transmisi paket akibat padatnya traffic yang harusdilayani) dalam batas waktu tertentu. Paket loss maksimum yang direkomendasi oleh ITU adalah 1 %.

#### 4. Throughput

Aspek utama *throughput* yaitu berkisar pada ketersediaan bandwidth yang cukup untuk suatu aplikasi. Hal ini menentukan besarnya trafik yang dapat diperoleh aplikasi saat melewati jaringan. Aspek penting lainnya adalah error (pada umumnya berhubungan dengan *link error rate*) dan *losses* (pada umumnya berhubungan dengan kapasitas *buffer*).

### III. IMPLEMENTASI SISTEM

#### 3.1 Peralatan pada Sistem

Peralatan dan spesifikasi hardware yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Server, sebuah desktop dengan spesifikasi sebagai berikut :
  - a. Kapasitas hardisk 320 GBytes
  - b. Processor Intel(R) Core2Quad CPU 2.6 GHz
  - c. Memory 4 GBytes
2. LER 1, sebuah desktop dengan spesifikasi berikut :
  - a. Kapasitas hardisk 20 GBytes
  - b. Processor Intel(R) Pentium(R) 4, 1.6GHz
  - c. Memory 256 MBytes
3. LSR, sebuah desktop dengan spesifikasi sebagai berikut :
  - a. Kapasitas hardisk 20 GBytes
  - b. Processor Intel(R) Pentium(R) 4, 1.6GHz
  - c. Memory 256 MBytes
4. LER 2, sebuah desktop dengan spesifikasi sebagai berikut :
  - a. Kapasitas hardisk 20 GBytes
  - b. Processor Intel(R) Pentium(R) 3, 773MHz
  - c. Memory 256 Mbytes
5. Client, sebuah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut :
  - a. Kapasitas hardisk 120Gbytes
  - b. Processor Intel(R) Core2Duo 1.8GHz
  - c. Memory 2 GBytes

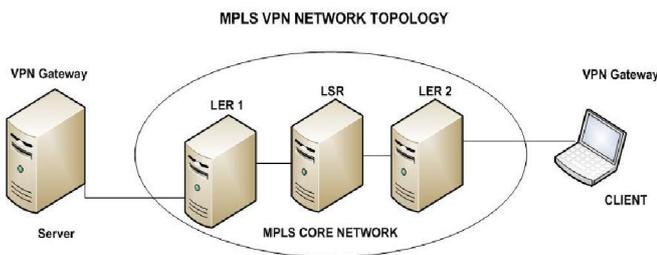
#### 3.2 Skenario Implementasi

Percanaan jaringan streaming MPLS VPN meliputi antara lain :

- 1) Perancangan *router* MPLS dengan menggunakan paket yang mendukung untuk

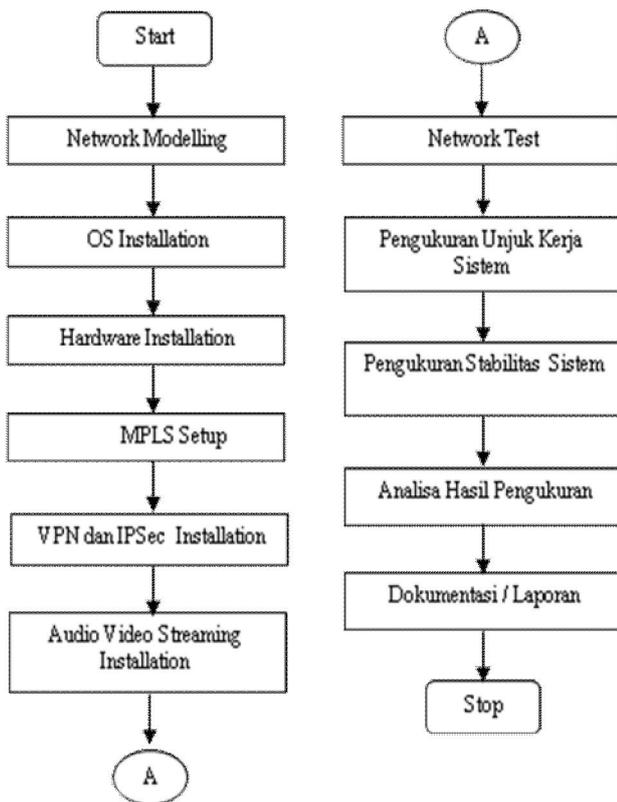
konfigurasi *router* dan *client* pada jaringan MPLS.

- 2) Setelah perancangan *router* dan *client* selesai maka akan dilakukan konfigurasi jalur yang akan dilalui oleh data dan melakukan pengecekan koneksi antar *router* ke *router* dan *router* ke *client*. Kemudian membangun dua buah terminal VPN gateway serta aplikasi streaming *server* dan *client* yang nantinya digunakan sebagai komponen pengujian yang terdiri dari *source* dan *destinasi*.
- 3) Pada topologi yang direncanakan ada dua *node* yang nantinya berfungsi sebagai LER yaitu node 1 sebagai LER *ingress* dan node 5 sebagai LER *egress*. Sedangkan untuk *router* yang berada ditengah-tengah berfungsi sebagai LSR.



Gambar 3 Topologi Jaringan [10]

Berikut adalah diagram alir dari sistem yang dibangun :



Gambar 4 Diagram alir implementasi MPLS

Dari diagram alir diatas terlihat bahwa, setelah dibangun jaringan MPLS VPN, kemudian dilakukan instalasi aplikasi audio dan video streaming. Untuk menguji kehandalan sistem yang telah dibuat, maka diperlukan pengukuran unjuk kerja sistem. Dari bagian ini, telah penulis lakukan dalam penelitian sebelumnya, sehingga penelitian ini akan difokuskan pada pengukuran stabilitas sistem.

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

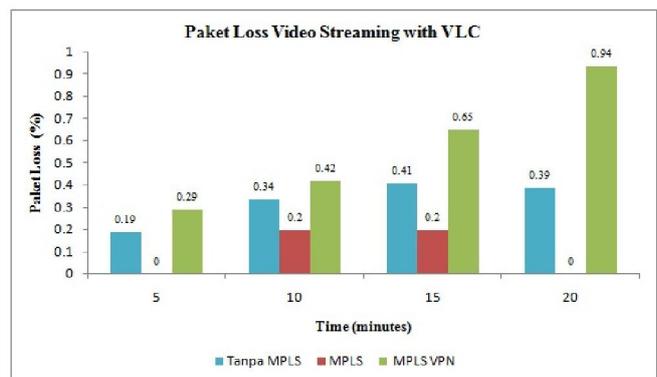
Dalam pengukuran test bed ini, semua jaringan dibebani trafik dengan menggunakan aplikasi bandwidth management yang bernama *HTB-tools*, untuk video yang akan distreamingkan dengan format MP4, video codec yang digunakan adalah standar MPEG4 dengan bitrate 1024kbps. Untuk audio yang akan distreamingkan dengan menggunakan format audio MP4, audio codec standar M4v, dengan frekuensi 48000KHz dan bitrate 128kbps.

Pada bagian ini akan di bandingkan kestabilan antara ketiga jaringan yang telah dibuat, yaitu jaringan tanpa MPLS, jaringan dengan MPLS, dan yang terakhir adalah jaringan dengan MPLS VPN. Dalam pengambilan data, menggunakan rentang waktu antara 5 menit, 10 menit, 15 menit dan 20 menit dengan menggunakan *software* streaming VLC. Parameter yang akan diukur meliputi *delay*, *paket loss*, *jitter* dan *throughput*.

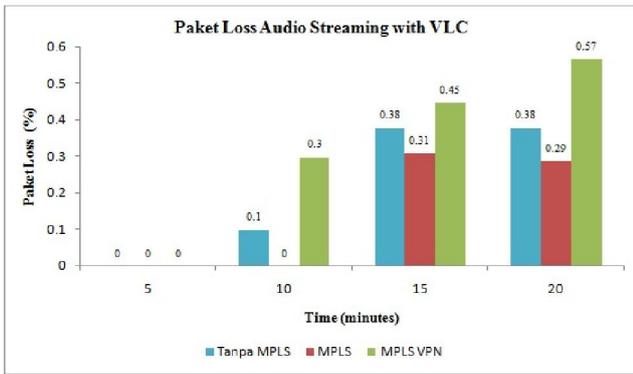
Secara keseluruhan dari hasil pengujian yang didapatkan, jaringan MPLS lebih stabil bila dibandingkan dengan jaringan tanpa MPLS maupun dengan jaringan MPLS VPN, baik untuk parameter, *packet loss*, *delay*, *jitter* dan *throughput*, jaringan MPLS mendapat nilai yang lebih baik.

##### 4.1 Paket Loss

Paket *lost* dapat disebabkan oleh sejumlah faktor, penurunan signal dalam media jaringan dan paket yang *corrupt*.



Gambar 5 Paket loss video streaming VLC



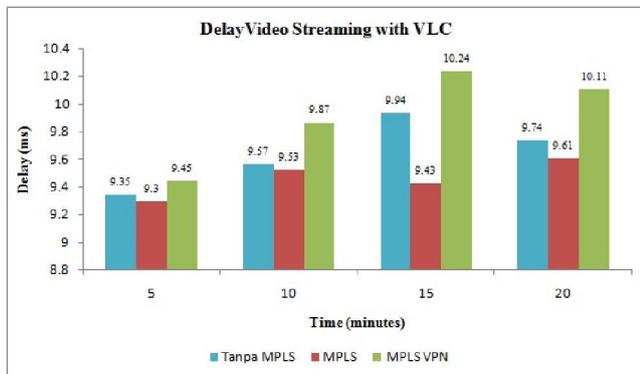
Gambar 6 Paket loss audio streaming VLC

Paket loss yang didapatkan dari hasil pengukuran menunjukkan, untuk audio dan video streaming paket lossnya sangat kecil, dibawah 1%, baik untuk jaringan MPLS, non MPLS maupun MPLS VPN. Kondisi paling stabil di dapatkan pada jaringan MPLS dengan jumlah keseluruhan paket loss paling kecil bila dibandingkan dengan jaringan lainnya, yaitu untuk paket loss video streaming rata-rata 0.1%, sedangkan untuk audio streaming rata-rata 0.15%.

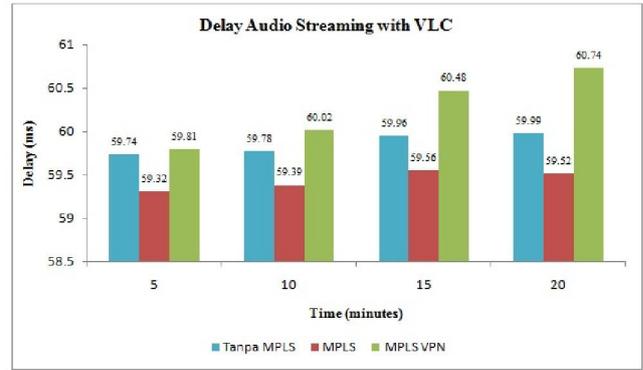
Pada jaringan MPLS VPN mengalami kenaikan yang linier, hal ini disebabkan karena adanya proses buffering dan enkripsi-dekripsi dengan semakin banyaknya data yang dikirimkan. Namun demikian jika jaringan yang digunakan adalah MPLS VPN, hal itu masih dapat memenuhi standar ITU.T untuk paket loss yang dibawah 1% (video streaming rata-rata 0.57%, audio streaming rata-rata 0.33%).

#### 4.2 Delay

Waktu yang dibutuhkan untuk sebuah paket untuk mencapai tujuan, karena adanya antrian yang panjang, atau mengambil rute yang lain untuk menghindari kepadatan jaringan.



Gambar 7 Delay video streaming VLC



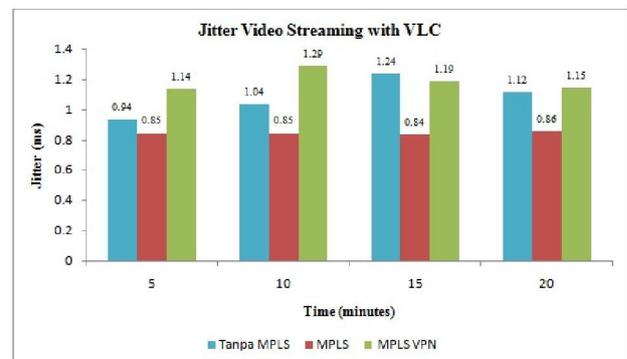
Gambar 8 Delay audio streaming VLC

Pada pengukuran *delay*, nilai yang didapatkan masih dibawah 250ms untuk semua jaringan, masih bisa ditolerir dan sangat layak untuk digunakan. Kondisi paling stabil masih ditunjukkan oleh jaringan MPLS yang mana unjuk kerjanya lebih bagus dari jaringan tanpa MPLS.

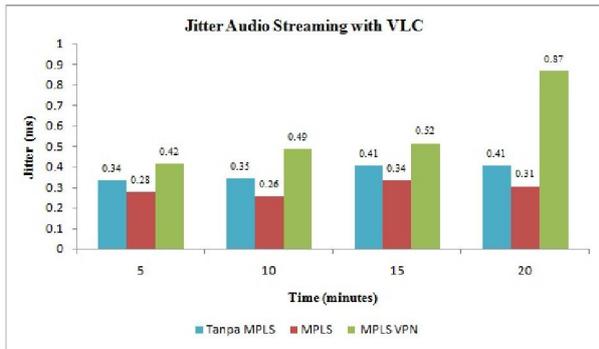
Untuk jaringan MPLS VPN, delay untuk audio rata-rata sebesar 60,26 ms, sedangkan untuk video 9.91 ms, sehingga hal ini masih memenuhi standar ITU.T yaitu dibawah 150ms.

#### 4.3 Jitter

*Jitter* merupakan variasi *delay* antar paket yang terjadi pada jaringan IP. Besarnya nilai *jitter* akan sangat dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya tumbukan antar paket (*congestion*) yang ada dalam jaringan IP. Semakin besar beban trafik di dalam jaringan akan menyebabkan semakin besar pula peluang terjadinya *congestion* dengan demikian nilai *jitter*-nya akan semakin besar. Semakin besar nilai *jitter* akan mengakibatkan nilai QoS akan semakin turun. Untuk mendapatkan nilai QoS jaringan yang baik, nilai *jitter* harus dijaga seminimum mungkin.



Gambar 9 Jitter video streaming VLC

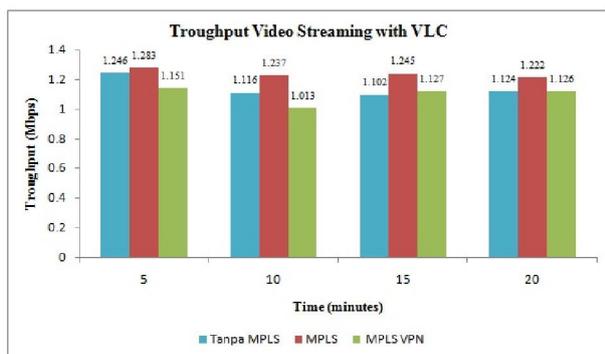


Gambar 10 Jitter audio streaming VLC

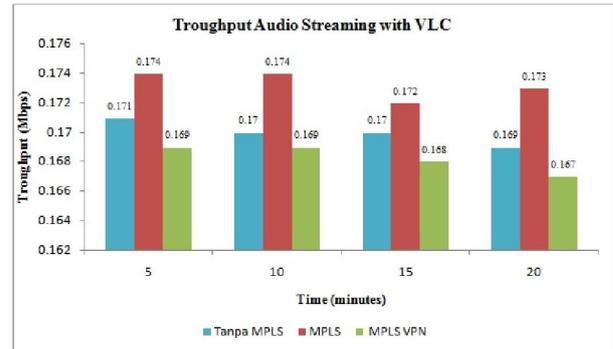
Dari pengujian jitter pada gambar 9 dan 10, masih terlihat bahwa jaringan MPLS yang paling stabil dan yang paling kecil nilai jittersnya. Hal ini semakin mengukuhkan bahwa jaringan MPLS lebih baik dari jaringan tanpa MPLS. Untuk jaringan MPLS VPN, untuk audio rata-rata 1.2 ms, sedangkan untuk video rata-rata 0.57 ms, sehingga nilainya masih dibawah standar ITU.T untuk jitter yaitu sebesar 75 ms.

#### 4.4 Throughput

*Throughput* adalah kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya *throughput* dikaitkan dengan *bandwidth*. Karena *throughput* memang bisa disebut dengan *bandwidth* dalam kondisi yang sebenarnya. Sementara *throughput* sifatnya adalah dinamis tergantung trafik yang sedang terjadi. Semakin besar *bitrate* maka akan semakin besar pula *throughput* nya, Semakin besar nilai *throughput* nya akan menunjukkan semakin bagus pula kemampuan jaringan dalam mentransmisikan data.



Gambar 11 Throughput video streaming VLC



Gambar 12 Troughput audio streaming VLC

Dari pengujian terhadap throughput jaringan, didapat MPLS lebih stabil dari jaringan lainnya. Throughput paling kecil didapat jaringan MPLS VPN yaitu untuk video rata-rata 1.1 Mbps, dan untuk audio rata-rata 0.168 Mbps, hal ini disebabkan adanya proses tambahan untuk enkripsi dan dekripsi data.

Untuk semua pengukuran yang didapatkan, jelas terlihat, jaringan MPLS lebih stabil dengan hanya mengalami sedikit penurunan pada setiap rentan waktu antara 5 menit, 10 menit, 15 menit dan 20 menit.

#### V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan analisa pada jaringan MPLS, non MPLS dan MPLS VPN, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Secara keseluruhan performa dari jaringan yang menerapkan backbone MPLS lebih unggul dari pada jaringan yang tanpa MPLS dan MPLS VPN.
2. Pada MPLS VPN unjuk kerjanya lebih rendah daripada dua jaringan lainnya, hal itu disebabkan karena MPLS VPN akan mengenkripsi dulu data yang akan dikirimkan.
3. Dari sample data video streaming yang diambil dengan rentang waktu yang berbeda yaitu 5 menit, 10 menit, 15 menit dan 20 menit, didapat bahwa jaringan MPLS yang paling stabil, sedangkan jaringan MPLS VPN walaupun kinerjanya tidak sebaik jaringan MPLS, akan tetapi parameter QoSnya yang meliputi delay (audio 60.26ms, video 9.91ms), packet loss (audio 0.33%, video 0.57%) dan jitter (1.2 ms, 0.57ms) masih memenuhi standar ITU.T untuk aplikasi streaming.

#### RENCANA KE DEPAN

Pada penelitian diatas, topologi jaringan masih berbasis bus, sehingga dalam hal ini kurang begitu kelihatan unjuk kerja routing yang berbasis MPLS, kedepannya diharapkan bisa dibangun topologi yang lebih bervariasi sehingga benar-

benar dapat diketahui unjuk kerja yang sebenarnya dari jaringan MPLS VPN.

#### REFERENSI

1. Ivan Pepelnjak, Jim Guichard, “*MPLS and VPN Architectures*”, Cisco Press. 2005
2. Mark Hekwar, “*Building Open Swan Network*”, Ubuntu Documentation Project . 2008.
3. Andrea Popo, “*MPLS on Linux Based*”, GoCpress. 2009
4. Hong Man, Yang Li , “*Multi-stream video transport over MPLS networks*”, Multimedia Signal Processing, IEEE Workshop, 2002
5. Joong-Min Kim In-Kap Park Chung-Hyun Kim, “*A study on the performance enhancements of video streaming service based on MPLS network*”, Intelligent Signal Processing and Communication Systems, 2004. ISPACS 2004
6. Fgee, E.-B. Phillips, W.J. Robertson, W. Sivakumar, “*Implementing QoS capabilities in IPv6 networks and comparison with MPLS and RSVP*”, Electrical and Computer Engineering, 2003. IEEE CCECE 2003
7. Haeryong Lee Jeongyeon Hwang Byungryong Kang Kyoungpyo Jun, “*End-to-end QoS architecture for VPNs: MPLS VPN deployment in a backbone network*”, Parallel Processing, 2000. Proceedings. 2000 International Workshops on Toronto
8. Rong Ren Deng-Guo Feng Ke Ma, “*A detailed implement and analysis of MPLS VPN based on IPSec*”, Machine Learning and Cybernetics, 2004. Proceedings of 2004 International Conference
9. Paul Britain, Adrian Farrel, “*MPLS Traffic Engineering: A Choice of Signal Protocols*”, Data Connection, January 17, 2000
10. M. Zen Samsono Hadi, Idris W, Aries P, Ahmad A, “*Analisa Unjuk Kerja Audio dan Video Streaming pada Jaringan MPLS VPN Berbasis IPSec*”, Proceeding IES, PENS-ITS, 2010
11. Aries P, M. Zen Samsono H, Dwi Ayu R, “*Analisa Unjuk Kerja Aplikasi VoIP pada Jaringan IPv6 Berbasis MPLS*”, Proceeding IES, PENS-ITS, 2010.



M. Zen Samsono Hadi lahir di Kediri, ia memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Jurusan Teknik Elektro pada tahun 2000 dan magister teknik (MT) pada tahun 2009, keduanya dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Pada tahun 2007, ia mendapat kesempatan untuk program double degree ke Jerman, dan mendapatkan gelar master of science pada tahun 2008.

Ia adalah pengajar pada jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Bidang penelitian yang ditekuni adalah Network Security, Network Design dan internet application. Pernah melakukan penelitian pada bidang network design di T-Systems Enterprise GmbH, Darmstadt Jerman pada tahun 2008.



Aries Pratiarso lahir di Surabaya, ia memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Jurusan Teknik Elektro pada tahun 1994 dan Magister Teknik (MT) pada tahun 2004, keduanya dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Ia adalah pengajar pada jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Bidang penelitian yang ditekuni adalah Wireless Communication, teknik koding dan image processing.



Idris Winarno lahir di Malang, ia memperoleh gelar Sarjana Science Terapan (SST) pada Jurusan Teknik Informatika PENS dan Magister Komputer (MKom) dari jurusan Teknik Informatika ITS Surabaya. Ia adalah pengajar pada jurusan Teknik Informatika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Bidang penelitian yang ditekuni adalah jaringan komputer, clustering dan security network.



Ahmad Afis Abror lahir di Lamongan, ia memperoleh gelar Sarjana Science Terapan (SST) pada Jurusan Teknik Telekomunikasi PENS-ITS Surabaya pada tahun 2010. Bidang penelitian yang ditekuni adalah jaringan komputer termasuk MPLS, security jaringan yang didalamnya mempelajari IPSecurity dan teknik-teknik VPN serta aplikasi web.