

# ANALISIS LAYANAN VIDEO PADA JARINGAN ATM DENGAN *MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING*

**Cakra Danu Sedayu, Ali Hanafiah Rambe**

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)

Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA

e-mail: [cakra.danu@students.usu.ac.id](mailto:cakra.danu@students.usu.ac.id) or [cakra.ds@gmail.com](mailto:cakra.ds@gmail.com)

## ABSTRAK

*Routing* dan *switching* adalah metode yang digunakan untuk menerima dan meneruskan paket informasi dari suatu perangkat ke perangkat lainnya. Metode *switching* menerima dan meneruskan informasi berdasarkan informasi yang dilaluinya langsung dari *node* yang mengirimkan. Sementara metode *routing* meneruskan paket berdasarkan informasi global jaringan. Metode *switching* meneruskan paket lebih cepat dari metode *routing*. *Multiprotocol Label Switching* (MPLS) merupakan teknologi *switching* yang memanfaatkan informasi tambahan dari jaringan. Tulisan ini membandingkan kualitas layanan video pada jaringan *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) dengan dan tanpa MPLS. Kinerja jaringan dievaluasi menggunakan simulator GNS3 dan aplikasi *wireshark* dengan parameter *throughput*, *delay*, dan *packet loss*. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa MPLS menaikkan *throughput* rata-rata 23.14 %, menekan *delay* rata-rata 18.59 %, dan menurunkan *packet loss* rata-rata 97.65 %.

**Kata kunci:** *Asynchronous Transfer Mode, Multiprotocol Label Switching, Quality of Service*

## 1. Pendahuluan

Metode *routing* dan metode *switching* merupakan metode yang digunakan untuk menerima dan meneruskan paket informasi ke perangkat selanjutnya. Dalam proses menerima dan meneruskan paket ke perangkat selanjutnya, metode *switching* dapat mengirimkan paket lebih cepat dibanding metode *routing* [1].

Salah satu perangkat yang mengirim data menggunakan metode *switching* adalah *Asynchronous Transfer Mode* (ATM). ATM mentransfer data dengan cara memecah-mecah data ke dalam paket-paket kecil yang berukuran tetap, paket-paket berukuran kecil ini disebut sel [1]. Selain menggunakan metode *switching*, hal inilah yang mengakibatkan jaringan ATM dapat melakukan transfer dengan cepat bahkan dalam jumlah yang besar. Selain itu, ATM juga memiliki kemampuan untuk menyediakan *Quality of Service* (QoS) untuk kategori layanan yang berbeda-beda [2].

Kecepatan dalam memproses transfer data menjadi masalah yang dialami dalam sebuah jaringan. *Multiprotocol Label Switching* (MPLS) merupakan solusi mempercepat proses transfer data. Jaringan MPLS memanfaatkan layer dua (*switching*) dan layer tiga (*routing*). MPLS yang dikonfigurasi dengan ATM disebut MPLS *over* ATM. MPLS *over* ATM

menyediakan layanan IP/MPLS dan ATM dalam satu jaringan. Dengan mengkonfigurasi ATM dengan MPLS akan menghasilkan jaringan yang memiliki QoS yang sangat baik [3].

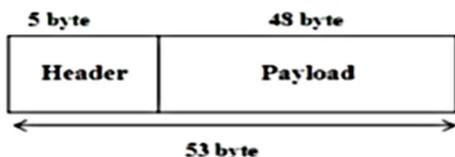
## 2. Studi Pustaka

### 2.1 *Asynchronous Transfer Mode* (ATM)

*Asynchronous Transfer Mode* atau yang disingkat ATM merupakan suatu jaringan di mana paket-paket informasi berbagai layanan seperti suara, video, dan data diubah ke dalam bentuk paket-paket kecil dengan ukuran tetap yaitu 53 *byte*, paket-paket berukuran kecil ini disebut sel [1]. Pada tahun 1998 *International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector* (ITU-T) telah memilih jaringan ATM sebagai jaringan *backbone* untuk teknologi *Broadband Integrated Services Digital Network* (B-ISDN) [1].

#### 2.1.1 *Header Sel ATM*

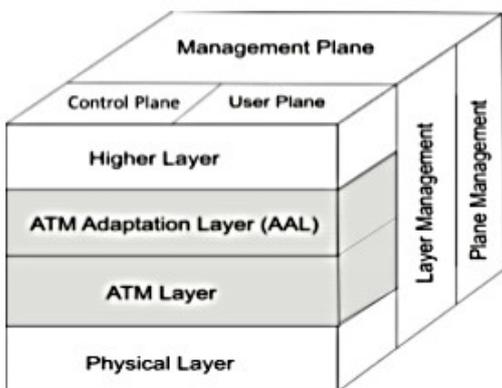
Sel ATM terdiri dari 48 *byte payload* dan 5 *byte header*. *Payload* berisi paket-paket data yang akan dikirimkan *header* sel ATM. Sedangkan *header* pada sel ATM memiliki fungsi untuk pengalamatan, proses *switch*, *error control*, dan lain-lain. Bentuk sel ATM dapat dilihat pada Gambar 1 [1].



Gambar 1. Sel ATM

2.1.2 Model Referensi ATM

Model referensi ATM memiliki tiga bidang (*plane*), yaitu *user plane*, *control plane* dan *management plane*. Tiap bidang (*plane*) memiliki fungsi berbeda-beda. Model referensi ATM dapat dilihat pada Gambar 2 [1].



Gambar 2. Model Referensi ATM

Penejelasan tentang masing-masing bidang dan fungsinya dijelaskan sebagai berikut [1] :

2. *User Plane* : Bidang ini berkonsentrasi pada data yang berasal dari *user*. Disisi pengirim, *user plane* mengubah paket informasi *user* menjadi sel-sel dan mentransmisikannya melalui media fisik atau lapis fisik. Di sisi penerima, *user plane* melakukan kebalikannya.
3. *Control plane* : *Control plane* bertanggung jawab untuk membangun dan memutuskan koneksi antara sumber dan tujuan. Saat *control plane* membangun koneksi yang baru, *control plane* akan membuat *mapping* (pemetaan) di antara *input Virtual Path Identifier* (VPI) atau *Virtual Channel Identifier* VPI/VCI dan *output* VPI/VCI.
4. *Management plane*: *Management plane* bertanggung jawab untuk mengatur maasing-masing protokol pada ATM dan membuat koordinasi antar lapisan.

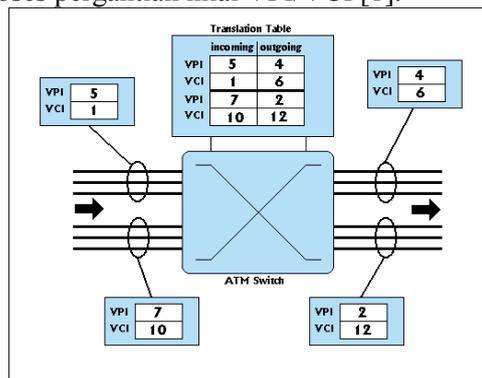
ATM *Adaption Layer* (AAL) memiliki fungsi menyediakan layanan *connection-oriented* bahkan pada trafik padat (AAL3), menyediakan layanan *connctionless* untuk trafik yang padat (AAL4), mengatur layanan

aplikasi dan mengatur kelangsungan paket IP di jaringan ATM [1].

2.1.3 *Virtual Circuit Switching (Label Swaping)*

Berbeda dengan *router* yang menggunakan IP, pada ATM untuk melakukan pengiriman data ATM menggunakan *virtual circuit switching*. Pada *Virtual Circuit Switching*, informasi ditransfer menggunakan *virtual circuit*. *Virtual circuit* adalah sebuah kanal logika (*circuit*) pada dua buah perangkat yang diidentifikasi dengan label atau sesuatu yang dapat mengidentifikasi (*indentifiers*). Dalam proses pengiriman data di saat paket sampai pada tujuan (*hop*) selanjutnya, VCI akan membaca *identifier* dan meneruskan ke *hop* selanjutnya. Sebelum dilanjutkan ke *hop* selanjutnya, *indentifier* akan diganti dengan label (*indentifier*) yang baru. Proses pergantian label yang baru datang dengan label yang baru disebut *virtual circuit switching* atau *label swaping* [1].

ATM menggunakan VPI/VCI untuk mengirimkan sel. VCI adalah *Virtual Chanel Identifiers*. Sedangkan VPI adalah *Virtual Path Identifiers*. VPI dan VCI berfungsi untuk pengalamatan pada jaringan ATM. Dalam proses penerimaan dan pengiriman paket, nilai VPI/VCI akan diganti dengan nilai VPI/VCI yang baru. Proses pergantian nilai VPI/VCI ini disebut *cell relaying*, *cell switching* atau *cell forwarding*. Gambar 3 menjelaskan bagaimana proses pergantian nilai VPI/VCI [1].



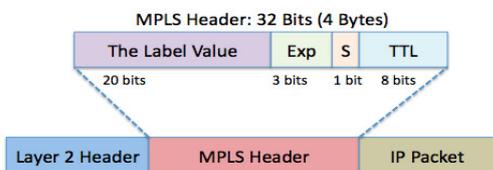
Gambar 3. Proses Perubahan VPI/VCI pada ATM (*Cell Switching*)

2.2 *Multiprotokol Label Switching (MPLS)*

*Multiprotokol Label Switching (MPLS)* adalah suatu metode yang berfungsi untuk mempercepat penerimaan dan pengiriman paket pada jaringan dengan menggunakan label. Jaringan MPLS merupakan arsitektur jaringan yang didefenisikan oleh *Internet*

Engineering Task Force (IETF) untuk memadukan mekanisme *Label swapping* di *layer 2* dengan *routing* di *layer 3* untuk mempercepat pengiriman paket data. Jaringan MPLS bekerja pada *layer Network* dan *layer Data Link* dalam proses transmisi paket data [4].

Dalam pengiriman paket data di jaringan MPLS dilakukan proses pemberian label pada *header* paket tersebut. *Header* MPLS memiliki 32 bit data, yang didalamnya terdapat 20 bit *Label Value*, 3 bit eksperimen (Exp), dan 1 bit identifikasi *stack*, serta 8 bit TTL, seperti terlihat pada Gambar 4 [5].

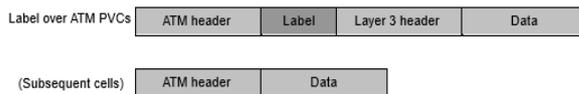


Gambar 4. Format *Header* MPLS

**2.3 MPLS over ATM**

MPLS dapat dikonfigurasi sebagai *platform*, salah satunya adalah ATM. MPLS yang dikonfigurasi di *platform* ATM disebut *MPLS over ATM*. *MPLS over ATM* merupakan cara untuk menyediakan layanan IP/MPLS dan ATM dalam satu jaringan. Untuk melakukan konfigurasi MPLS pada jaringan ATM, dibutuhkan *LC-ATM interface*. *LC-ATM interface* adalah *Label-Controlled interface* yang dibutuhkan melakukan proses label. Perangkat interface ini dipasang di ATM *switch* [3].

Paket-paket IP dapat dilewatkan pada jaringan ATM, ini disebut *IP over ATM*. Hal ini terjadi dikarenakan pengguna atau *end-user* menggunakan teknologi *Internet Protocol* (IP). Ketika paket yang memiliki *header* IP melau jaringan ATM, akan terjadi banyak proses untuk mentransfer paket tersebut. Salah satu proses tersebut adalah sistem harus memetakan alamat IP dan *routing* ke ATM. Akan tetapi jika MPLS dikonfigurasi pada ATM, proses pemetaan alamat IP dan *routing* tidak jadi masalah lagi dikarenakan MPLS dapat menterjemahkan pengalamatan IP maupun pengalamatan ATM (VPI/VCI) [3]. Teknik enkapsulasi ATM dengan MPLS ditunjukkan pada Gambar 5 [3].

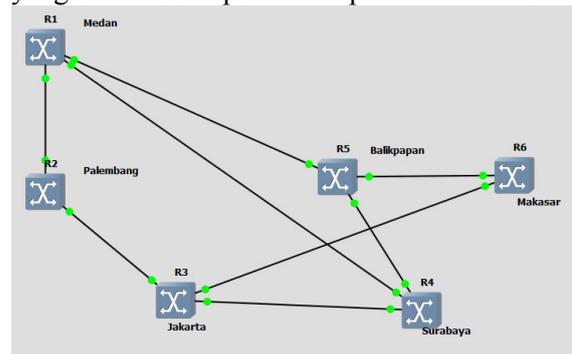


Gambar 5. Teknik Enkapsulasi MPLS ATM

**3. Metodologi Penelitian**

Adapun langkah-langkah metodologi penelitian yang dilakukan adalah melakukan pemodelan jaringan, konfigurasi jaringan, serta melakukan simulasi dan pengukuran. Pemodelan dibuat berdasarkan data *backbone* yang di dapat dari situs resmi menkominfo yaitu <http://www.menkominfo.go.id> [6]. Berdasarkan data tersebut, jaringan *backbone* di Indonesia terletak di beberapa titik yaitu Medan, Palembang, Jakarta, Surabaya, Makasar, dan Balikpapan yang dapat dilihat pada Gambar 6.

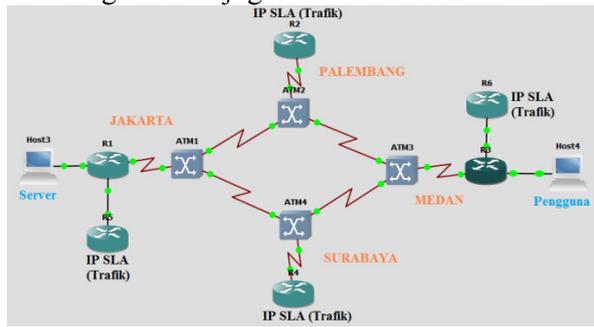
Titik *backbone* yang di ambil sebagai pemodelan jaringan hanya di empat titik saja yaitu Medan, Palembang, Jakarta, dan Surabaya. Layanan video atau *server* berada di kota Jakarta, dan pengguna berada di kota Medan. Dalam proses melakukan layanan video antar *server* dan pengguna digunakan *Internet Protocol* (IP). Dengan kata lain pengguna dan *server* menggunakan kabel *Ethernet* bukan menggunakan kabel ATM. Oleh sebab itu pemodelan jaringan membutuhkan sebuah *router* untuk pengalamatan paket IP. Paket-paket IP tersebut akan melewati jaringan ATM (*IP over ATM*). Bentuk pemodelan jaringan yang dianalisis dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Jaringan *Backbone* Indonesia [6]

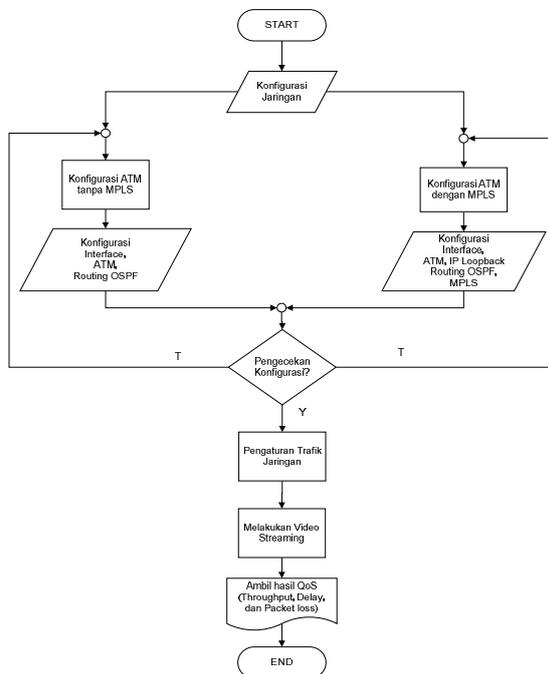
Pemodelan jaringan dapat dilihat pada Gambar 7. Satu daerah terdapat dua buah perangkat yaitu ATM dan *router*. Sehingga dibutuhkan empat buah ATM dan empat buah *router* sebagai *backbone* jaringan. Selain delapan perangkat tersebut, terdapat dua buah *router* yang berfungsi sebagai pembangkit

trafik antar *router* tersebut yaitu R5 dan R6. Pembangkit trafik juga dilakukan di R2 dan R4.



Gambar 7. Pemodelan Jaringan

Secara diagram alir, maka langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir perancangan jaringan ATM tanpa MPLS

### 3.1 Pengaturan Trafik Jaringan

Pengujian jaringan dilakukan pengaturan trafik dengan cara melakukan proses pengiriman paket dari sebuah *router* ke *router* lain yang melewati jaringan ATM ataupun jaringan ATM dengan MPLS. Pengiriman paket ini dapat berbagai jenis *protocol*-nya, yaitu HTTP, ICMP, FTP, dll. Hal ini disebut IP SLA. Kepadatan trafik dapat diumpamakan dari seberapa seringnya *router* melakukan pengiriman data ke *router* lain dalam hitungan detik. Kondisi trafik yang diumpamakan memiliki tiga kondisi, yaitu trafik rendah, trafik sedang dan trafik tinggi. Tabel 1 menunjukkan frekuensi paket antar *router*.

Tabel 1. Asumsi Kepadatan Trafik

Jenis Layanan	Rendah (detik)	Sedang (detik)	Padat (detik)
ICMP	6	5	1
DNS	5	2	1
G711	1	1	1
G729	1	1	1
HTTP	7	2	1
Telnet	4	3	1
HTTPS	9	5	1
FTP	3	2	1
SSH	3	3	1

### 3.2 Parameter Sistem

Parameter-parameter sistem yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Throughput

*Throughput* adalah kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data yang diukur dalam bps. Untuk menghitung *Throughput* dapat menggunakan persamaan 1 [7]:

$$Throughput = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim (bits)}}{\text{Jumlah waktu pengiriman data (sec)}} \quad (1)$$

Nilai *Throughput* dari suatu jaringan dapat dikategorikan berdasarkan standarisasi TIPHON seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori jaringan berdasarkan nilai *throughput* (versi TIPHON) [7]

Kategori	Keberhasilan
Sangat Bagus	76 s/d 100 %
Bagus	51 s/d 75 %
Sedang	26 s/d 50 %
Buruk	< 25 %

#### 2. Latency (Delay)

*Latency (Delay)* adalah lama waktu suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Waktu tunda ini bisa dipengaruhi oleh jarak (misalnya akibat pemakaian satelit), atau kongesti (yang memperpanjang antrian), atau bisa juga akibat waktu olah yang lama (misalnya untuk *digitizing* dan kompresi data). Satuan yang digunakan pada perhitungan *delay* adalah *mili second* (ms). Untuk menghitung *Delay* dapat menggunakan persamaan 2 [7]:

$$Delay = \frac{\text{Jumlah waktu pengiriman data (sec)}}{\text{Jumlah packet}} \quad (2)$$

Nilai *delay* dari suatu jaringan dapat dikategorikan berdasarkan standarisasi TIPHON seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori jaringan berdasarkan nilai *delay* (versi TIPHON) [7]

Katagori	Besar Delay
Sangat Bagus	<150 ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Buruk	>450 ms

3. *Packet Loss*

*Packet Loss* adalah kegagalan transmisi paket data mencapai tujuannya. Umumnya perangkat *network* memiliki *buffer* untuk menampung data yang diterima. Jika terjadi kongesti yang cukup lama, *buffer* akan penuh, dan data baru tidak diterima. Satuan yang digunakan pada perhitungan *packet loss* adalah persen. Untuk menghitung *Packet Loss* dapat menggunakan persamaan 3 [7]:

$$Packet\ Loss = \frac{(Paket\ data\ dikirim - Paket\ data\ diterima)}{(paket\ data\ yang\ dikirim)} \quad (3)$$

Nilai *packet loss* dari suatu jaringan dapat dikategorikan berdasarkan standarisasi TIPHON seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori jaringan berdasarkan nilai *packet loss* (versi TIPHON) [7]

Katagori	Packet Loss
Sangat Bagus	0%
Bagus	3%
Sedang	15%
Buruk	25%

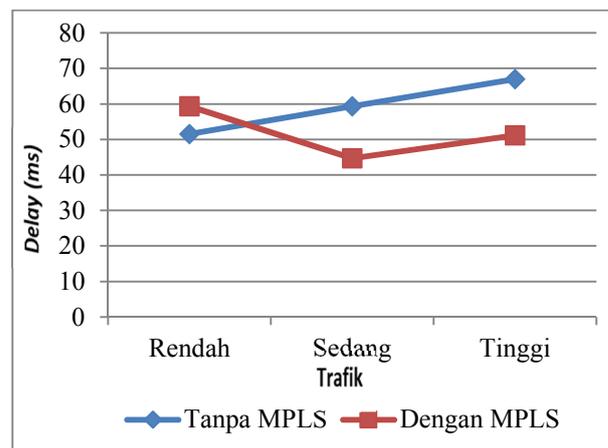
4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil yang didapatkan *wireshark* dengan melakukan *streaming* video sebanyak lima kali pada jaringan ATM tanpa dan dengan MPLS dimasing-masing trafik, didapatkan nilai QoS yang dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai-nilai tersebut merupakan nilai rata-rata dari lima percobaan dimasing-masing jaringan.

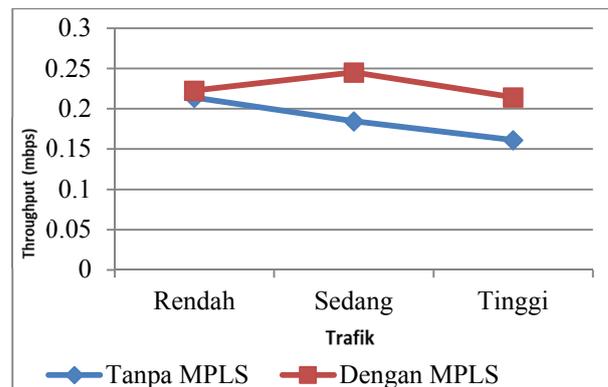
Tabel 5. Hasil keseluruhan nilai QoS pada jaringan ATM dengan dan tanpa MPLS

Konfigurasi		Rata-rata		
		Delay (ms)	Throughput (Mbps)	Packet Loss (%)
Trafik Rendah	Tanpa MPLS	51.515	0.2142	1.152
	Dengan MPLS	47.614	0.2226	0.066
Trafik Sedang	Tanpa MPLS	59.350	0.1848	3.99
	Dengan MPLS	44.708	0.2452	0.039
Trafik Tinggi	Tanpa MPLS	66.935	0.1614	5.712
	Dengan MPLS	51.181	0.2144	0.016

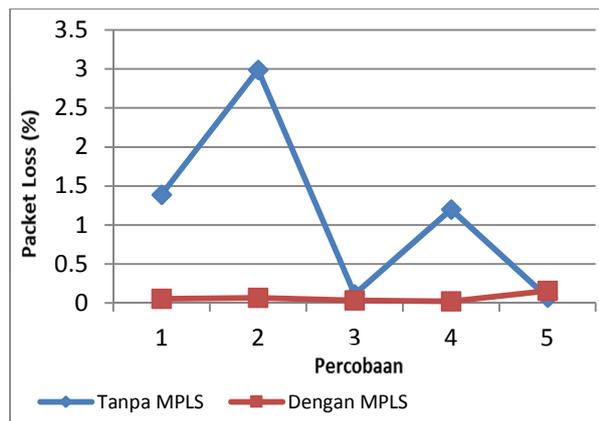
Dari hasil yang ditunjukkan pada Tabel 5 dapat digambarkan grafik nilai QoS (*Throughput*, *Delay*, *Packet Loss*) dari kedua jaringan yang ditunjukkan pada Gambar 9.



(a)



(b)



(c)

Gambar 9. Hasil pengujian menurut aplikasi *wireshark* (a) *throughput*; (b) *delay*; (c) *packet loss*

Dari semua parameter, nilai QoS pada jaringan ATM yang menggunakan konfigurasi MPLS lebih baik dibanding jaringan ATM tanpa MPLS. Selain itu jaringan dengan MPLS memiliki nilai *delay*, *throughput* dan *packet loss* yang stabil dan tidak terpengaruh terhadap trafik. Hal ini disebabkan karena pengiriman data pada jaringan ATM bersifat *tunneling* (paket-paket pada jaringan ATM akan melewati satu jalur saja), tidak ada pemilihan rute. Hal ini menyebabkan kesibukan di jalur yang sama, sehingga semakin besar trafik semakin besar nilai *delay*. Sedangkan ketika dikonfigurasi dengan MPLS, jalur *tunnel* yang dibuat MPLS dapat bervariasi sehingga membuat nilai *delay*, *throughput* dan *packet loss* lebih bervariasi tergantung pemilihan jalur MPLS tersebut.

## 5. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil dan pembahasan adalah sebagai berikut:

2. Penambahan sistem MPLS pada jaringan ATM mengakibatkan kenaikan *throughput* 3.92% saat diuji coba pada trafik rendah, naik 32.68 % saat diuji coba pada trafik sedang, dan naik 32.83 % saat diuji coba pada trafik tinggi.
3. Penambahan sistem MPLS pada jaringan ATM mengurangi *delay* 7.57% saat diuji coba pada trafik rendah, turun 24.67% saat diuji coba pada trafik sedang, dan turun 23.53% saat diuji coba pada trafik tinggi.
4. Penambahan sistem MPLS pada jaringan ATM mengurangi *packet loss* 94.24% saat diuji coba pada trafik rendah, turun 99.01%

saat diuji coba pada trafik sedang, dan turun 99.71% saat diuji coba pada trafik tinggi.

5. Parameter *throughput*, *delay*, dan *packet loss* pada jaringan ATM dengan MPLS lebih baik dibandingkan jaringan ATM tanpa MPLS. Nilai *throughput*, *delay*, dan *packet loss* pada jaringan ATM dengan MPLS tidak berpengaruh terhadap trafik.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Sumit, Kasera & Pankaj Sethi. 2001. *ATM Networks Concept and Protocols*. Edisi Pertama. New Delhi: McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- [2] Stalling, William. 1996. *Data and Computer Communications*. Edisi Keenam. New Jersey: Prentice Hall International
- [3] Alwayn, Vivek. 2002. *Advanced MPLS Design and Implementation*. USA: Cisco Press
- [4] Miller, Lawrence C & Peter Gregory. 2012. *CISSP for Dummies*. United of State America: John Wiley & Sons
- [5] Maulita, Yani. 2011. *Analisis Konfigurasi Multi Protocol Label Switching (MPLS) untuk Meningkatkan Kinerja Jaringan*. Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [6] Tiphon. 1999. *Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) General aspects of Quality of Service (QoS)*, DTR/TIPHON-05006(cb0010cs.PDF).
- [7] BP3TI dan KOMINFO. 2014. *Nusantara Internet Exchange (NIX) Tahap 2*. [online]. (b3ti.kominfo.go.id/id/index.php?categoryid=35, diakses tanggal 3 februari 2014)