

QUALITY OF SERVICE PADA JARINGAN MULTI PROTOCOL LABEL SWITCHING

M. IRFAN¹ DAN LAILIS SYAFAAH²

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

E-mail: irfan_tsd@yahoo.com, lailis_tsd@yahoo.co.id

ABSTRAK

MPLS adalah rencana kerja yang diberikan oleh IETF untuk memperbaiki kinerja jaringan IP. Label switching label menggunakan mekanisme forwarding yang koneksi karakteristik berorientasi membuat teknologi ini menjadi teknologi routing untuk QoS guarantee masa depan dengan tingkat pelayanan yang lebih baik. Hal ini mendukung sinyal dengan menggunakan sebuah protokol untuk TE-MPLS dengan memanfaatkan jaringan yang menyeimbangkan jaringan menekankan dengan distribusi yang terpaku pada kelas, antrian, dan jadwal lalu lintas. Penelitian ini merupakan analisis TE-MPLS mekanisme untuk merancang jaringan MPLS dengan daemon RSVP-TE yang disebut emulator MPLS. Analisis ini digunakan menghasilkan 2 jenis lalu lintas protokol, UDP, dan TCP. Pengukuran dapat disimpulkan bahwa ada efisiensi dalam jaringan MPLS dalam kelompok bersama protokol UDP jaringan sekitar 18,6% untuk saluran yang mirip dengan lalu lintas 2 KBRs, 3,4%, 1,5%, dan 5,6% untuk saluran yang sama dengan lalu lintas 4,8 dan 16 KBRs untuk aliran variasi data jaringan MPLS meningkatkan 464,2%, 479,5%, 518%, dan 2638,5% untuk setiap saluran. Waktu yang diperlukan untuk TCP protokol transmisi dari jaringan MPLS memperlihatkan efisiensi 2,9% dan bit rate kenaikan MPLS sekitar 0,66%.

Kata kunci: rekayasa lalu lintas, multiprotocol label switching, kualitas layanan

ABSTRACT

MPLS is a work plan that was given by IETF to repair work performance of IP network. Label switching label using forwarding mechanism which has connection oriented characteristic make this technology become routing technology for future guarantee QoS with better service level. This is supporting using a protocol signals for TE-MPLS to maximize network performance balancing the network stressing with distribution that fixed on classes, queuing, and traffic schedule. This research is an analysis of TE-MPLS mechanism to design MPLS network with RSVP-TE daemon that is called emulator MPLS. This analysis used generating 2 different kinds of protocol traffic, UDP, and TCP. The measurement could be concluded that there was an efficiency of MPLS network in group joint of protocol UDP network about 18,6% for channel that is similar with traffic 2 KBRs, 3,4%, 1,5%, and 5,6% for channel similar with traffic 4,8 and 16 KBRs for flow variation of MPLS network data increase 464,2%, 479,5%, 518%, and 2638,5% for each channel. The time that was needed for TCP protocol transmission of MPLS network showed efficiency 2,9% and bit rate of MPLS increase about 0,66%.

Key words: traffic engineering, multiprotocol label switching, quality of service

PENDAHULUAN

Internet Protokol (IP) dengan desain arsitektur teknologinya dewasa ini telah menjadi protokol utama dalam internet. Keberhasilan jaringan IP terutama pada metode desain teknologi *connection-less* yang sederhana, fleksibel dan kemudahannya dalam integrasi dan interoperability perangkat. Seiring dengan perkembangan internet, kebutuhan layanan untuk menangani transfer data mengalami peningkatan dan menuntut adanya jaminan tersedianya bandwidth dan tingkat layanan yang optimal pada jaringan backbone, khususnya jaringan

IP (Tanenbaun, 1996). Layanan yang dibutuhkan ini tidak terbatas pada aplikasi *non-real time* (*store and forward*) saja (misalnya; e-mail, web, file transfer) tetapi juga layanan pada aplikasi *real-time* (misalnya; streaming-video, layanan telepon, VPN). Aplikasi real-time yang memerlukan transmisi dengan kecepatan tinggi menuntut jaminan *delay*, *loss*, bandwidth dan *delay-jitter* (Tanenbaun, 1996). Melihat kenyataan ini teknologi IP dihadapkan pada persoalan pemenuhan jaminan quality, scalability dan *reliability* yang tinggi yang pada tingkat tertentu tidak dapat diberikan dengan baik. Dengan kata lain tuntutan kebutuhan

mendasar ini teknologi IP dihadapkan pada dua tantangan persoalan yaitu *Traffic Engineering* (TE) dan supporting guaranteed services.

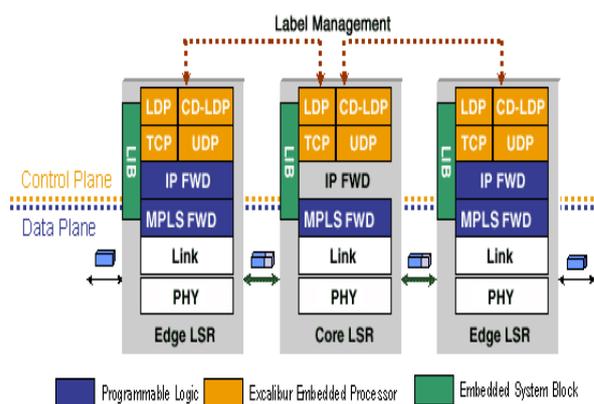
Traffic Engineering merupakan sebuah proses pengontrolan bagaimana aliran trafik yang melewati jaringan agar penggunaan sumber dalam jaringan menjadi optimal. Persoalan TE untuk memberikan jaminan layanan muncul terutama karena pada umumnya protokol routing dalam jaringan IP membentuk *shortest-path* di antara pasangan sumber dan tujuan. Dengan *routing shortest-path*, trafik dari sumber ke tujuan hanya menggunakan jalur terpendek yang ada, sehingga sering terjadi kelebihan kapasitas pada jalur ini, sementara jalur lain di antara dua router ini jarang digunakan walaupun jalur itu ada (Heywood, 2001). Memperbaiki kelemahan kinerja jaringan teknologi IP, *Internet Engineering Task Force* (IETF) telah mengusulkan metode penyelesaian dengan kerangka kerja *Multiprotocol Label Switching* (MPLS) (Houven, 2001). Gagasan utama dari pendekatan ini adalah menyusun pengganti jalur-jalur menggunakan label *switching*, dan mendistribusikan trafik di atasnya. MPLS memperkenalkan gambaran mekanisme *forwarding* baru yang memiliki sifat *connection-oriented* dengan penggunaan label pendek berukuran tetap yang sangat berbeda dengan metode *connection-less* IP dalam membangun jaringannya. MPLS tidak mengganti *routing* IP, tetapi memperkaya fungsi *routing* klasik dengan memisahkan *forwarding component* dan *path controlling component*. MPLS bekerja sepanjang sisi yang ada dan merupakan teknologi *routing* yang menyediakan *forwarding* data berkecepatan sangat tinggi di antara *Label Switched Router* (LSR) bersama-sama dengan penempatan bandwidth untuk aliran trafik dengan keperluan *Quality of Service* (QoS) yang berbeda (Raghavan, 2004). MPLS mengizinkan paket-paket diteruskan sepanjang *Label Switch Paths* (LSPs) yang telah dibangun sebelumnya, konsep inilah yang disebut dengan *Traffic Engineering MPLS* (TE-MPLS).

Tujuan desain MPLS oleh IETF dengan salah satu fungsi TE-nya adalah untuk memaksimalkan kinerja jaringan dan menyeimbangkan beban jaringan. Terlebih lagi dengan didukung oleh protokol pensinyalan *Traffic Engineering-Resource ReSerVation Protocol* (TE-RSVP) dan *Constraint based Routing-Label Distribution Protocol* (CR-LDP), TE MPLS mampu memberikan pola QoS yang lebih baik.

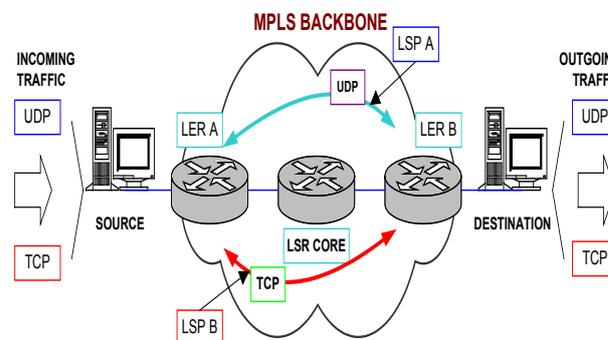
METODE

MPLS mengenalkan *connection-oriented forwarding* sebagai paradigma baru jaringan yang sedang dikembangkan IETF untuk meningkatkan

efisiensi throughput data dengan mengoptimalkan proses paket pada jaringan IP. MPLS menggunakan teknik *label switching* di mana paket diberi label pada saat paket memasuki jaringan MPLS dan semua perlakuan paket berikutnya dalam jaringan MPLS hanya atas dasar label ini. Gambar 1 menunjukkan protokol yang dapat digunakan untuk operasi MPLS. MPLS merupakan teknologi baru *label switching* yang mempunyai arsitektur protokol *stack* yang berbeda dengan model OSI maupun TCP/IP. Sedangkan gambar 2 berikut menggambarkan jaringan sederhana MPLS.



Gambar 1. Protokol Stack MPLS



Gambar 2. Jaringan MPLS

Jaringan MPLS dibagi dalam 4 tahap, yaitu:

Tahap 1, jaringan secara otomatis membangun tabel *routing* yang berkaitan dengan penyedia jaringan dan proses ini dibangun oleh LSP. Proses ini diawali dengan identifikasi pencatatan label yang dilakukan dengan merutekan protokol seperti OSPF, RIP atau BGP.

Tahap 2, Sebuah paket dimasukkan ke LSR dan diproses untuk ditentukan permintaan layanan pada lapisan 3, seperti juga QoS dan pengaturan *bandwidth*. Dasar dari permintaan *routing* dan aturan-aturan, LSR memilih dan mengaplikasikan sebuah label untuk *header* paket yang akan diteruskan.

Tahap 3, LSR kemudian membaca label pada setiap paket sekaligus menggantikan label dengan yang baru sesuai dengan *list* di tabel *routing*, dan meneruskan paket kembali. Proses ini berulang pada semua hop.

Tahap 4, LSR menandai label, membaca *header* paket kemudian meneruskan ke tujuan akhir.

Sedangkan pendekatan TE MPLS melalui simulasi dipilih dengan pertimbangan bahwa simulasi merupakan pendekatan yang dapat merepresentasikan sistem *real* MPLS sehingga dapat dilakukan analisis yang akurat terhadap sistem yang dibangun. Desain sistem terdiri dari perangkat perangkat keras dan perangkat lunak.

# DEST	SOURCE	LSPID	IS/D	PHBID	HOPS	USE_ETID
10.10.3.1	10.10.1.1	100	0	0	10.10.1.2:10.10.2.2:0	0
10.10.3.1	10.10.1.1	200	0	0	10.10.1.2:10.10.2.2:0	0

File konfigurasi juga dibuat di LSR-CORE yang diberi nama *LSR* untuk memetakan kedua jenis

# dest	source	LSPID	IS/D	PHBID	Hops	use_etid
10.10.1.1	10.10.1.2	150	0	0	0	0
10.10.2.2	10.10.2.1	250	0	0	0	0
10.10.1.1	10.10.1.2	350	0	0	0	0
10.10.2.2	10.10.2.1	450	0	0	0	0

LSP Trafik Protokol UDP

LSP protokol UDP menggunakan LSPID 100 dilakukan di LER A. Untuk pemetaannya dilakukan di LSR-CORE dengan LSPID 150 dan 250. LSP dibangun dengan menjalankan perintah sebagai berikut di LER-A:

```
#rtest2 -f LSP
#tunnel -L -c
```

Setelah LSP terbentuk maka trafik di-mapping dengan menjalankan perintah sebagai berikut:

```
#tunnel -m -p udp -d 10.10.3.1/30 -l 100
```

LSP Trafik Protokol TCP

LSP protokol TCP menggunakan LSPID 200 dilakukan di LER-A. Untuk pemetaannya dilakukan di LSR-CORE dengan LSPID 350 dan 450. LSP dibangun dengan menjalankan perintah sebagai berikut di LER-A:

```
#rtest2 -f LSP
#tunnel -L -c
```

Untuk perangkat keras dibangun tiga *router* jaringan MPLS yang terdiri dari *LER-ingress*, *LSR-CORE* dan *LER-egress*, satu *source* dan satu *destination*. Perangkat lunaknya digunakan *Operating System Linux Redhat 7.2* dengan kernel yang *support MPLS*. *Emulator RSVP* sebagai *daemon* untuk *DiffServ over MPLS* serta *software* pembangkit trafik.

Membangunan LSP

Dalam *router ingress* yaitu LER A dibuat *file* konfigurasi yang diberi nama LSP yang berisi *topologi logic destination*, *source*, LSPID, IS/D, PHBID, Hop dan *use_etid*. *Script file* LSP ini selengkapnya adalah seperti di bawah ini:

trafik yang akan dilewatkan. Adapun *script file*-nya adalah sebagai berikut:

Setelah LSP terbentuk maka trafik di-mapping dengan menjalankan perintah sebagai berikut:

```
#tunnel -m -p tcp -d 10.10.3.1/30 -l 200
```

Prosedur Pembangkitan Trafik

Pembangkitan trafik dilakukan dengan dua *software traffic generator* untuk dua jenis trafik yang berbeda.

Pembangkitan Trafik UDP

Trafik UDP dibangkitkan dengan *mtools* seperti keterangan pada sub-bab sebelumnya dengan menjalankan perintah pada komputer sumber seperti berikut:

```
# rttmSend -a 10.10.3.1 -C 320 -c 2 -t 1000 -l/tmp/rttmSend.log
```

sebelumnya terlebih dahulu dijalankan perintah di tujuan sebagai berikut:

```
# rttmRecv -l/tmp/rttmRecv.log
```

Pembangkitan Trafik TCP

Trafik TCP dibangkitkan dengan `ttcp` seperti keterangan pada sub bab sebelumnya dengan menjalankan perintah pada source sebagai berikut:

```
# ttcp -t -v -d -s -l 320 -p 200 -n 6250 10.10.3.1
```

Sebelum perintah di atas dijalankan terlebih dahulu dijalankan perintah pada *destination* sebagai berikut:

```
# ttcp -r -s -v -l 320 -p 200 -n 6250
```

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanisme kerja MPLS yang pada dasarnya terdiri dari lima tahapan akan dijelaskan kembali dalam bentuk pembangunan sistem.

Pembentukan dan Distribusi Label

Tempat pembentukan label pertama pada backbone MPLS dilakukan di LER-A. Label dibungkus pada *header data link layer* di sepanjang paket. Pengecekan dilakukan di LER-A dengan perintah *ifconfig* yang hasilnya adalah sebagai berikut:

```
T11680eth Link encap:UNSPEC HWaddr 00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00
inet addr:127.10.10.11 P-t-P:127.10.10.11
Mask:255.255.255.255
UP POINTOPOINT Running NOARP
MTU:1496
Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0
frame:0
TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0
carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:0 (0.0 b) TX bytes:0 (0.0 b)
```

```
T11681eth Link encap:UNSPEC HWaddr 00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00
inet addr:127.10.10.11 P-t-P:127.10.10.11
Mask:255.255.255.255
UP POINTOPOINT Running NOARP
MTU:1496
Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0
frame:0
TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0
carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:0 (0.0 b) TX bytes:0 (0.0 b)
```

```
eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:00:21:2B:8F:F4
```

```
inet addr:10.10.1.1 Bcast:10.10.1.3
Mask:255.255.255.252
UP BROADCAST Running MULTICAST
MTU:1500
Metric:1
RX packets:6 errors:0 dropped:0 overruns:0
frame:0
TX packets:13 errors:0 dropped:0 overruns:0
carrier:0
collisions:0 txqueuelen:100
RX bytes:544 (544.0 b) TX bytes:1028 (1.0 Kb)
Interrupt:10 Base address:0xde00
eth1 Link encap:Ethernet HWaddr 00:02:44:0B:AC:41
inet addr:10.10.4.1 Bcast:10.10.4.3
Mask:255.255.255.252
UP BROADCAST Running MULTICAST
MTU:1500
Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0
frame:0
TX packets:7 errors:0 dropped:0 overruns:0
carrier:0
collisions:0 txqueuelen:100
RX bytes:0 (0.0 b) TX bytes:420 (420.0 b)
Interrupt:11 Base address:0xdc00
lo Link encap:Local Loopback
inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
UP LOOPBACK Running MTU:16436 Metric:1
RX packets:172 errors:0 dropped:0 overruns:0
frame:0
TX packets:172 errors:0 dropped:0 overruns:0
carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:11428 (11.1 Kb) TX bytes:11428 (11.1 Kb)
```

Label yang dibungkuskan pada *interface* di LER-A adalah sebagai berikut:

```
T11681eth0 0x0000000f
T11680eth0 0x0000000e
```

Label yang telah dibentuk terdiri dari dua yaitu 11680 yaitu label yang diberikan pada eth0 untuk LSP-A dan label 11681 yang merupakan label yang diberikan pada eth0 untuk LSP-B. Pembentukan label ini diikuti oleh *router downstream* (*router hop* selanjutnya) dengan mendistribusikan label dan melakukan pengikatan label sesuai dengan jenis trafik yang akan dilewatkannya.

Jadi LSR-CORE dan LER-B akan menggunakan label tersebut sebagai nilai label yang dibungkuskan pada *interfacenya* masing-masing.

Pembentukan Tabel pada Tiap Router

Label yang dibungkus pada LER-A akan dipelajari oleh *router* berikutnya yaitu LSR-CORE. LSR-CORE mengenali label dengan nilai sama yaitu 11680 dan 11681, dan label dengan nilai 11680 dan 11681 diteruskan pada hop selanjutnya yaitu LER-B. Nilai label ini hanya akan berarti secara lokal yaitu hanya sampai pada LER-B saja, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Pembentukan LSPs

Pembangunan LSP ini ditandai dengan keluaran di LER-A sebagai berikut:

```
10.10.1.2
10.10.2.2
Path message to:10.10.3.1, Port:100
Rapi_Session:session id=1, fd=4
use etid 0
10.10.1.2
10.10.2.2
Path message to:10.10.3.1, Port:200
Rapi_Session:session id=2, fd=4
use etid 0
```

dan keluaran pada LER-B seperti di bawah ini:

```
Building LSP from 10.10.4.1:100 to 10.10.3.1 LSPID
100
EXT LSPID 0.0.0.0 Rapi_session: sid=1 fd=4 0
Filterspecs 0
Rapi_reserve ()=0
Building LSP from 10.10.4.1:200 to 10.10.3.1 LSPID
200
EXT LSPID 0.0.0.0 Rapi_session: sid=2 fd=4 0
Filterspecs 0
Rapi_reserve ()=0
```

Dua parameter yang dihasilkan dari perintah pembentukan LSP ini memberikan keterangan bahwa LER-A membangun dua LSP dengan *port* yang berbeda dalam satu jalur dengan topologi *logic* yang sama. LSP yang pertama dengan LSPID 100 dibentuk dari alamat 10.10.4.1 menuju alamat 10.10.3.1 dengan *hop* berturut-turut 10.10.1.2 dan 10.10.2.2. LSP yang kedua dengan LSPID 200 dibentuk dari alamat 10.10.4.1 menuju alamat 10.10.3.1 dengan *hop* berturut-turut 10.10.1.2 dan 10.10.2.2

Tabel 1. Label Information Base pada LER-A

ROUTING TABLE			LABEL TABLE			
FEC	NEXT HOP	OUT PORT	INCOMING		OUT GOING	
			LABEL	PORT	LABEL	PORT
10.10.4.0	LSR-CORE	Eth1	-	eth0	11680	eth1
10.10.4.0	LSR-CORE	Eth1	-	eth0	11681	eth1
10.10.1.0	-	Eth0	11680	eth1	-	eth0
10.10.1.0	-	Eth0	11681	eth1	-	eth0

Tabel 2. Label Information Base pada LSR-CORE

ROUTING TABLE			LABEL TABLE			
FEC	NEXT HOP	OUT PORT	INCOMING		OUT GOING	
			LABEL	PORT	LABEL	PORT
10.10.1.0	LSR-B	Eth1	11680	eth0	11680	eth1
10.10.1.0	LSR-B	Eth1	11681	eth0	11681	eth1

Tabel 3. Label Information Base pada LER-B

ROUTING TABLE			LABEL TABLE			
FEC	NEXT HOP	OUT PORT	INCOMING		OUT GOING	
			LABEL	PORT	LABEL	PORT
10.10.2.0	-	Eth1	11680	eth0	-	eth1
10.10.2.0	-	Eth1	11681	eth0	-	eth1
10.10.3.0	LSR-CORE	Eth0	-	eth1	11680	eth0
10.10.3.0	LSR-CORE	Eth0	-	eth1	11681	eth0

LSP yang dibangun adalah sebagai berikut:

LSPID	Destination (type label/phb/viface)	Packets	Bytes
E 100	10.10.3.1 (gen 11680/BE/T11680eth0)	0	0
E 200	10.10.3.1 (gen 11681/BE/T11681eth0)	0	0

Dua LSP yang telah dibangun dapat diketahui bahwa dengan perintah "tunnel -L -c" sebagai berikut:

LSPID	Destination (type label/phb/viface)	Packets	Bytes				
E 100	10.10.3.1(gen 11680/BE/T11680eth0)	0	0				
└─┬─>	Destination	DSCP	Proto	Packets	Bytes	Packets	Bytes
	10.10.3.1	BE	udp	0	0	0	0
E 200	10.10.3.1 (gen 11681/BE/T11681eth0)	0	0				
└─┬─>	Destination	DSCP	Proto	Packets	Bytes	Packets	Bytes
	10.10.3.1	BE	tcp	0	0	0	0

LSP yang dibangun seperti terlihat dari hasil keluaran di atas menunjukkan dua jenis protokol transport yang akan ditransfer dalam trafik, yang pertama adalah trafik untuk protokol UDP menuju alamat 10.10.3.1 dengan DSCP (*Differentiated Services Code Point*) BE (*Best Effort*), protokol UDP dan yang kedua adalah trafik untuk protokol TCP menuju alamat 10.10.3.1 dengan DSCP (*Differentiated Services Code Point*) BE (*Best Effort*), protokol TCP.

Packet Forwarding

Secara rinci *routing session* tempat *packet forwarding* dilakukan dalam LSP adalah sebagai berikut:

- *Packet forwarding* LSP-A
Trace LSP, Session: 10.10.3.1/100 0.0.0.0 LSPID: 100
10.10.1.1 eth0 11680
10.10.1.2 eth1 11680
10.10.2.2
- *Packet forwarding* LSP-B
Trace LSP, Session: 10.10.3.1/200 0.0.0.0 LSPID: 200
10.10.1.1 eth0 11681
10.10.1.2 eth1 11681
10.10.2.2

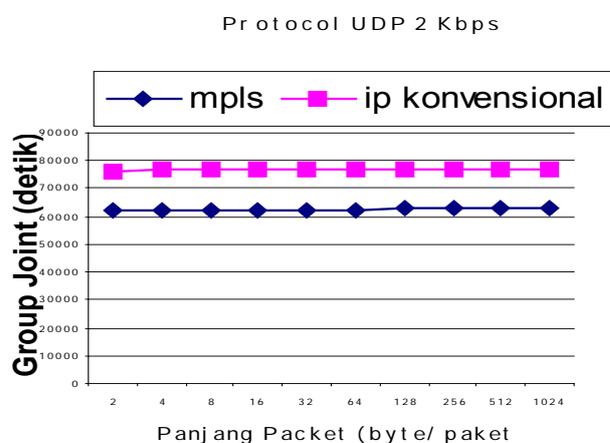
Analisis Unjuk Kerja TE MPLS

Secara rinci analisis terhadap trafik dua jenis protokol ini adalah sebagai berikut.

Unjuk Kerja MPLS untuk Protokol UDP

Group Joint MPLS

Dari Gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa pada MPLS rata-rata group joint trafik yang sebanding dengan sebuah channel 2 Kbps dengan panjang paket



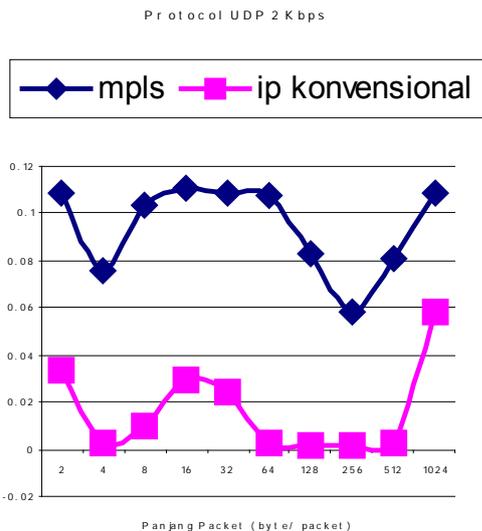
Gambar 3. Group Joint Protokol UDP 2 Kbps

dari 2 sampai dengan 1024 byte adalah 62544.42 detik. Sedangkan untuk sistem IP konvensional rata-rata group joint trafik yang sebanding dengan sebuah channel 2 Kbps dengan panjang paket dari 2 sampai dengan 1024 byte adalah 76873,779 detik.

Asumsi dasar yang digunakan dalam analisis ini adalah bahwa jaringan IP merupakan sistem yang ideal yang selama ini digunakan dalam jaringan. Dari asumsi ini dapat diketahui adanya peningkatan unjuk kerja dalam sistem MPLS yang dibangun yaitu sebesar 18,64%. Peningkatan ini berarti ada efisiensi waktu untuk melakukan *group joint* pada MPLS.

Variasi Per Flow MPLS

Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa rata-rata variasi per *flow* trafik pada sistem MPLS yang sebanding dengan sebuah *channel* 2 Kbps dengan panjang paket dari 2 sampai dengan 1024 byte adalah 0.0948 paket/detik. Sedangkan untuk sistem IP konvensional rata-rata variasi per *flow* trafik yang sebanding dengan sebuah *channel* 2 Kbps dengan



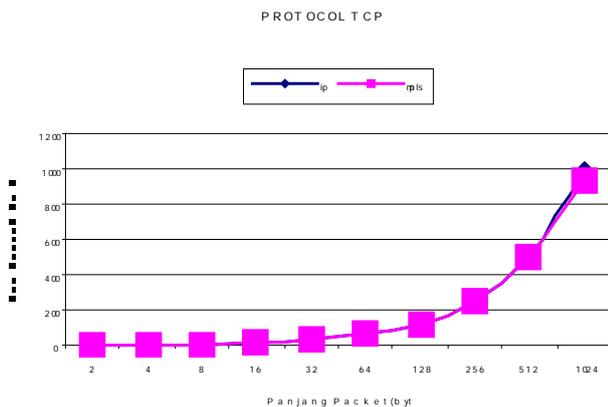
Gambar 4. Variasi Per Flow Protokol UDP 2 Kbps

panjang paket dari 2 sampai dengan 1024 byte adalah 0.0168 paket/detik.

Asumsi dasar yang digunakan dalam analisis ini adalah bahwa jaringan IP merupakan sistem yang ideal yang selama ini digunakan dalam jaringan. Dari asumsi ini dapat diketahui adanya peningkatan unjuk kerja dalam sistem MPLS yang dibangun yaitu sebesar 464.285%.

Unjuk Kerja MPLS untuk Protokol TCP

Real Second Transmisi



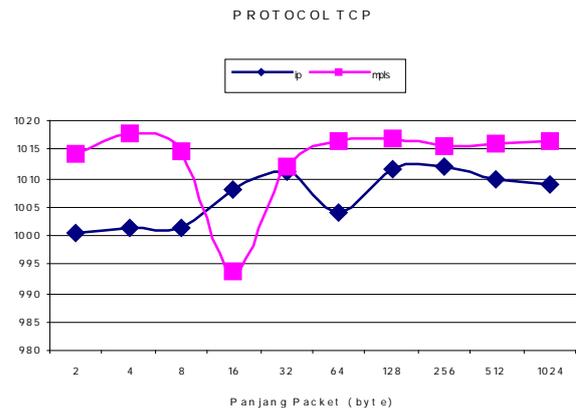
Gambar 5. Perbandingan Waktu Transmisi Protokol TCP

Dari Gambar 5 rata-rata transmisi yang diperlukan jaringan MPLS untuk melewati paket data dengan paket 2 Mb sampai dengan 1024 Mb adalah 197.953 detik. Sedangkan untuk sistem IP konvensional rata-rata transmisi yang dipetlukan

untuk melewati paket data dengan paket dari 2 Mb sampai dengan 1024 Mb adalah 192.163 detik.

Asumsi dasar yang digunakan dalam analisis ini adalah bahwa jaringan IP merupakan sistem yang ideal yang selama ini digunakan dalam jaringan. Dari asumsi ini dapat diketahui adanya efisiensi real second pada MPLS yang dibangun yaitu sebesar 2.924%.

Bit Rate Protokol TCP



Gambar 6. Perbandingan Bit Rate Protokol TCP

Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa rata-rata bit rate trafik pada sistem MPLS untuk protokol TCP 2 Mb sampai dengan 1024 Mb adalah 1013.460 (Kb/detik). Sedangkan untuk sistem IP konvensional rata-rata bit rate trafik TCP dengan panjang paket dari 2 Mb sampai dengan 1024 Mb adalah 1006.777 (Kb/detik).

Asumsi dasar yang digunakan dalam analisis ini adalah bahwa jaringan IP merupakan sistem yang ideal yang selama ini digunakan dalam jaringan. Dengan dasar asumsi ini dapat diketahui bahwa bit rate dalam sistem MPLS meningkat sebesar 0.66%.

SIMPULAN

Teknik pelabelan pada MPLS menggunakan metode klasifikasi, antrian dan penjadwalan. Klasifikasi adalah pembagian data menjadi kelas-kelas data yang akan dilewatkan pada LSP-nya masing-masing, selanjutnya data akan diantrikan berdasar pada pensinyalan mana yang pertama kali dilakukan dan terakhir penjadwalan data untuk diteruskan dengan metode *connection oriented non-shortest path*. Untuk melakukan pensinyalan diperlukan protokol pensinyalan yang akan memberikan kode pada setiap *router* bahwa ada data yang dilewatkan dalam LSP. Desain jaringan MPLS yang dibangun ini menggunakan RSVP sebagai protokol pensinyalannya. *Group joint* jaringan yang diperlukan MPLS untuk protokol

UDP yang sebanding dengan sebuah *channel* 2Kbps pada MPLS menunjukkan efisiensi sebesar 18.64%, sedangkan untuk trafik yang sebanding dengan sebuah channel 4, 8 dan 16 Kbps berturut-turut menunjukkan efisiensi sebesar 3.474%, 1.5% dan 5.68%. Per *flow* data dalam MPLS untuk protokol UDP sebanding dengan sebuah channel 2 Kbps pada MPLS menunjukkan peningkatan unjuk kerja sebesar 464.285%, sedangkan untuk trafik yang sebanding dengan sebuah channel 4, 8 dan 16 Kbps berturut-turut menunjukkan peningkatan unjuk kerja sebesar 479,5%, 5186.1% dan 2638.5% Waktu transmisi dalam MPLS untuk protokol TCP memperlihatkan peningkatan unjuk kerja sebesar 2.9%. Bit rate dalam MPLS untuk protokol TCP memperlihatkan peningkatan unjuk kerja sebesar 0.66%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Trillium IP Quality of service White Paper, Trillium Digital System, Inc., <http://www.trillium.com>.
- Anonim, Multiprotocol Label Switching, Altera, <http://www.altera.com/solution/networking/mpls/net-mpls.html>.
- Awduce, O. D., Chiu, A., Anwar, E., Widjaja, I., XiPeng, X., 2002. Overview and Principle of Internet Traffic Engineering, IETF internet draft, draft-ietf-tewg-principles-02.txt.
- Brittain, P., Andrian, F., 2000. MPLS Traffic Enigeering: A Choice of Signaling Protocol, Data Connection, <http://www.dataconnection.com>.
- Heywood, D., 2001. Konsep dan Penerapan Microsoft TCP/IP, Andi and Pearson Education Asia. Pte. Ltd.
- Houven, P. V., 2001. RSVP-TE daemon for DiffServ over MPLS under Linux, <http://www.dsmppls.atlantis.rug.ac.be>.
- Raghavan, S., 2004. An MPLS-based Quality of Services Arhitecture for Heterogeneous Networks, Master Thesis, Virgina Polytehnica dan State University.
- Tanenbaum, A. S., 1996. Jaringan Komputer Edisi Bahasa Indonesia, Prentice Hall International, Inc.
- Xipeng, X., 2007. Providing Quality of Service in The Internet, Ph.D. Dissertation, Michigan State University.
- Zhangzo, M., 2008. Performance and Cost Analylis of QoS Routing in an Intranet, Master Thesis, Helsinki University of Technology.