

PERANCANGAN JARINGAN *MULTI PROTOCOL LABEL SWITCHING* MENGGUNAKAN METODE NDLC UNTUK LAYANAN *FILE TRANSFER PROTOCOL* DAN *WEB SERVICE* UNIVERSITAS TELKOM

MULTI PROTOCOL LABEL SWITCHING NETWORK DESIGN USING NDLC METHOD FOR FILE TRANSFER PROTOCOL SERVICES AND WEB SERVICE ON TELKOM UNIVERSITY

Ilham Amarullah¹, M. Teguh Kurniawan²

^{1,2}Program Studi S1 Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹ilhamamr@student.telkomuniversity.ac.id, ²teguhkurniawan@telkomuniveristy.ac.id

Abstrak

Program Studi Sistem Informasi (Prodi SI) adalah suatu Program Studi yang berada di bawah Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom. Prodi SI memiliki lima laboratorium yang mengampu praktikum yang sesuai dengan mata kuliah pada setiap semesternya. Terdapat dua metode praktikum yaitu *online* dan *offline*. Praktikum *online* dilaksanakan dengan tujuan untuk meminimalisir keterbatasan sumber daya manusia dan infrastruktur yang ada pada Prodi SI. Namun pada praktikum *online* masih terdapat beberapa masalah, contohnya adalah durasi *upload file* yang cukup lama. Hal ini terjadi dikarenakan adanya masalah pada *file transfer protocol* yang digunakan. Selain itu, untuk mengakses praktikum *online* digunakan *protocol* HTTP, sehingga kedua hal ini menjadi penting dalam proses praktikum *online*. Salah satu solusi yang dapat mengatasi masalah tersebut adalah dengan membangun jaringan *multiprotocol label switching* (MPLS).

Perancangan jaringan MPLS dilakukan pada *simulator* GNS3. Untuk mengetahui peformansi jaringan MPLS usulan, dilakukan pengujian parameter *quality of service* (QoS) meliputi *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*. Kualitas pengujian yang dimaksud mengacu pada standardisasi ITU-T G.1010 dan standardisasi TIPHON.

Hasil pengujian pada jaringan MPLS usulan menunjukkan peningkatan pada parameter QoS seperti *throughput*, *delay* dan *packet loss* dengan nilai sangat baik berdasarkan standardisasi ITU-T G.1010 serta *jitter* dengan nilai sangat baik berdasarkan standardisasi TIPHON.

Kata Kunci : Sistem Informasi, MPLS, QoS, FTP, HTTP.

Abstract

Bachelor of Information System (BIS) is a study programme under School of Industrial Engineering in Telkom University. BIS has five laboratory that responsible for a lab activity that corresponding to a respective subject.

BIS lab activity is divided into offline and online. Online lab activity is established for minimizing BIS resource and infrastructure constraint. But there still are problems on online lab activity such as long duration of file upload, this is happened because file transfer protocol has some problems. Furthermore, a HTTP is used to access online lab activity, so these two protocols are important on online lab activity process. A multiprotocol label switching (MPLS) is one of many option that can solve this problem.

This MPLS network will be simulated on GNS3 simulator. To examine MPLS-implemented network performance, a test on quality of service (QoS) parameter such as throughput, delay, jitter and packet loss will be established. Then, its quality result will be based on ITU-T G.1010 and TIPHON.

The Result of this MPLS-implemented network shows some escalation of QoS parameter such as throughput, delay and packet loss that have very-good category based on ITU-T G.1010 standard and jitter that have very-good category based on TIPHON.

Key words : Information System, MPLS, QoS, FTP, HTTP.

1. Pendahuluan

Program Studi Sistem Informasi adalah suatu Program Studi yang berada dibawah Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom. Program Studi Sistem Informasi memiliki lima laboratorium yang mengampu praktikum yang sesuai dengan mata kuliah pada setiap semesternya.

Praktikum tersebut terbagi menjadi praktikum *online* dan praktikum *offline*. Praktikum *online* dilaksanakan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan praktikum yang dibutuhkan oleh mahasiswa Sistem Informasi. Namun kinerja praktikum *online* ini masih tidak sesuai dengan kepuasan mahasiswa, dikarenakan terjadinya masalah ketika dilaksanakannya praktikum *online*. Contohnya adalah durasi *upload file* yang cukup lama. Hal ini terjadi dikarenakan adanya masalah pada *file transfer protocol* yang digunakan. Salah satu solusi yang tersedia untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membangun jaringan *multi protocol label switching* (MPLS).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan simulasi perancangan desain jaringan MPLS dan menganalisa hasil dari perbandingan *quality of service* (QoS) pada jaringan laboratorium Program Studi Informasi. Adapun parameter QoS yang akan diujikan di antaranya adalah *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*. Parameter QoS tersebut selanjutnya akan dinilai berdasarkan standardisasi QoS ITU-T G.1010 dan TIPHON.

Ketika melakukan perancangan jaringan, akan lebih baik jika perancangan tersebut menggunakan metode-metode pengembangan jaringan yang sudah ada. Salah satu metode perancangan jaringan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode *Network Development Life Cycle* (NDLC) karena metode ini memungkinkan pemantauan terhadap sistem yang sedang dirancang atau dikembangkan agar dapat diketahui kinerjanya.^[1]

Dengan adanya penelitian perancangan jaringan MPLS ini, diharapkan akan dapat membantu meningkatkan QoS pada jaringan Program Studi Sistem Informasi, khususnya untuk meningkatkan kinerja praktikum *online* yang selalu dilaksanakan pada setiap semesternya.

2. Dasar Teori dan Metodologi

2.1 Model Open System Interconnection (OSI)

Open system interconnection atau biasa disingkat OSI, adalah standardisasi internasional yang dikembangkan oleh ISO (*International Standard Organization*) untuk keperluan interkoneksi sistem komputer yang kooperatif. Pengembangan model OSI dimaksudkan untuk menyediakan suatu kerangka kerja bagi standardisasi. Di dalam model itu, satu atau lebih standar protokol dapat dikembangkan pada masing-masing lapisan. Model menentukan fungsi-fungsi secara umum agar dapat ditampilkan pada lapisan.^[8]

Dalam OSI *reference model*, terdapat tujuh buah layer komunikasi, masing-masing individual OSI Layer memiliki set fungsi berbeda-beda, yaitu *application layer*, *presentation layer*, *session layer*, *transport layer*, *network layer*, *data link layer* dan *physical layer*.^[6]

2.2 Multi Protocol Label Switching

Multi protocol label switching atau biasa disingkat MPLS adalah sebuah arsitektur untuk *fast packet switching and routing*, yang beroperasi secara independen pada protokol *layer 2* dan *layer 3*. MPLS menyediakan cara untuk memetakan alamat IP menjadi sederhana. *Switching* data berkecepatan tinggi menggunakan MPLS adalah mungkin, karena *fixed-length labels* dimasukkan pada awal paket dan dapat digunakan oleh *hardware* untuk menukarkan paket secara cepat diantara *links*. Dalam MPLS transmisi paket terjadi pada *Label-Switched Path* (LSPs). LSP adalah terowongan *virtual* yang dibangun oleh urutan *label* pada setiap *node* sepanjang jalan dari sumber pengirim ke tujuan.^[5]

Terdapat enam manfaat dari penerapan jaringan MPLS yaitu Penggunaan salah satu infrastruktur jaringan terpadu, Integrasi IP yang lebih baik dari pada ATM, *Border Gateway Protocol* (BGP)-*free core*, Model *peer-to-peer* untuk MPLS VPN, *Traffic* Optimal rendah, *Traffic Engineering*.^[2]

MPLS memanfaatkan protokol *routing* IP yang telah ada seperti *Border Gateway Protocol* (BGP), *Resource ReSerVation Protocol* (RSVP) dan *Open Shortest Path First* (OSPF) dan lain sebagainya. MPLS memiliki mekanisme untuk mengelola alur *traffic* dari berbagai *granularities* dengan tujuan untuk mengelola *traffic* dan spesialisasi *quality of service* (QoS).^[5]

Label switch router (LSR) adalah *router* yang mendukung MPLS, LSR memiliki kemampuan untuk memahami *label* MPLS serta menerima dan mengirim paket yang memiliki *label* dalam *data link*. Terdapat tiga jenis LSR dalam jaringan MPLS yaitu *Ingress LSR* – berfungsi untuk menerima paket yang belum diberi *label*, *ingress LSR* memasukkan *label* didepan paket dan mengirimkannya pada *data link*, *Egress LSR* – berfungsi menerima paket yang telah diberi *label*, melepas *label* dan mengirimnya pada *data link*. *Ingress* dan *Egress LSR* adalah ujung dari LSR dan *Intermediate LSR* – menerima paket yang telah diberi *label* yang datang, selanjutnya melakukan operasi pada paket tersebut, mengganti paket dan mengirimkan paket tersebut pada *data link* yang tepat. Sebuah LSR dapat melakukan tiga operasi yaitu *pop*, *push* atau *swap*.^[2]

2.3 Quality of Service (QoS)

Quality of service (QoS) dapat didefinisikan sebagai sebuah mekanisme atau cara yang memungkinkan suatu layanan dapat beroperasi sesuai dengan karakteristiknya masing-masing dalam jaringan *Internet Protocol* (IP). QoS memiliki tujuan untuk menyediakan kualitas yang bervariasi dan memberikan prioritas untuk berbagai macam kebutuhan akan layanan dalam jaringan IP.^[11]

2.3.1 Parameter – Parameter QoS

2.3.1.1 Throughput

Yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif yang diukur dalam satuan bps atau bit per second. Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.^[12]

Untuk menghitung throughput dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Packet data yang diterima}}{\text{Lama durasi pengamatan}} \quad (\text{i})$$

2.3.1.2 Delay

Adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi jarak, media fisik, kongesti, atau juga waktu proses yang lama.^[12]

Untuk menghitung delay dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total packet diterima}} \quad (\text{ii})$$

2.3.1.3 Jitter

Lazimnya disebut variasi delay, berhubungan erat dengan latency, yang menunjukkan banyaknya variasi delay pada transmisi data dalam jaringan.^[12]

Untuk menghitung jitter dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total packet yang diterima}-1} \quad (\text{iii})$$

Total variasi delay adalah jumlah dari setiap selisih antara nilai *delay*, total variasi delay dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Total variasi delay} = (\text{delay}_2 - \text{delay}_1) + (\text{delay}_3 - \text{delay}_2) + \dots + (\text{delay}_n - \text{delay}_{n-1}) \quad (\text{iv})$$

2.3.1.4 Packet loss

Merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collision* atau *congestion* pada jaringan.^[12]

Untuk menghitung packet loss dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Packet loss} = \frac{(\text{packet yang dikirim} - \text{packet yang diterima})}{\text{packet yang dikirim}} \times 100\% \quad (\text{v})$$

Adapun standardisasi yang akan digunakan untuk mengukur seberapa besar kualitas QoS pada jaringan yang akan diujikan adalah standardisasi ITU-T G.1010. Tabel II.1 menunjukkan ukuran standard minimum yang digunakan untuk menilai parameter – parameter QoS.

Tabel II. 1 Referensi standardisasi QoS ITU-T G.1010^[4]

Parameter	Data Transfer	Web-Browsing – HTML
Throughput	10 KB/s – 10 MB/s	~ 10 KB/s
Delay	Preferred, < 15 s Acceptable, < 60 s	Preferred, < 2 s / page Acceptable, < 4 s / page
Jitter	N.A.	N.A.
Packet loss	0%	0%

Selain dari standardisasi ITU-T G.1010 yang telah diuraikan pada Tabel II.1, pada penelitian ini akan digunakan standardisasi TIPHON. Hal ini dilakukan karena pada standardisasi ITU-T G.1010 parameter jitter tidak didefinisikan standar jitter minimum untuk menilai suatu jaringan. Adapun standardisasi jitter berdasarkan (TIPHON, 1999)^[10] akan diuraikan pada Tabel II.2

Tabel II. 2 Referensi standardisasi *jitter*TIPHON^[10]

Kategori	Peak Jitter
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 – 75 ms
Sedang	75 – 125 ms
Jelek	125 – 225 ms

2.4 File Transfer Protocol

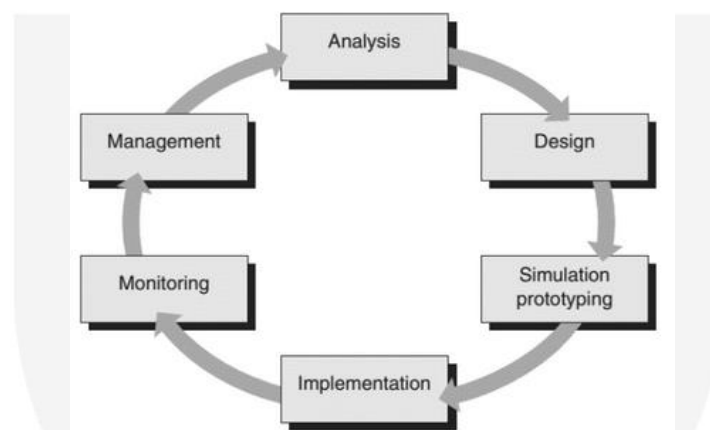
File transfer protocol adalah protokol standar untuk kegiatan lalu-lintas *file* (*upload* maupun *download*) antara dua komputer yang saling terhubung dengan jaringan internet.^[9] FTP adalah protokol yang memungkinkan para pengguna di internet untuk melakukan pengiriman (*upload*) atau menyalin (*download*) sebuah *file* antara komputer lokal dengan komputer lain yang terhubung dalam jaringan internet.^[7]

2.5 Web Service

Web service sering kali dipandang sebagai aplikasi yang dapat mengakses aplikasi lainnya melalui *web*. Ini adalah definisi yang paling umum, dimana semua yang memiliki URL adalah *web service*. *Web service* juga dapat mengacu pada program yang dapat diakses melalui *web* dengan API yang stabil, serta dipublikasikan dengan tambahan informasi deskriptif dalam beberapa direktori servis.^[1] Adapun HTTP adalah protokol yang digunakan untuk membaca halaman-halaman *web* yang tersimpan di dalam *web server*.^[7]

2.6 Network Development Life Cycle

Network development life cycle (NDLC) adalah metode yang digunakan untuk mengembangkan atau merancang sistem jaringan komputer dan memungkinkan pemantauan terhadap sistem yang sedang dirancang atau dikembangkan agar dapat diketahui kinerjanya.^[3]

Gambar II. 1 *Network Development Life Cycle*

3. Pembahasan

3.1 Analisa Hasil Pengujian Jaringan Eksisting

Pengujian pada desain jaringan eksisting, dilakukan dengan melakukan pengukuran parameter-parameter QoS, di antaranya adalah : *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, dan *Packet loss* pada jaringan eksisting prodi Sistem Informasi dengan melakukan file transfer dan akses HTTP pada salah satu komputer yang melakukan *broadcast* kepada *client*. Pengujian ini dilakukan pada dua waktu yang berbeda yaitu ketika *peak time* dimana kondisi *traffic* jaringan sedang padat dan ketika seenggang dimana kondisi *traffic* jaringan sedang seenggang. Berdasarkan hasil wawancara kami bersama Asisten Manajer Jaringan Direktorat Sistem Informasi Universitas Telkom, saat *peak time* adalah sekitar pukul 08.00 – 16.00 dan saat seenggang adalah sekitar pukul 17.00 – 21.00.

Setelah dilakukan pengujian FTP dan HTTP pada jaringan eksisting, didapatkan hasil yang tersaji pada tabel III.1 untuk *file transfer protocol* (FTP) dan tabel III.2 untuk HTTP.

Tabel III. 1 Hasil QoS pada pengujian FTP

Parameter Qos	Hasil Pengukuran <i>peak time</i>	Hasil Pengukuran senggang	Standardisasi ITU-T G.1010	Standardisasi TIPHON	Keterangan
<i>Delay</i>	32,2 ms	26,6 ms	< 15 s	-	Memenuhi
<i>Throughput</i>	46,493 KB/s	57,56 KB/s	10 KB/s – 10 MB/s	-	Memenuhi
<i>Packet Loss</i>	0%	0%	0%	-	Memenuhi
<i>Jitter</i>	32 ms	26,5 ms	N.A.	0 – 75 ms	Memenuhi kategori baik

Tabel III. 2 Hasil QoS pada pengujian HTTP

Parameter Qos	Hasil Pengukuran <i>peak time</i>	Hasil Pengukuran senggang	Standardisasi ITU-T G.1010	Standardisasi TIPHON	Keterangan
<i>Delay</i>	15,127 ms	10,823 ms	< 2 s	-	Memenuhi
<i>Throughput</i>	27,113 KB/s	51,493 KB/s	~ 10 KB/s	-	Memenuhi
<i>Packet Loss</i>	0%	0%	0%	-	Memenuhi
<i>Jitter</i>	15,129 ms	10,611 ms	N.A.	0 – 75 ms	Memenuhi kategori baik

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, tingkat *Quality of Service* yang dimiliki oleh jaringan eksisting telah mencapai standar yang baik dan tergolong dalam standar yang sangat baik yang sesuai dengan standardisasi ITU-T G.1010. Namun nilai *jitter* yang didapatkan masih tidak mencapai kategori sangat baik berdasarkan standardisasi TIPHON. Untuk mencapai kategori *jitter* yang sangat baik yang sesuai dengan standardisasi TIPHON *jitter* harus memiliki nilai 0.

Jaringan eksisting di Gedung Karang Universitas Telkom memiliki *throughput* sebesar 46,493 KB/s, *delay* 32,2 ms, *packet loss* 0% dan *jitter* 32 ms untuk layanan FTP pada saat *peak time* serta *throughput* sebesar 57,56 KB/s, *delay* 26,6 ms, *packet loss* 0% dan *jitter* 26,5 ms pada saat senggang. Untuk layanan HTTP pada saat *peak time* memiliki *throughput* sebesar 27,113 KB/s, *delay* 15,127 ms, *packet loss* 0% dan *jitter* 15,129 ms sedangkan pada saat senggang memiliki *throughput* sebesar 51,493 KB/s, *delay* 10,823 ms, *packet loss* 0% dan *jitter* 10,611 ms.

Untuk meningkatkan nilai *jitter* pada jaringan eksisting yang masih belum mencapai kategori sangat baik yang sesuai dengan TIPHON diperlukan suatu cara yang mampu untuk meningkatkan kualitas *jitter* tersebut. Teknologi *multi protocol label switching* (MPLS) adalah salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas jaringan tersebut. Penerapan teknologi MPLS ini dapat mendukung kegiatan yang membutuhkan pengiriman data yang melalui suatu jaringan, contohnya seperti praktikum *online*. Dengan adanya teknologi MPLS data – data yang ditransfer akan memiliki jalur khusus dengan pengalamanan *label* yang disediakan oleh MPLS yang akan mengurangi beban *traffic* pada jaringan dan memungkinkan untuk transfer data yang lebih cepat.

3.2 Analisa Hasil Pengujian Jaringan Usulan

Sama seperti pengujian pada jaringan eksisting, pengujian pada jaringan usulan yang telah diterapkan teknologi MPLS juga akan dilakukan pada dua waktu yang berbeda yaitu saat *peak time* dan saat senggang. Parameter *quality of service* yang akan diujikan pun sama, yaitu *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*. Adapun hasil pengujian QoS pada jaringan usulan tersaji pada tabel III.3 untuk *file transfer protocol* (FTP) dan tabel III.4 untuk HTTP.

Tabel III. 3 Hasil QoS pada pengujian FTP setelah diimplementasikan MPLS

Parameter Qos	Hasil Pengukuran <i>peak time</i>	Hasil Pengukuran senggang	Standardisasi ITU-T G.1010	Standardisasi TIPHON	Keterangan
<i>Delay</i>	28,2 ms	12,6 ms	< 15 s	-	Memenuhi
<i>Throughput</i>	53,811 KB/s	117,191 KB/s	10 KB/s – 10 MB/s	-	Memenuhi
<i>Packet Loss</i>	0%	0%	0%	-	Memenuhi

Jitter	27,7 ms	12,1 ms	N.A.	0 – 75 ms	Memenuhi kategori baik
--------	---------	---------	------	-----------	------------------------

Tabel III. 4 Hasil QoS pada pengujian HTTP setelah diimplementasikan MPLS

Parameter Qos	Hasil Pengukuran <i>peak time</i>	Hasil Pengukuran senggang	Standardisasi ITU-T G.1010	Standardisasi TIPHON	Keterangan
Delay	9,29 ms	9,03 ms	< 2 s	-	Memenuhi
Throughput	56,417 KB/s	57,003 KB/s	~ 10 KB/s	-	Memenuhi
Packet Loss	0%	0%	0%	-	Memenuhi
Jitter	9,26 ms	9,03 ms	N.A.	0 – 75 ms	Memenuhi kategori baik

Berdasarkan pada pengujian yang telah dilakukan pada simulasi jaringan usulan, parameter *Quality of Service* terlihat menunjukkan hasil yang meningkat dari pada hasil pengujian yang sebelumnya dilakukan pada jaringan eksisting. Hasil pada pengujian jaringan usulan memiliki *throughput* sebesar 53,811 KB/s, *delay* 28,2 ms, *packet loss* 0% dan *jitter* 27,7 ms untuk layanan FTP pada saat *peak time* serta *throughput* sebesar 117,191 KB/s, *delay* 12,6 ms, *packet loss* 0% dan *jitter* 12,1 ms pada saat senggang. Untuk layanan HTTP pada saat *peak time* memiliki *throughput* sebesar 56,417 KB/s, *delay* 9,29 ms, *packet loss* 0% dan *jitter* 9,26 ms sedangkan pada saat senggang memiliki *throughput* sebesar 57,003 KB/s, *delay* 9,03 ms, *packet loss* 0% dan *jitter* 9,03 ms.

3.3 Analisa Perbandingan QoS Sebelum dan Sesudah implementasi MPLS

Karena telah didapatkan hasil atas pengujian QoS baik pada jaringan eksisting dan jaringan usulan, maka kedua hasil tersebut dapat dibandingkan dan selanjutnya akan dianalisis sebesar apa perubahan yang terjadi pada jaringan ketika diimplementasikan teknologi MPLS. Perbandingan hasil QoS tersebut akan disajikan pada tabel III.5 untuk FTP *peak time*, tabel III.6 untuk FTP senggang, tabel III.7 untuk HTTP *peak time* dan tabel III.8 untuk HTTP senggang.

Tabel III. 5 Tabel perbandingan QoS FTP *peaktime*

Parameter Qos	Hasil Pengukuran Jaringan Saat Ini	Hasil Pengukuran Jaringan Usulan
Delay	32,2 ms	28,2 ms
Throughput	46,493 KB/s	53,811 KB/s
Packet Loss	0%	0%
Jitter	32 ms	27,7 ms

Tabel III. 6 Tabel perbandingan QoS FTP senggang

Parameter Qos	Hasil Pengukuran Jaringan Saat Ini	Hasil Pengukuran Jaringan Usulan
Delay	26,6 ms	12,6 ms
Throughput	57,56 KB/s	117,191 KB/s
Packet Loss	0%	0%
Jitter	26,5 ms	12,1 ms

Tabel III. 7 Tabel perbandingan QoS HTTP *peak time*

Parameter Qos	Hasil Pengukuran Jaringan Saat Ini	Hasil Pengukuran Jaringan Usulan
Delay	15,127 ms	9,29 ms
Throughput	27,113 KB/s	56,417 KB/s
Packet Loss	0%	0%
Jitter	15,129 ms	9,26 ms

Tabel III. 8 Tabel perbandingan QoS HTTP seimbang

Parameter Qos	Hasil Pengukuran Jaringan Saat Ini	Hasil Pengukuran Jaringan Usulan
<i>Delay</i>	10,823 ms	9,03 ms
<i>Throughput</i>	51.493 KB/s	57,003 KB/s
<i>Packet Loss</i>	0%	0%
<i>Jitter</i>	10,611 ms	9,03 ms

Berdasarkan hasil perbandingan atas pengukuran *quality of service* yang disajikan pada sub-bab sebelumnya, dapat dilihat bahwa nilai pada parameter *quality of service* untuk pengujian layanan *file transfer protocol* dan HTTP mengalami peningkatan.

Pada pengujian *file transfer protocol* disaat *peak time* nilai *throughput* meningkat sebesar 7,318 KB/s dari 46,493 KB/s ke 53,811 KB/s sedangkan pada saat seimbang nilai *throughput* meningkat sebesar 59,631 KB/s dari 57,56 KB/s ke 117,191 KB/s. Nilai *delay* menurun sebesar 4 ms dari 32,2 ms ke 28,2 ms pada saat *peak time* sedangkan pada saat seimbang nilai *delay* menurun sebesar 14 ms dari 26,6 ms ke 12,6 ms. Nilai *jitter* menurun sebesar 4,3 ms dari 32 ms ke 27,7 ms pada saat *peak time* dan menurun sebesar 14,4 ms dari 26,5 ms ke 12,1 ms pada saat seimbang. Terakhir, nilai *packet loss* tetaplah sama, baik pada saat *peak time* ataupun pada saat seimbang yaitu pada nilai 0%.

Selanjutnya pada pengujian HTTP disaat *peak time* nilai *throughput* meningkat sebesar 10,513 KB/s dari 56,417 KB/s ke 66,932 KB/s sedangkan pada saat seimbang nilai *throughput* meningkat sebesar 18,417 KB/s dari 57,003 KB/s ke 75,422 KB/s. Nilai *delay* menurun sebesar 2,79 ms dari 9,29 ms ke 6,50 ms pada saat *peak time* sedangkan pada saat seimbang nilai *delay* menurun sebesar 2,62 ms dari 9.030 ms ke 6,41 ms. Nilai *jitter* menurun sebesar 2,86 ms dari 9,26 ms ke 6,50 ms pada saat *peak time* dan menurun sebesar 2,63 ms dari 9,03 ms ke 6,40 ms pada saat seimbang. Terakhir, nilai *packet loss* pada pengujian HTTP menunjukkan hasil yang sama, baik pada saat *peak time* maupun pada saat seimbang yaitu pada nilai 0%.

Dari analisa atas hasil pengujian *quality of service* tersebut, dapat kita lihat bahwa kualitas *quality of service* pada jaringan yang saat ini dipakai (jaringan eksisting) memiliki kategori yang sangat baik yang sesuai dengan standardisasi ITU-T G.1010. Namun, terdapat peningkatan yang cukup baik dari hasil *quality of service* pada jaringan yang telah diimplementasikan teknologi MPLS. Hal ini menunjukkan bahwa MPLS adalah teknologi yang bermanfaat dan berfungsi untuk meningkatkan *quality of service* pada jaringan yang telah ada. Penerapan teknologi MPLS ini juga akan meningkatkan efektifitas pekerjaan atau kegiatan yang memerlukan koneksi pada suatu jaringan, contohnya adalah pada kegiatan praktikum online yang dilaksanakan pada Program Studi Sistem Informasi Universitas Telkom.

Penerapan teknologi MPLS ini dapat menjawab permasalahan yang selalu terjadi pada kegiatan praktikum *online*, contohnya adalah proses *upload* berkas praktikum *online* yang lama. Nilai *jitter* dan *delay* yang rendah dan didukung oleh *throughput* yang memiliki nilai yang besar pada saat diimplementasikannya teknologi MPLS akan memungkinkan mahasiswa melakukan *upload* berkas praktikum *online* pada *server* menjadi lebih cepat. Kondisi nilai *packet loss* yang rendah juga akan memberikan keleluasaan pada mahasiswa ketika melakukan *upload* berkas praktikum online karena berkas yang dikirim akan terjaga keutuhan datanya ketika melakukan *upload*.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Jaringan infrastruktur pada Gedung Karang Universitas Telkom memiliki spesifikasi perangkat yang telah berstandar dan memiliki kualitas yang cukup baik, serta mendukung teknologi *fiber optic*. Namun walaupun dengan spesifikasi perangkat yang ada, masih terdapat kegiatan yang menggunakan jaringan tersebut yang bermasalah, contohnya adalah kegiatan praktikum *online*.
2. Perancangan jaringan MPLS yang akan dilakukan pada jaringan saat ini yang terdapat pada Gedung Karang Universitas Telkom adalah dengan menggunakan metode NDLC. Metode NDLC dipilih sebagai acuan dalam perancangan jaringan MPLS karena metode ini memungkinkan pemantauan terhadap sistem yang sedang dirancang atau dikembangkan agar dapat diketahui kinerjanya serta mendukung adanya pengembangan lebih lanjut yang dapat digunakan untuk pengembangan jaringan secara berkelanjutan.
3. Hasil *quality of service* pada jaringan laboratorium Sistem Informasi Universitas Telkom setelah dilakukan implementasi MPLS memiliki nilai yang sangat baik yang sesuai dengan standardisasi ITU-T G.1010 dan standardisasi TIPHON. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya peningkatan pada setiap

parameter *quality of service* seperti : *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* pada jaringan yang telah diimplementasikan teknologi MPLS dari pada jaringan yang sebelumnya tidak diimplementasikan teknologi MPLS. Pada pengujian *file transfer protocol* disaat *peak time* nilai *throughput* meningkat sebesar 7,318 KB/s dari 46,493 KB/s ke 53,811 KB/s sedangkan pada saat seimbang nilai *throughput* meningkat sebesar 59,631 KB/s dari 57,56 KB/s ke 117,191 KB/s. Nilai *delay* menurun sebesar 4 ms dari 32,2 ms ke 28,2 ms pada saat *peak time* sedangkan pada saat seimbang nilai *delay* menurun sebesar 14 ms dari 26,6 ms ke 12,6 ms. Nilai *jitter* menurun sebesar 4,3 ms dari 32 ms ke 27,7 ms pada saat *peak time* dan menurun sebesar 14,4 ms dari 26,5 ms ke 12,1 ms pada saat seimbang. Selanjutnya pada pengujian HTTP disaat *peak time* nilai *throughput* meningkat sebesar 10,513 KB/s dari 56,417 KB/s ke 66,932 KB/s sedangkan pada saat seimbang nilai *throughput* meningkat sebesar 18,417 KB/s dari 57,003 KB/s ke 75,422 KB/s. Nilai *delay* menurun sebesar 2,79 ms dari 9,29 ms ke 6,50 ms pada saat *peak time* sedangkan pada saat seimbang nilai *delay* menurun sebesar 2,62 ms dari 9.030 ms ke 6,41 ms. Nilai *jitter* menurun sebesar 2,86 ms dari 9,26 ms ke 6,50 ms pada saat *peak time* dan menurun sebesar 2,63 ms dari 9,03 ms ke 6,40 ms pada saat seimbang. Nilai *packet loss* pada pengujian FTP maupun HTTP menunjukkan hasil yang sama, baik pada saat *peak time* maupun pada saat seimbang yaitu pada nilai 0% dengan kategori sangat baik.

Daftar Pustaka

- [1] Alonso, G. C. (2004). *Web Service*. Berlin-Heidelberg: Springer.
- [2] Gheini, L. D. (2007). *MPLS Fundamentals*. Indianapolis: Cisco Press.
- [3] Goldman, J. E. (2001). *Applied Data Communications : a business-oriented approach*. Wiley.
- [4] ITU-T. (2011). ITU-T G.1010 : *End-user multimedia QoS categories*. ITU-T Recommendation G.1010.
- [5] Javvin Technologies. (2004). *Network Protocols Handbook*. Saratoga: Javvin Technologies, Inc.
- [6] Rafiudin, R. (2003). *Panduan Membangun Jaringan Komputer Untuk Pemula*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [7] Ramadhani, G. (2003). *Modul Pengenalan Internet*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- [8] Stalling, W. (2001). *Komunikasi Data dan Komputer, Dasar-dasar Komunikasi Data*.
- [9] Syafrizal, M. (2005). *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: C.V.ANDI OFFSET
- [10] TIPHON. (1999). *Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) General aspects of Quality of service (QoS)*. DTR/TIPHON-05006 (cb0010cs.PDF).
- [11] Taufiq Abdul Gani, R. d. (2010). *Aplikasi Pengaruh Quality Of Service (Qos) Video Conference Pada Trafik H. 323 Dengan Menggunakan Metode Differentiated Service (Diffserv)*. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 55-61.
- [12] Yanto. (2013). *ANALISIS QOS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS: FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TANJUNGPURA)*.