
ANALISA PERBANDINGAN PERFORMA TEKNOLOGI MPLS-TP (*MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING - TRANSPORT PROFILE*) DENGAN TOPOLOGI RING DAN *POINT-TO-POINT*

Beny Nugraha
Teknik Elektro
Universitas Mercu Buana
Jakarta, Indonesia
benynugraha@mercubuana.ac.id

Iradath
Teknik Elektro
Universitas Mercu Buana
Jakarta, Indonesia
iradathachmad@yahoo.co.id

Abstrak— Teknologi dan layanan telekomunikasi sedang berkembang dengan sangat pesat, sehingga untuk mendukung jaringan yang handal, para penyedia layanan telekomunikasi harus selektif memilih dan menggunakan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan. Teknologi MPLS-TP (Multi Label Path Switch-Transport Profile) muncul sebagai pengganti teknologi SDH (Synchronous Digital Hierarchy) agar transmisi data menjadi handal dan efisien, serta tidak terjadi kesalahan dalam proses pengiriman dan penerimaan informasi data. Penelitian ini menganalisis dan membandingkan performa dari teknologi MPLS-TP dengan topologi ring dan point-to-point. Dari hasil penelitian didapat bahwa hasil untuk topologi ring dengan performa pada topologi point-to-point terdapat tiga buah parameter yang sama, yaitu utilisasi throughput 100%, packet loss ratio 0%, dan jitter 0.015 ms. Perbedaan hasil parameter adalah latency, di mana topologi point-to-point memiliki nilai latency yang lebih kecil dibandingkan topologi ring apabila ukuran paket data lebih dari 512 Bytes, sehingga dapat disimpulkan bahwa topologi point-to-point lebih tepat untuk digunakan pada pengiriman paket data dengan ukuran besar karena nilai latency lebih kecil sehingga kecepatan paket data untuk sampai ke tujuan akan lebih cepat.

Kata Kunci— *MPLS-TP, Ring Network, Point-to-Point Network, RFC2544, QoS*

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini teknologi dan layanan telekomunikasi sangat berkembang sangat pesat. Sehingga untuk mendukung jaringan yang handal, para penyedia layanan telekomunikasi harus selektif memilih dan menggunakan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan. Para penyedia layanan berlomba untuk memberikan teknologi dan seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat/pelanggan akan informasi, khususnya informasi data.

Teknologi MPLS-TP (Multi Label Path Switch-Transport Profile) muncul sebagai pengganti teknologi SDH (Synchronous Digital Hierarchy) agar transmisi data menjadi handal dan efisien, serta tidak terjadi kesalahan dalam proses

pengiriman dan penerimaan informasi data. Teknologi MPLS-TP/PTN sudah menggunakan konsep layer-2 untuk services dan layer-3 untuk OAM (operation administration and maintenance), sehingga dengan teknologi ini sistem transmisi akan semakin handal efisien dan hemat dari sisi pemakaian bandwidth dan tingkat performansi yang sangat bagus. Salah satu keuntungan yang ditawarkan oleh MPLS-TP meningkatkan performansi layanan data seperti pada jaringan 3G maupun 4G [1]-[4].

Teknologi MPLS-TP dapat diterapkan dengan topologi yang berbeda-beda, diantaranya adalah topologi ring dan topologi point-to-point. Topologi ring adalah sebuah topologi jaringan komputer yang menyerupai bentuk cincin dan dapat mengalirkan data hanya dalam satu lingkaran, sementara topologi point-to-point hanya mengalirkan data dari satu komputer ke satu komputer yang lain. Penelitian ini membandingkan performa MPLS-TP dengan topologi ring dan dengan topologi point-to-point, sehingga akan diketahui topologi mana yang lebih tepat untuk diimplementasikan pada teknologi MPLS-TP. Mengacu pada penelitian [9] yang menyebutkan bahwa pengukuran delay pada topologi point-to-point penting dilakukan untuk menentukan kehandalan topologi point-to-point tersebut, maka parameter yang akan diukur dan dibandingkan antara topologi ring dan point-to-point adalah delay, kecepatan paket data, serta jumlah paket data yang hilang (packet loss).

Paper ini akan terdiri dari bab-bab sebagai berikut: Bab II akan membahas mengenai teknologi MPLS-TP serta topologi ring dan point-to-point, Bab III akan membahas metodologi penelitian, Bab IV akan membahas analisa hasil, dan Bab V akan membahas kesimpulan.

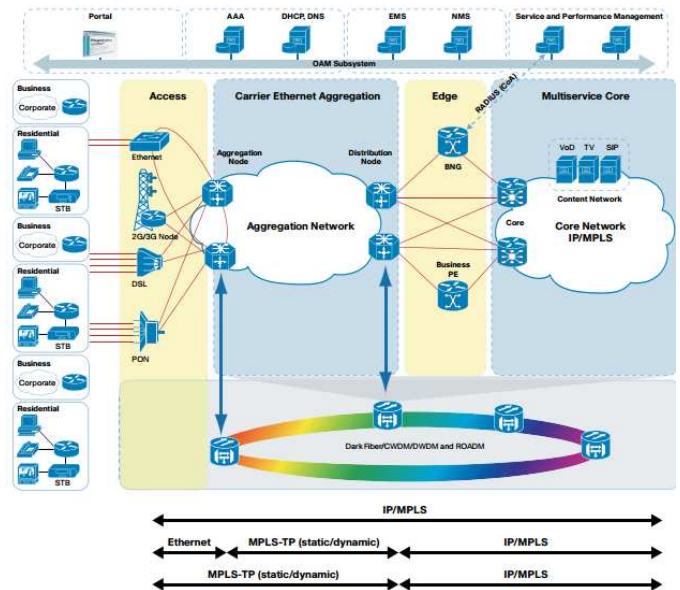
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. MPLS-TP (Multiprotocol Label Switching - Transport Profile)

Sekitar tahun 2006, ITU-T Study Group 15 (di mana SONET/SDH, OTN, dan jaringan transport optik yang masih standar) mulai mengembangkan teknologi dan beralih kepada transportasi berbasis paket berdasarkan label MPLS, yang disebut T-MPLS (alias G.8114). Sayangnya, T-MPLS memiliki beberapa kelemahan dari aspek teknis dan berada di tidak kesesuaian dengan konsep dari IETF MPLS [7]. Pada akhir 2007, IETF mulai bekerja sama dengan SG15 untuk "memperbaiki" konsep T-MPLS dan membuatnya kompatibel dengan IETF MPLS. Proyek MPLS-TP dimulai pada awal 2008. G.8114 ditiadakan, dan proses baru dimulai di mana SG15 akan menghasilkan persyaratan MPLS-TP, sedangkan IETF akan menghasilkan spesifikasi protokol berdasarkan persyaratan ITU-T [8].

MPLS adalah suatu label yang diciptakan untuk digunakan komunikasi antara router sehingga router tersebut dapat membangun pemetaan (mapping) label-to-label secara mandiri. Label tersebut ditempatkan pada paket IP, yang memungkinkan router untuk meneruskan komunikasi dengan melihat di label dan bukan alamat IP tujuan. Paket diteruskan oleh label tersebut dan beralih tanpa proses oleh IP switching. MPLS label digunakan untuk meneruskan paket-paket dan tidak lagi alamat IP tujuan telah menyebabkan popularitas MPLS. Manfaat-seperti ini sebagai integrasi yang lebih baik dari IP di atas ATM dan jaringan virtual private MPLS popularnya VPN [1][4].

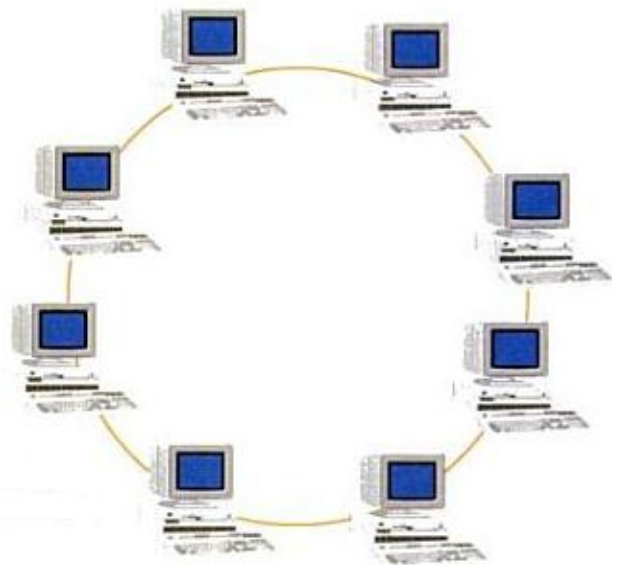
MPLS-TP (Multi-Protocol Label Switch-Transport Profil) Layer-2 adalah teknologi untuk meningkatkan performa dari MPLS. Sebuah jaringan MPLS-TP dapat dioperasikan dalam mode SDH, seperti dan sistem manajemen jaringan (NMS) dapat digunakan untuk mengkonfigurasi koneksi secara end to end. Manajemen koneksi dan fungsi pengembalian (restore), bagaimanapun akan dapat menjadi alternatif untuk memanfaatkan fungsi Generalized MPLS (GMPLS) sebagai protocol control plane yang juga berlaku untuk data plane MPLS-TP. Selain untuk penyederhanaan operasional jaringan yang mengarah kepada berkurangnya operasional pengeluaran (OPEX), dan control plane GMPLS memiliki kemampuan restorasi jaringan (restore function) selain menyediakan konsep fitur perlindungan jaringan (protection) yang diadopsi pada data plane MPLS-TP, hal ini bermanfaat untuk meningkatkan ketahanan jaringan lebih lanjut. Teknologi MPLS-TP juga sudah multi-layanan (multi services) yang mampu memanfaatkan teknologi pseudo-wire yang telah dikembangkan di IETF dan yang masih ada proses perkembangan kearah yang lebih baik lagi [1][2]. Ilustrasi MPLS-TP dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Pengimplementasian MPLS-TP [1]

B. Topologi Ring

Topologi ring adalah sebuah topologi jaringan komputer yang menyerupai bentuk cincin (ring), topologi ring mengalirkan data hanya dalam satu arah atau satu lingkaran [5][6]. Ilustrasi dari topologi ring dapat dilihat pada Gambar 2.

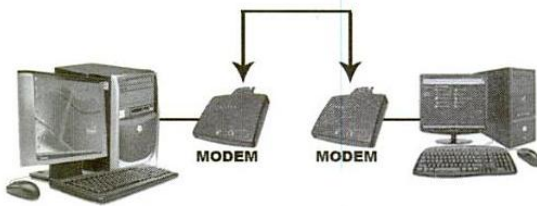


Gambar 2. Ilustrasi Topologi Ring [6]

Keuntungan dari topologi ring adalah mudah untuk diimplementasikan apabila komputer yang tersambung hanya sedikit, kelemahannya adalah apabila ada link/sambungan yang terputus, maka keseluruhan jaringan juga akan terputus [5][6].

C. Topologi Point-to-Point

Topologi point-to-point adalah topologi yang sederhana dan hanya menyambungkan satu perangkat dengan perangkat yang lainnya [7]. Ilustrasi dari topologi ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Topologi Point-to-Point [7]

Pada penelitian [8] topologi point-to-point mendukung dua paradigm dalam mentransfer data, yaitu unicast, di mana paket mengalir antara sebuah client dan sebuah server, dan anycast, di mana paket mengalir antara sebuah client dan sebuah server terdekat yang diidentifikasi oleh alamat anycast. Pada penelitian [9] disebutkan bahwa pengukuran delay pada topologi point-to-point penting dilakukan untuk menentukan kehandalan topologi point-to-point tersebut.

Mengacu pada penelitian [8] dan [9], penelitian ini, peneliti menganalisis dan membandingkan performa antara topologi ring dan topologi point-to-point (tipe: unicast) pada teknologi MPLS-TP untuk mengetahui topologi mana yang paling baik untuk diimplementasikan.

Pada penelitian ini terdapat empat parameter yang diuji, yaitu throughput, jitter, latency, dan packet loss. Pada [11] telah disebutkan standar QoS untuk throughput, jitter, dan latency, yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Standar Throughput

Kategori	Throughput
Sangat Bagus	100 %
Bagus	75 %
Sedang	50 %
Jelek	< 25%

Tabel 2. Standar Jitter

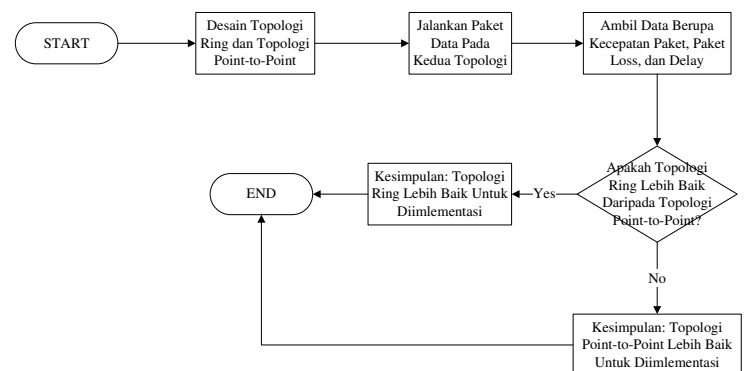
Kategori	Jitter
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 – 75 ms
Sedang	75 – 125 ms
Jelek	125 – 225 ms

Tabel 3. Standar Latency

Kategori	Latency
Sangat Bagus	$t_{\text{end to end}} < 150 \text{ ms}$
Bagus	$150 \leq t_{\text{end to end}} \leq 300 \text{ ms}$
Sedang	$300 < t_{\text{end to end}} \leq 450 \text{ ms}$
Jelek	$t_{\text{end to end}} > 450 \text{ ms}$

III. METODOLOGI PENELITIAN

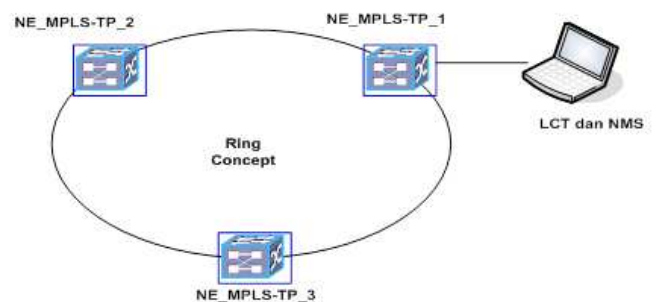
Flowchart atau alur kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



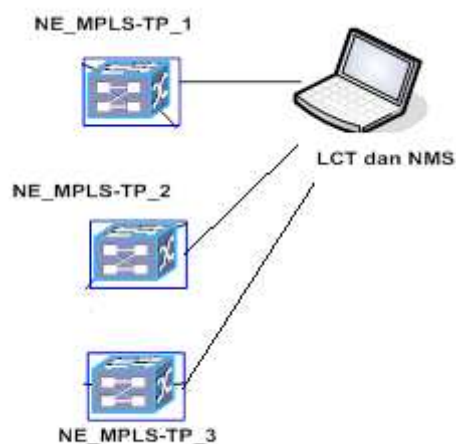
Gambar 4. Flowchart Penelitian

Dari Gambar 4 terlihat parameter kedua topologi yang akan dibandingkan dan akan menentukan tingkat kehandalan antara topologi ring dan point-to-point adalah kecepatan paket, jumlah paket loss, dan delay.

Desain topologi ring dan point-to-point yang akan digunakan pada simulasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Desain Topologi Ring



Gambar 6. Desain Topologi Point-to-Point

Topologi ring yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 1 buah laptop yang terinstall program NMS (Network Monitoring System) dan 3 buah perangkat jaringan yang mendukung teknologi MPLS-TP. Terlihat pada Gambar 5 bahwa ke-3 buah perangkat jaringan tersebut terkoneksi secara melingkar (topologi ring), dan sebuah laptop yang terinstall program NMS dihubungkan dengan salah satu perangkat MPLS-TP untuk mendapatkan data-data jaringan.

Seperti terlihat pada Gambar 6, topologi point-to-point yang digunakan adalah laptop yang telah terinstall program NMS terhubung secara langsung dengan ke-3 perangkat MPLS-TP, namun antar perangkat MPLS-TP tersebut tidak saling terhubung.

Untuk mendukung kedua topologi tersebut, dibutuhkan perangkat-perangkat keras dan lunak sebagai berikut:

Tabel 4. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Yang Digunakan

No	Hardware	Jumlah	Software
1	Perangkat MUX SDH (<i>Ethernet over SDH</i>)	3 set	<i>Local Craft Terminal dan Network Management System: MN9100 & MN9200</i>
2	<i>Ethernet Card</i>	2 set	
3	<i>Interface Up Link (STM-n)</i>	3 set	
4	Patch Core type LC-LC	3 set	
5	Kabel UTP	2 set	
6	Perangkat MPLS-TP Layer-2	3 set	
7	<i>Ethernet Card</i>	3 set	

8	<i>Interface Up Link (base Ethernet)</i>	3 set	
9	BER Test EXPO-FTB200	1 set	
10	PC/Laptop	1 set	

Simulasi pada penelitian ini mengacu pada SStandar testing Ethernet RFC 254 [10]. Standar ini adalah standar yang disusun oleh badan standarisasi Internet international, IETF (Internet Engineering Task Force), yang berisikan metode pengujian yang diperlukan untuk mengukur kualitas jaringan Ethernet. Parameter yang disebutkan perlu diukur untuk menguji performa pada Ethernet diantaranya:

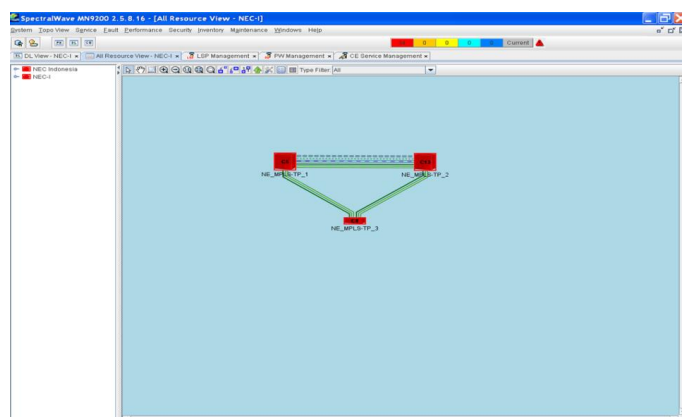
- Throughput Test
- Latency Test
- Jitter Test
- Frame Loss

RFC 2544 test memiliki tujuh buah ukuran frame untuk simulai, yaitu: 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 dan 1518 byte. Tujuan dari ditetapkan ketujuh ukuran frame ini adalah agar dapat memastikan jaringan Ethernet yang diuji kualitasnya dapat mendukung segala macam jenis layanan, contohnya VoIP dan Video streaming.

IV. ANALISA HASIL

A. Pengumpulan Data

Pada percobaan pertama dilakukan pengambilan data pada sebuah jaringan ring. Desain simulasi MPLS-TP dengan jaringan ring yang dibuat dengan menggunakan perangkat lunak MN-9200 adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Desain Simulasi MPLS-TP Dengan Jaringan Ring

Telah disebutkan bahwa pengujian dilakukan mengacu pada RFC 2544 testing, maka terdapat tujuh ukuran frame dasar yang diuji yaitu: 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 dan 1518 byte. Hasil pengambilan data untuk throughput adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pengukuran Throughput

Ukuran Frame (Byte)	MPLS-TP_1		MPLS-TP_2	
	Throughput (Mbps)	Utilisasi (%)	Throughput (Mbps)	Utilisasi (%)
64	1000	100.00%	1000	100.00%
128	1000	100.00%	1000	100.00%
256	1000	100.00%	1000	100.00%
512	1000	100.00%	1000	100.00%
1024	1000	100.00%	1000	100.00%
1280	1000	100.00%	1000	100.00%
1518	1000	100.00%	1000	100.00%

Hasil pengukuran loss adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengukuran Loss

Ukuran Frame (Byte)	MPLS-TP_1		Comparasi Pengukuran Throughput	
	Throughput (Mbps)	Utilisasi (%)	Throughput (Mbps)	Loss (%)
64	1000	100.00	1000	0.00
128	1000	100.00	1000	0.00
256	1000	100.00	1000	0.00
512	1000	100.00	1000	0.00
1024	1000	100.00	1000	0.00
1280	1000	100.00	1000	0.00
1518	1000	100.00	1000	0.00

Hasil pengukuran jitter dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Jitter

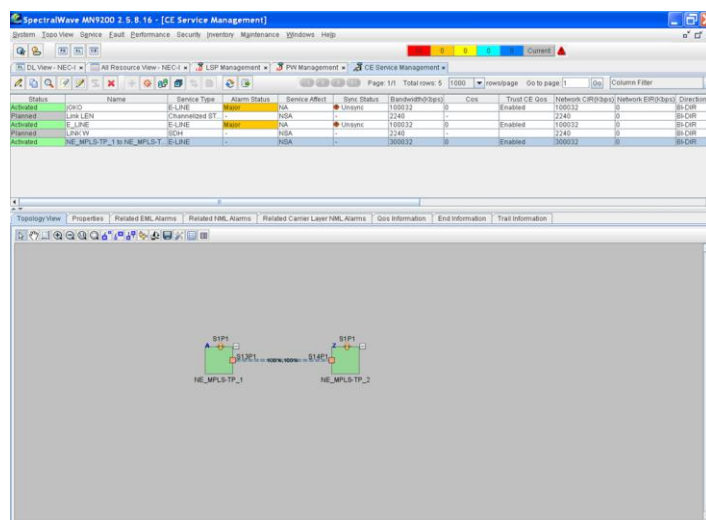
Maximum (ms)	Minimum (ms)	Current (ms)	Average (ms)	Estimate (ms)	Kategori (ms)
0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0 – 75 (Bagus)

Hasil pengukuran latency adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Pengukuran Latency

Ukuran Frame (Byte)	Hasil Simulasi (ms)	Kategori (ms)
64	0.0090	< 150 (Sangat Bagus)
128	0.0096	< 150 (Sangat Bagus)
256	0.0113	< 150 (Sangat Bagus)
512	0.0134	< 150 (Sangat Bagus)
1024	0.0182	< 150 (Sangat Bagus)
1280	0.0209	< 150 (Sangat Bagus)
1518	0.0230	< 150 (Sangat Bagus)

Pada percobaan kedua, akan dilihat performa dari teknologi MPLS-TP dengan menggunakan jaringan point-to-point. Terdapat dua buah modul MPLS-TP yang digunakan untuk membentuk jaringan point-to-point, ilustrasi desain jaringannya adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Ilustrasi Jaringan Point-to-Point

Hasil pengambilan data untuk throughput adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Pengukuran Throughput

Ukuran Frame (Byte)	MPLS-TP_1		MPLS-TP_2	
	Throughput (Mbps)	Utilisasi (%)	Throughput (Mbps)	Utilisasi (%)
64	1000	100.00%	1000	100.00%
128	1000	100.00%	1000	100.00%
256	1000	100.00%	1000	100.00%
512	1000	100.00%	1000	100.00%
1024	1000	100.00%	1000	100.00%
1280	1000	100.00%	1000	100.00%
1518	1000	100.00%	1000	100.00%

Hasil pengukuran loss adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Pengukuran Loss

Ukuran Frame (Byte)	MPLS-TP_1		Comparasi Pengukuran Throughput	
	Throughput (Mbps)	Utilisasi (%)	Throughput (Mbps)	Loss (%)
64	1000	100.00	1000	0.00
128	1000	100.00	1000	0.00
256	1000	100.00	1000	0.00
512	1000	100.00	1000	0.00
1024	1000	100.00	1000	0.00
1280	1000	100.00	1000	0.00
1518	1000	100.00	1000	0.00

Hasil pengukuran jitter terlihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Pengukuran Jitter

Maximum (ms)	Minimum (ms)	Current (ms)	Average (ms)	Estimate (ms)	Kategori (ms)
0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0 – 75 (Bagus)

Hasil pengukuran latency adalah sebagai berikut:

Tabel 12. Hasil Pengukuran Latency

Ukuran Frame (Byte)	Hasil Simulasi (ms)	Kategori (ms)
64	0.0091	< 150 (Sangat Bagus)
128	0.0101	< 150 (Sangat Bagus)
256	0.0107	< 150 (Sangat Bagus)
512	0.0135	< 150 (Sangat Bagus)
1024	0.0180	< 150 (Sangat Bagus)
1280	0.0207	< 150 (Sangat Bagus)
1518	0.0229	< 150 (Sangat Bagus)

B. Analisa Data

Pada percobaan pertama, di mana paket-paket data mengalir pada jaringan ring, terlihat pada Tabel 5 bahwa utilisasi throughput mencapai 100%, begitu juga pada Tabel 6 terlihat bahwa packet loss adalah 0%, dari kedua hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa throughput yang dicapai sesuai dengan throughput yang diharapkan, dan jaringan dinyatakan handal karena tidak terjadi loss sama sekali. Pada Tabel 7 terlihat bahwa nilai jitter adalah 0.15 ms, sesuai dengan standar pada [11], nilai jitter ini masuk ke dalam kategori Bagus (0 – 75 ms). Data terakhir yang didapatkan yaitu latency, terlihat pada Tabel 8 bahwa nilai latency bervariasi sesuai dengan panjang paket yang diuji, dengan latency minimum adalah 0.0090 ms dan latency maksimum adalah 0.0230 ms, mengacu pada [11], nilai latency ini memenuhi kategori Sangat Bagus (< 150 ms).

Pada percobaan kedua, di mana paket-paket data mengalir pada jaringan point-to-point, terlihat pada Tabel 9 sampai Tabel 11 bahwa nilai throughput, loss, dan jitter dari jaringan point-to-point memiliki nilai 100% utilisasi throughput, 0% packet loss, dan jitter 0.15 ms. Nilai-nilai ini menunjukkan performa yang sama antara jaringan ring dan jaringan point-to-point, namun, terdapat perbedaan nilai latency, di mana pada jaringan point-to-point, latency minimum adalah 0.0091 ms dan latency maksimum adalah 0.0229 ms, terlihat juga pada Tabel 12 bahwa pada jaringan point-to-point, semakin besar ukuran paket yang digunakan, nilai latency-nya lebih

kecil dibandingkan jaringan ring, sehingga bisa disimpulkan bahwa paket yang mengalir pada jaringan point-to-point akan lebih cepat sampai ke tujuan dibandingkan dengan paket yang mengalir pada jaringan ring.

V. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Dari hasil pengukuran, nilai utilisasi throughput baik untuk jaringan ring maupun jaringan point-to-point memiliki nilai yang sama, yaitu 100%, sehingga dapat disimpulkan kedua jaringan efisien dalam melakukan pengiriman data.

Packet loss ratio pada jaringan ring dan point-to-point memiliki nilai yang sama, yaitu 0%, sehingga dapat disimpulkan kedua jaringan handal dalam mengirim paket.

Untuk paket dengan ukuran besar (lebih dari 512 Byte), jaringan point-to-point memiliki nilai latency yang lebih rendah dibandingkan jaringan ring, sehingga dapat disimpulkan bahwa paket mengalir lebih cepat pada jaringan point-to-point dibandingkan pada jaringan ring.

Dari hasil pengukuran latency, di mana jaringan point-to-point lebih rendah dibandingkan jaringan ring, dapat disimpulkan bahwa untuk jaringan yang akan menggunakan paket-paket berukuran besar akan lebih baik menggunakan jaringan point-to-point karena waktu pengiriman dan penerimaan paket data akan lebih cepat pada jaringan point-to-point.

Hasil yang dicapai telah memecahkan masalah yang ada, jaringan point-to-point dapat digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan kecepatan transfer yang tinggi karena jaringan

point-to-point memiliki nilai latency yang lebih kecil dibandingkan jaringan ring.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih terhadap rekan-rekan dosen dan juga terhadap tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cisco. Understanding MPLS-TP and Its Benefits. White Paper, 2009.
- [2] Roebuck, K. MPLS-TP: High-impact Strategies - What You Need to Know: Definitions, Adoptions, Impact, Benefits, Maturity, Vendors. Emereo Pty Limited, 2011.
- [3] Toy, M. Networks and Services: Carrier Ethernet, PBT, MPLS-TP, and VPLS. John Wiley & Sons, 2012.
- [4] Russell J. & Cohn R. MPLS-TP. Book on Demand, 2012.
- [5] Habraken J. W. Absolute Beginner's Guide to Networking. Que Publishing, 2003.
- [6] Maryono Y. & Istiana B. P. Teknologi Informasi & Komunikasi 3. Yudhistira Ghalia Indonesia, 2008.
- [7] Noersasongko E. & Andono P. N. Mengenal Dunia Komputer. Elex Media Komputindo, 2010.
- [8] Metz, C. IP anycast point-to-(any) point communication. On Internet Computing, IEEE, 6 (2), 94 – 98, 2002.
- [9] Baek-Young Choi, Sue Moon, Zhi-Li Zhang, Papagiannaki, K., and Diot, C. Analysis of point-to-point packet delay in an operational network. On INFOCOM 2004. Twenty-third Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (Volume:3), 1797-1807, 2004.
- [10] Agilent Technologies. RFC 2544 Testing of Ethernet Services in Telecom Networks. White Paper, 2004.
- [11] NEC. SDH Transmission System. 6th edition, Japan, 1999.