

IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PERFORMANSI QoS PADA VIDEO CONFERENCE MENGGUNAKAN SERVER OPENIMSCORE DENGAN BACKBONE MPLS-TE**IMPLEMENTATION AND ANALYSIS OF VIDEO CONFERENCE QoS PERFORMANCE USING OPENIMSCORE SERVER WITH MPLS-TE BACKBONE**¹Riany Erdiyanti²Dr. Rendy Munadi , Ir.,MT³ Ratna Mayasari, ST., MT

^{1,2,3}Departemen Elektro dan Komunikasi – Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

riany.erdianti@gmail.comrendy_munadi@yahoo.co.idratnamayasari07@yahoo.com

ABSTRAK

Komunikasi mengalami kemajuan dengan mengarahkan semua teknologi agar berbasis IP (Internet Protocol). Teknologi ini akan membuat pengguna bisa berhubungan jarak jauh dengan kualitas yang sesuai standard dan harga yang relatif murah. Komunikasi berbasis IP sangat dipengaruhi oleh delay, packet loss, dan parameter lainnya. Di sisi lain komunikasi suara dan video harus realtime dan reliable. Disini akan diuji kelayakan dari layanan suara dan video yang dilewatkan pada jaringan berbasis IP.

Multi-Protocol label Switching (MPLS) adalah suatu metode forwarding data melalui suatu jaringan dengan menggunakan informasi label yang dilekatkan pada paket IP. Dengan jenis routing yang diterapkan pada jaringan MPLS, diharapkan mampu untuk memberikan peningkatan nilai QoS pada jaringan tersebut. Multi-Protocol Label Switching-Traffic Engineering (MPLS-TE) merupakan sebuah teknologi MPLS yang menawarkan kemampuan Traffic Engineering di dalamnya. Hal tersebut sangat efisien untuk memanfaatkan utilitas jaringan secara optimal. Hal ini dilakukan dengan cara memanfaatkan jalur yang utilitasnya rendah sebagai jalur pengiriman paket sehingga bisa meminimalisir terjadinya antrian pada router.

Dalam tugas akhir ini dilakukan implementasi MPLS-TE menggunakan router Mikrotik RB750 dengan layanan video conference. Pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran parameter QoS antara lain *delay*, *packet loss*, *jitter*, *throughput* di sisi client.

Dari pengujian dan analisis diperoleh hasil bahwa penggunaan MPLS-TE dapat menghasilkan QoS yang lebih baik. Dilihat dari perbaikan delay dengan menggunakan jaringan MPLS-TE untuk layanan *video conference* sebesar rata – rata 2,86 ms. Untuk *throughput* penggunaan MPLS-TE memiliki *throughput* lebih besar sebanyak 0,616 Mbps. Packet loss mengalami perbaikan sebesar 84 % dan jitter lebih rendah 4,76 %.

ABSTRACT

Direct communication with all the progress that technology based on IP (Internet Protocol). This technology will make users can connect remotely to the appropriate quality standards and relatively low prices. IP-based communication is strongly influenced by the delay, packet loss, and other parameters. On the other hand voice and video communication should be realtime and reliable. This final project will tested the feasibility of voice and video services that flow on IP-based network.

Multi-protocol label switching (MPLS) is a method of forwarding data over a network using label information attached to an IP packet. With this type of routing that applied to the MPLS network, MPLS expected to be able to provide increased value QoS on the network. Multi-Protocol Label Switching-Traffic Engineering (MPLS- TE) is a technology that offers Traffic Engineering capabilities in MPLS technology. It is very efficient to optimally utilize network utility. This is done by utilizing a low utility lines as a transmission line so that the package can minimize the queue at the router.

In this final implementation done using MPLS-TE router Mikrotik RB750 with video conferencing services. Testing was conducted on the measurement of QoS parameters such as delay, packet loss, jitter, throughput at the client side.

From testing and analysis of the results showed that the use of MPLS-TE can result in better QoS. Judging from the repair delay using MPLS-TE network for video conferencing services for average - average of 2.86 ms. For the use of MPLS-TE throughput has greater throughput as much as 0.616 Mbps. Packet loss improved by 84% and 4.76% lower jitter.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Saat ini dikembangkan software – software yang berbasis arsitektur NGN. OpenIMS merupakan software yang berbasis arsitektur IMS yang mampu menyediakan berbagai macam fitur multimedia, sedangkan asterisk adalah software yang berbasis arsitektur softswitch yang mampu menghubungkan antara jaringan paket dan jaringan sirkuit. Dengan adanya kedua software ini, kita mampu membuat suatu teknologi NGN secara sederhana dengan biaya yang relatif murah.

Kecepatan transfer data merupakan salah satu tolak ukur dari kualitas sebuah layanan. MPLS (Multi Protocol Label Switching) merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan performansi jaringan dengan mempersingkat waktu forwarding. Dengan menggabungkan teknologi *switching* layer 2 (dua) dan teknologi *routing* layer 3 (tiga), jaringan berbasis MPLS secara teoritis dapat meningkatkan kelancaran transfer data. Akan tetapi teknologi MPLS ini tetap tidak bisa memperhatikan kondisi jaringan. Sehingga apabila terjadi kongesti atau link gagal atau node gagal pada jaringan tersebut maka tidak ada mekanisme tertentu untuk mengalihkannya ke jalur lain.

Untuk itu diterapkan rekayasa trafik pada MPLS yang disebut MPLS-TE (Multi Protocol Label Switching-Traffic Engineering). Teknologi MPLS-TE akan melihat kondisi jaringan terlebih dahulu sebelum melewati data. Bagaimana kondisi *bandwidth*-nya, apakah kondisi *link* penuh atau tidak, kemudian dilakukan mekanisme pemilihan rute terbaik berdasarkan kondisi jaringan tersebut, MPLS-TE ini sangat cocok untuk jaringan yang membutuhkan proteksi lebih sehingga bisa menjaga nilai QoS pada jaringan tersebut.

1.2. Maksud dan Tujuan

1. Mengimplementasikan layanan Video Conference menggunakan server OpenIMScore
2. Melakukan pengukuran terhadap parameter - parameter QoS seperti *delay*, *packet loss*, *jitter*, dan *throughput*.
3. Membandingkan QoS layanan IP Multimedia Subsystem (IMS) menggunakan backbone Multi-Protocol Label Switching (MPLS) dengan non Multi-Protocol Label Switching (non-MPLS)

1.3 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dijadikan obyek penelitian dan pengembangan tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana cara mengimplementasikan layanan video conference dalam jaringan backbone yang menggunakan Router Mikrotik RB750

2. Bagaimana hasil pengukuran terhadap parameter QoS seperti *delay*, *packet loss*, *jitter*, dan *throughput* baik pada jaringan *backbone* MPLS tanpa TE (Traffic Engineering) dan jaringan *backbone* menggunakan MPLS-TE
3. Bagaimana analisa dan penarikan kesimpulannya

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1 Tempat dilaksanakan tugas akhir ini adalah Laboratorium Teknik Switching gedung O Telkom Engineering School, Universitas Telkom.
- 2 Komunikasi yang dilakukan adalah komunikasi voice dan video yang hanya akan dilakukan pada protokol SIP.
- 3 Performansi yang akan dianalisa adalah parameter – parameter yang menentukan QoS, yaitu: *delay*, *packet loss*, *jitter*, *throughput*.
- 4 Perangkat video conference yang digunakan tidak akan dibahas alasan pemilihannya.
- 5 Untuk client hanya akan menggunakan tiga client.
- 6 Sistem keamanan tidak diperhitungkan.
- 7 Hanya membahas pada jaringan IPv4.
- 8 Hanya menggunakan penerapan TE (Traffic Engineering) dengan dua *tunnel*.
- 9 Tidak membahas gagal node, hanya gagal *link*.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Studi Literatur
Melakukan pengumpulan literatur – literatur berupa jurnal, buku referensi, artikel, dan sumber lain untuk lebih memahami dan mendalami konsep.
2. Perancangan dan Realisasi
Melakukan perancangan topologi serta pembangunan jaringan untuk layanan video conference dengan backbone menggunakan router mikrotik.
3. Pengujian dan Analisis Implementasi
Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap parameter-parameter kinerja sistem
4. Penarikan Kesimpulan
Mengambil kesimpulan dari hasil penelitian serta memberikan saran untuk proses selanjutnya

2 Landasan Teori

2.1. Video Conference Overview

Video Conference merupakan salah satu jenis aplikasi multimedia yang dapat menghubungkan

beberapa titik secara simultan. Layanan Video Conference bersifat seketika dengan resolusi yang baik dan interaktif. Pada jaringan digital, pengiriman suara membutuhkan kecepatan sekitar 64 Kbps dan pengiriman video membutuhkan kecepatan 1.5-2 Mbps. Untuk layanan video conference secara keseluruhan akan dibutuhkan kecepatan pengiriman sekitar 9.2 Mbps.

2.2 Jenis Video Conference

Jenis Video Conference berdasarkan hubungan diantara pemakainya dapat dibagi dalam tiga bagian:

1. Real Time Collaborative Multiparty Conferencing (Konferensi banyak bagian dengan kerjasama secara seketika) merupakan sarana hubungan konferensi yang seketika dengan resolusi yang baik dan interaktif.
2. Active Participation User, hubungan yang terjadi di antara pemakai dengan jaringan komputer atau basis data, merupakan jenis konferensi yang seketika dengan resolusi yang baik dan interaktif.
3. Passive Partician Users, keikutsertaan pemakai bersifat pasif dan memerlukan hubungan yang seketika dan interaktif.

Jenis Video Conference menurut sistem terminalnya dibagi menjadi dua bagian :

1. Special Video Conferencing Terminal, merupakan suatu terminal khusus sebagai hasil integrasi produk-produk modular Video Conference. Bagian ini pengembangan dari traditional Videoconferencing yang ditambahkan dengan perangkat seperti komputer, faks dan VCR.
2. PC-based Video Conferencing Terminal , seperangkat komputer yang dapat ditingkatkan kemampuannya dengan menambahkan Video codec, kamera, mikrofon, perangkat lunak dan sistem lainnya.

Pelayanan Video Conference berdasarkan pemakaian lebar pita frekuensi dapat dibagi menjadi tiga bagian:

1. Shared Bandwith : Pemakaian Lebar pita Frekuensi secara bersama-sama ,dapat dipenuhi oleh jaringan komunikasi seperti LAN
2. Dedicated Bandwith : Pemakaian lebar pita frekuensi secara khusus atau tersendiri, dapat dipenuhi oleh jaringan komunikasi seperti saluran terdedikasi atau penyambungan LAN
3. Allocated Bandwith : Pengalokasian lebar pita frekuensi dapat dipenuhi oleh jaringan komunikasi seperti pada sistem isochronous misalnya FDDI II, IEEE 802.9, Isochronous Ethernet (isoENET), 100 MBPS Ethernet dengan protokol prioritas permintaan dan Cell relay serta ATM.

Jenis Video Conference berdasarkan pada bentuk pelayanan dapat dibagi menjadi dua bagian:

1. Public/shared rooms, merupakan ruangan video conference yang dapat disewa per jam. Para pemakai sarana ini biasanya mempunyai kepentingan – kepentingan sebagai berikut:
 - Pemakai video conference yang belum begitu sering
 - Penggunaannya hanya untuk rapat – rapat khusus
 - Ingin menguji coba sebelum menginvestasikan untuk memiliki sendiri studio atau ruang konferensi ini biasanya dimiliki oleh perusahaan telekomunikasi yang juga menyediakan di beberapa lokasi tertentu
2. Private Rooms, merupakan sarana yang menawarkan pemakaian video conference secara tersendiri untuk kepentingan pertemuan – pertemuan yang frekuensinya tinggi bagi perusahaan/organisasi yang bersangkutan. Beberapa keuntungan yang ditawarkan kepada pemakai antara lain:
 - Penyusunan jadwal tidak terganggu dengan kepentingan Perusahaan atau organisasi lain yang berkeinginan memakai sarana yang sama.
 - Pemakai tidak perlu mendatangi tempat sarana ini yang letaknya lebih jauh karena telah memiliki sendiri dalam lingkungan perusahaan /organisasi.
 - Keinginan pemakai terhadap ruangan ,kemampuan perangkat,dan keandalan sistem transmisi yang sesuai dengan keperluan organisasi/perusahaan dapat dipenuhi.

Konsep sistem Video conference sebenarnya bertujuan untuk mengadakan suatu pertemuan jarak jauh melalui media telekomunikasi. Dengan dasar konsep ini, terminal Video Conference dapat membentuk suatu pertemuan yang dihadiri oleh peserta yang terbatas. Oleh karena itu layanan video Conference harus memperlihatkan unsur-unsur sebagai berikut:

1. Terjadwal (harus terencana)
2. Peserta
3. Materi
4. Dokumentasi

2.2 Konsep Dasar MPLS

Multi Protocol Label Switching (MPLS) adalah suatu metode forwarding (meneruskan data melalui suatu jaringan dengan menggunakan informasi dalam label yang dilekatkan pada IP), sehingga memungkinkan router untuk meneruskan paket dengan hanya melihat label dari paket itu, tidak perlu melihat IP alamat tujuannya.

Teknik pelabelan yang dipakai bukanlah teknik yang baru. Frame Relay dan ATM menggunakan teknik ini untuk memindahkan frame atau sel pada suatu jaringan, dimana pada Frame Relay panjang frame disesuaikan dengan besarnya

paket dan pada ATM panjangnya frame tetap, yaitu 5 byte untuk header dan 48 byte sebagai payload. Selain itu Frame Relay dan ATM memiliki kesamaan yaitu penggantian label pada setiap hop di jaringan. Proses seperti ini tidak terjadi pada proses penerusan paket di jaringan IP, dimana pada jaringan IP tidak terjadi penggantian alamat tujuan, tetapi melihat alamat dari tujuan paket itu sendiri kemudian dicocokkan dengan table routing untuk kemudian diteruskan ke hop selanjutnya, dengan proses seperti itu maka waktu yang dibutuhkan dalam proses penerusan paket menjadi lama. Atas dasar itulah maka teknologi MPLS ini dibuat

2.3 Overview MPLS-TE

Teknologi MPLS TE membicarakan tentang kebutuhan rekayasa trafik di jaringan modern yang harus mempunyai utilisasi resource yang optimal. Tunnel yang menggunakan teknologi TE menyediakan pemetaan aliran trafik ke dalam resources jaringan yang available untuk mencegah penggunaan berlebih resource jaringan disaat jaringan lain berada pada kondisi under-utilized. Istilah Traffic Engineering digunakan secara umum dalam dunia komunikasi suara. TE berarti bahwa sebuah trafik dihitung, diukur, dan dianalisis. Kemudian sebuah model statistik diaplikasikan ke dalam pola trafik untuk membuat sebuah estimasi. Jika pola trafik yang diantisipasi tidak sesuai dengan network resource, maka admin jaringan akan membuat ulang pola aliran trafiknya.

Dalam dunia komunikasi data, TE menyediakan sebuah pendekatan yang terintegrasi ke rekayasa trafik di layer-2 OSI model. Pendekatan yang terintegrasi tersebut artinya router dikonfigurasi agar bisa mengalihkan dari forwarding berdasarkan alamat tujuan menjadi memindahkan beban trafik dari jaringan yang mengalami kongesti ke jaringan yang tidak mengalami kongesti. Tujuan utama dari TE adalah cost reduction. Bobot yang dihemat dari penggunaan resource yang lebih efisien, bisa mempengaruhi penghematan bobot dari operasi jaringan secara keseluruhan. Semakin efisien penggunaan bandwidth artinya jaringan tersebut dapat menghindari keadaan sebagian jaringan terkongesti sementara sebagian lain kondisinya under-utilized.

Komponen MPLS-TE dapat dibedakan menjadi

1. Manajemen Path, merupakan pemilihan rute berdasarkan kriteria tertentu. Pemilihan ini bisa dilakukan secara administrative atau otomatis menggunakan protokol CR-LDP (Constraint Based Routing LDP, digunakan untuk mengurangi pekerjaan manual TE). Manajemen path juga me-manage path, menjaga path selama proses transmisi dan mematakannya setelah proses selesai.
2. Penempatan Trafik, setelah LSP terbentuk, trafik harus dikirim melalui LPS.

Manajemen trafik akan mengelola proses tersebut, melakukan fungsi pemisahan (membagi trafik atas kelas – kelas tertentu) dan mengirim (meletakkan trafik ke LSP).

3. Penyebaran Kondisi Network, bertujuan membagi informasi topologi ke seluruh LSR dalam network, menggunakan protokol seperti IGP. Penyebaran informasi ini meliputi bandwidth link maksimal, pengukuran TE default, bandwidth yang dicadangkan untuk tiap kelas prioritas, dan atribut – atribut kelas resource. Informasi tersebut diperlukan untuk memilih rute terbaik dalam pembentukan LSP.
4. Manajemen Network, meliputi konfigurasi network, pengukuran network, dan penanganan kegagalan network. Pengukuran yang dilakukan sama seperti pada paket lainnya, seperti traffic flow (melihat pada statistika hasilnya), path loss (dengan monitoring pada ujung-ujung LSP dan mencatat trafik yang hilang), path delay (dengan mengirim paket probe ke seberang LSP, kemudian mengukur waktunya), juga dapat membangkitkan notifikasi dan alarm jika parameter yang ditentukan tersebut sudah diambang batas.

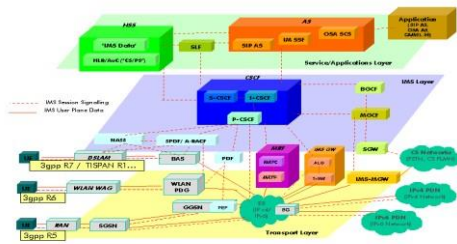
2.4 Overview IMS

IP Multimedia Subsystem (IMS) berfungsi sebagai platform standard untuk layanan multimedia melalui IP/SIP protokol yang memungkinkan operator untuk menggunakan satu platform untuk beberapa layanan multimedia. IMS ini merupakan bagian dari standar arsitektur *Next Generation Network* (NGN). Beberapa jaringan (sebut saja *fixed network*, *mobile network* atau *wireless network*), dapat dioperasikan layanannya melalui platform IMS tentu saja dengan layanan *IP-based* dan didukung protokol SIP.

IMS ini sendiri awalnya dikembangkan untuk jaringan telepon bergerak (*mobile network*), namun dengan penambahan TISPAAN pada release 7, memungkinkan jaringan telepon tetap (*fixed network*) juga dapat didukung IMS, sehingga munculan istilah *Fixed-Mobile Convergence* (FMC). FMC merupakan satu tren kunci industri pada tahun 2005.

Layanan yang disediakan IMS antara lain: push to talk over cellular [PoC], VOIP, *video telephony*, *audio/video streaming*, *location information [presence service]* dan beberapa *virtual reality application*. IMS memungkinkan layanan multimedia dari satu entitas ke beberapa entitas (multimedia *broadcast-multicast service/MBMS*) seperti *push to talk over cellular* [PoC], *Instant Messaging* [IM], *multi party game*, *video sharing*, *picture sharing* dan lain – lain). Pada sisi operator, implementasi IMS memberi nilai lebih pada sisi

efisiensi yakni menggunakan hanya dengan satu platform untuk beberapa layanan multimedia



2.5 OpenIMSCore

OpenIMS (Open Source IMS) merupakan software yang dibuat oleh FOKUS (sebuah institut di Jerman) pada Desember 2006. FOKUS mengimplementasikan komponen IMS seperti CSCFs, HSS, Application Servers dan lainnya yang terintegrasi dalam suatu sistem tunggal. Software ini juga memiliki platforms service berbeda, seperti platforms, “Open Service Access (OSA)/Parlay, JAIN Service Logic Execution Environment (SLEE), Web services/Parlay X, SIP Servlets, Call Processing Language (CPL)”.

Di IMS komponennya intinya adalah: HSS dan CSCFs dan komponen pendukung softswitching systemnya: IMS core system (HSS, CSCFs), MGCF, MGW.

- a) **MGW** MGW Fungsinya untuk mentranslasi Voice Traffic dari format TDM ke paket IP atau sebaliknya.
- b) **MGCF** fungsinya untuk mengontrol MGW. (sama dengan fungsi MGC pada existing VOIP).
- c) **CSCFs** terdiri dari S-CSCF, P- CSCF, I – CSCF
 - **S – CSCF** (Serving Call Session Control Function), Fungsinya:
 - Untuk registrasi subscriber (SIP registrar)
 - Download HSS user profile
 - Merutingkan SIP request ke IMS lain
 - Query ENUM DNS untk translasi E.164 numbers ke routable SIP addresses dan domain name ke alamat IP
 - Penghitungan data output
 - **P-CSCF** (Proxy Call Session Control Function), fungsi ini sebenarnya diadopsi dari fungsi Session Border Controller. Yaitu melakukan fungsi autentifikasi.
 - Meneruskan SIP messages dari User Entity (UE) ke SIP

- Servers dalam home network dan sebaliknya.
- Menyimpan track registrasi
- Menyimpan track active call sessions
- Menyimpan informasi UE (IP address and port)

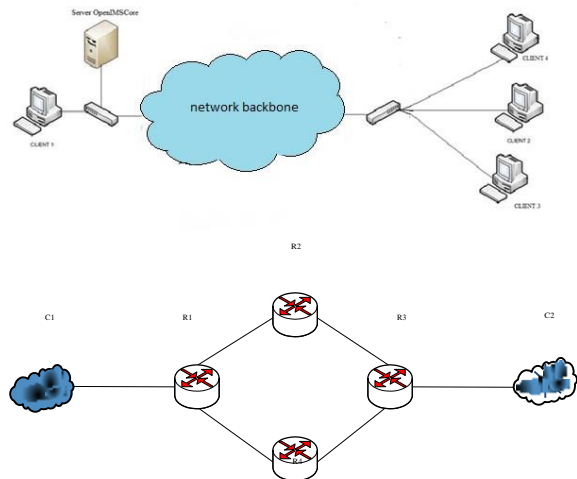
- **I-CSCF** (Interrogating Call Session Control Function),
 - Memberitahu ke sebuah S-CSCF pada saat initial registration (kerjasama dengan HSS).
 - Merutingkan sebuah SIP request yang diterima dari luar network ke S-CSCF.

d) **HSS** (*Home Subscriber Server*), menyediakan central repository informasi subscriber seperti halnya Home Location Register pada Celuler system sekarang. jadi kedepannya nama lain HLR yang support IMS adalah HSS.

3. Perancangan Sistem

3.1 Perancangan Topology

Pada perancangan system ini dibuat topologi untuk mengetahui performansi dari jaringan Multi Protocol Label Switching (MPLS) baik dengan atau tanpa Traffic Engineering (TE) dengan melakukan analisis pada user yang melakukan layanan ip multimedia subsystem (IMS) video conference



3.2 Skenario Pengujian Performansi dari Parameter QoS Layanan IMS

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan pengujian pada system dengan melakukan layanan video conference pada jaringan degan menggunakan codec video H263 dan H263+ sedangkan Voip dengan codec G.711. Pengujian dilakukan dengan beberapa macam skenaro, yaitu:

1. Uji pengiriman layanan video conference pada backbone router mikrotik yang dikonfigurasi MPLS tanpa background traffic dan dengan background traffic 30 Mbps, 60 Mbps, dan 90 Mbps
2. Uji pengiriman layanan video conference pada backbone router mikrotik yang dikonfigurasi MPLS-TE tanpa background traffic dan dengan background traffic 30 Mbps, 60 Mbps, dan 90 Mbps
3. Uji pengiriman layanan video conference pada backbone router mikrotik yang dikonfigurasi MPLS dengan salah satu link yang putus tanpa background traffic dan dengan background traffic 30 Mbps, 60 Mbps, dan 90 Mbps
4. Uji pengiriman layanan video conference pada backbone router mikrotik yang dikonfigurasi MPLS-TE dengan salah satu link yang putus tanpa background traffic dan dengan background traffic 30 Mbps, 60 Mbps, dan 80 Mbps

.Pengambilan sample background trafik sampai sebesar 80Mbps dikarenakan jaringan menggunakan kabel FastEthernet 100Mbps

4. Analisa Sistem

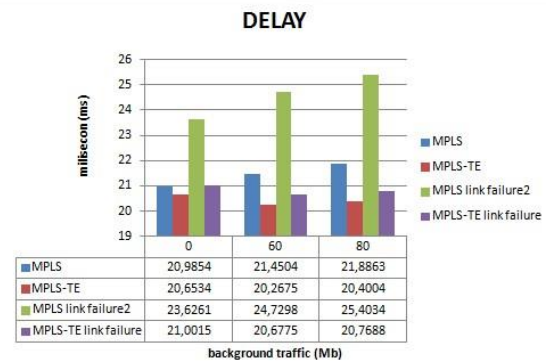
Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis dari hasil implementasi yang telah dilakukan. Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui performansi layanan multimedia khususnya video conference pada jaringan yang menggunakan backbone dengan teknologi MPLS-TE. Ada pun data yang termasuk sebagai parameter QoS adalah throughput, one way delay, jitter, dan packet loss. Untuk memperoleh data parameter QoS digunakan software network protocol analyzer yaitu wireshark-1.0.4 yang diinstall di sisi klien. Wireshark digunakan untuk meng-capture paket – paket data serta protokol yang ada pada jaringan..

Sebagai pembanding, nilai Qos yang berdasarkan standard yang dikeluarkan oleh ITU-T sebagai berikut :

- a. *packet loss* untuk aplikasi *voice* dan *multimedia* dapat ditoleransi sampai dengan 20% (ITU- T *standard*)
- b. *Jitter* bernilai bernilai < 30ms (Cisco).
- c. *Delay* paling baik berkisar antara 0 – 150 ms atau lebih tergantung aplikasi (ITU- T *standard*).

4.1 Analisis Layanan Video on Demand

4.1.1 Delay



Dari hasil pengukuran terlihat pada grafik masing – masing skenario delay MPLS-TE lebih baik dibanding delay MPLS. Hal mendasar ini disebabkan karena jalur lewatnya paket sudah diatur untuk MPLS-TE, artinya pada kondisi tersebut, utilitas jaringan MPLS-TE sudah diatur agar saat terjadi antrian paket masih bisa diatasi dengan baik.

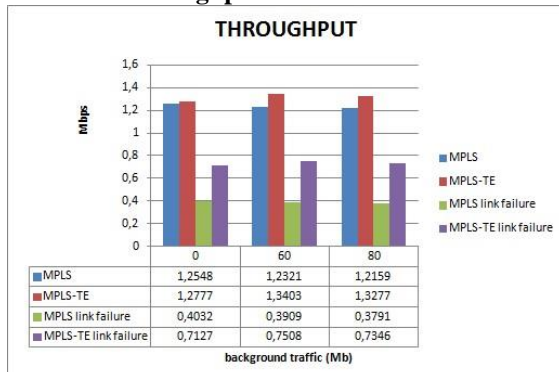
Pada jaringan MPLS, terlihat bahwa delay yang didapatkan akan semakin membesar ketika background traffic ditambah. Hal ini disebabkan karena utilitas jaringan yang tinggi menyebabkan antrian tiap node menjadi bertambah dengan demikian waktu kedatangan paket pun akan lebih lama. Sedangkan untuk MPLS-TE, terlihat bahwa delay akan mengalami penurunan saat diberi background traffic dibandingkan saat background trafficnya tidak ada. Kemudian delay akan sedikit demi sedikit naik saat nilai background traffic ditambah. Hal ini disebabkan karena fungsi TE baru akan bekerja saat antrian terjadi atau pada saat background traffic diberikan. Ketika tidak diberi background traffic, delay tidak begitu terlihat signifikan perbedaannya dikarenakan antara MPLS dan MPLS-TE sama – sama menggunakan OSPF untuk perhitungan link nya. Delay baru akan terlihat mengalami perbedaan yang signifikan saat jaringan diberi background traffic.

Standar *delay* untuk komunikasi *real-time* berdasarkan ITU-T STANDART adalah 150 ms. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai *delay* layanan video conference menggunakan backbone MPLS masih memenuhi standart *delay* ITU-T STANDART menggunakan background traffic 0, 30Mbps, 60Mbps, dan 90Mbps. Begitu juga dengan delay layanan video conference menggunakan backbone MPLS-TE

Untuk skenario link failure dapat terlihat bahwa delay pada jaringan MPLS akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya background traffic sedangkan MPLS-TE delay mengalami penurunan saat baru ditambahkan background traffic dan kemudian akan naik sedikit demi sedikit saat besar background traffic dinaikkan. Kemudian nilai delay pada MPLS lebih

besar dibanding MPLS-TE karena pada jaringan MPLS. Hal ini disebabkan MPLS jika ada link putus memerlukan waktu yang lebih lama untuk memperbaiki jalur (link recovery) karena MPLS masih menggunakan OSPF dengan link recoverynya sebesar 30 detik. Sementara untuk MPLS-TE jalur sudah dengan explicit dibentuk sehingga tidak menyebabkan delay yang lama karena apabila terdeteksi link putus akan dilakukan switch jalur pengiriman paket ke secondary path dengan waktu optimasi kurang lebih 50 ms.

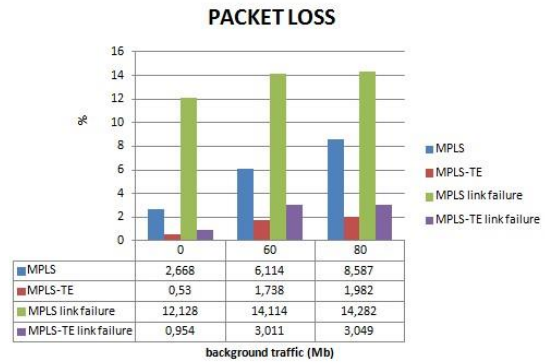
4.1.2 Throughput



Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa *Throughput* akan menurun ketika *background traffic* ditambahkan, *background traffic* yang besar mengindikasikan utilitas link tinggi, hal ini menyebabkan data kehilangan paket pada saat pengiriman saat sisa bandwidth tidak mencukupi untuk dilewatkan data. *Throughput* sangat erat hubungannya dengan *packet loss*. Ketika nilai *packet loss* besar maka nilai *throughput* akan turun. Jadi sudah dapat disimpulkan bahwa perubahan trafik juga sangat berpengaruh terhadap perubahan nilai dari *throughput*. Semakin padat trafik di jaringan maka akan semakin kecil nilai *throughput*nya dikarenakan *packet loss* yang besar.

Throughput yang menggunakan MPLS-TE ataupun MPLS relatif sama nilainya ketika tidak diberikan *background traffic*. Hal ini dikarenakan ketika layanan berjalan tanpa *background traffic*, Traffic Engineering tidak berjalan sehingga bisa diasumsikan hanya MPLS nya saja yang berjalan. Namun saat jaringan pada kondisi melakukan layanan dan ditambahkan *background traffic*, *throughput* akan terlihat berkurang dan terlihat perbedaan jelas antara MPLS dan MPLS-TE. Hal ini disebabkan karena sisa bandwidth tidak mencukupi untuk melewati data. Dengan menggunakan MPLS-TE bisa memperbaiki *throughput* saat ada path yang jalurnya penuh dan terdapat congestion sehingga *throughput*nya pun meningkat.

4.1.3 Paket Loss

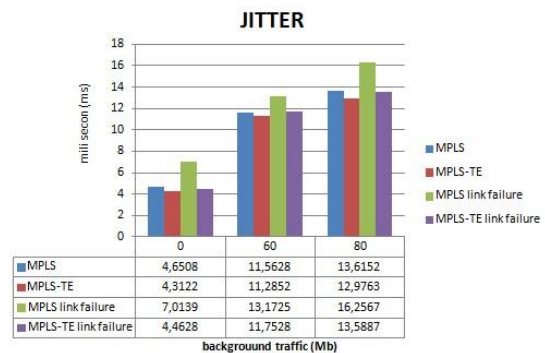


Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa semakin besar *background traffic*, semakin besar pula *packet loss*. Hal ini berkaitan dengan nilai *throughput*. Karena antara *packet loss* dan *throughput* memiliki hubungan berbanding terbalik. Semakin besar *packet loss* maka semakin kecil *throughput* yang dihasilkan.

Standar *Packet loss* untuk komunikasi VoIP berdasarkan ITU-T STANDART adalah sebesar 20%. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *packet loss* untuk VoD saat menggunakan backbone MPLS dan non-MPLS masih bisa di toleransi pada saat menggunakan *background traffic* 0, 20Mbps, dan 40Mbps, sedangkan untuk *background traffic* 60Mbps dan 80Mbps, *packet loss* sudah melebihi dari batas maksimal 20%. *Packet loss* yang dihasilkan disebabkan oleh overflow buffer, delay melebihi 400ms, dan terjadi error data.

Packet Loss pada MPLS-TE maupun MPLS nilainya paling besar untuk *background traffic* 80 Mbps. Ini terjadi karena semakin banyak trafik yang mengalir, semakin banyak congesti yang terjadi maka semakin banyak pula paket – paket yang akan dibuang dari jaringan. MPLS-TE diciptakan untuk mengurangi *packet loss* ketika ada link yang failed atau putus. Terlihat pada gambar di atas *packet loss* pada jaringan MPLS-TE lebih kecil dibanding MPLS. Ketika ada link putus, butuh waktu untuk memperbaiki routing sehingga ketika paket sedang dikirimkan, akan terjadi congesti dan semakin lama waktu memperbaikinya maka akan semakin banyak juga paket yang dibuang.

4.1.4 Jitter



Dari hasil pengukuran dapat dilihat hasil rata – rata pengukuran jitter yang dilakukan sebanyak 30 kali dengan masing – masing 30 detik di tiap pengambilan. Dari hasil pengukuran terlihat bahwa nilai jitter naik seiring dengan membesarnya nilai background traffic. Terlihat pada semua skenario, nilai jitter untuk MPLS-TE lebih rendah dibanding dengan nilai jitter untuk MPLS. Hal ini bisa disebabkan karena pada MPLS-TE jalur lewatnya paket – paket sudah ditentukan baik untuk primary maupun secondary path. Sehingga apabila ada link yang putus maka paket akan secara otomatis di switch ke path secondary. Sementara untuk MPLS, apabila ada link yang putus harus mencari rute baru yang akan menambah variasi kedatangan paket.

Standar *jitter* untuk komunikasi *real-time* berdasarkan ITU STANDART adalah 0,03 sekon. Secara keseluruhan nilai jitter masih dalam batas yang diizinkan oleh standard baik menggunakan MPLS maupun non-MPLS, dan background traffic 0, 30Mbps, 60Mbps, 90Mbps. Variasi *delay* ini terjadi karena pengaruh dari variasi beban trafik dan besarnya tumbukan antar paket (*congestion*) yang ada di dalam jaringan. Pada saat beban trafik didalam jaringan sedang berada dalam kondisi yang cukup besar, peluang terjadinya *congestion* juga akan semakin besar, sehingga variasi waktu penerimaan paket-paket dari pengirim ke penerima menjadi besar pula.

Variasi *delay* terjadi karena pengaruh beban trafik dan besarnya *congestion* (tumbukan) yang ada di dalam jaringan. Saat beban trafik dalam jaringan besar, maka *congestion* juga banyak terjadi sehingga *delay* akan lebih bervariasi. Dengan pembentukan jalur yang dilakukan di MPLS-TE, maka *congestion* akan sangat berkurang sehingga variasi *delay*nya pun lebih sedikit. Jitter pada tiap skenario masih memenuhi standar jitter oleh ITU-T yaitu kurang dari 30 ms).

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil proses implementasi, pengujian, dan analisis maka dapat ditarik kesimpulan berikut.

1. Implementasi Traffic Engineering berhasil diterapkan pada jaringan MPLS, terbukti dari berhasilnya komunikasi layanan video conference di atas jaringan MPLS yang sudah ditambahkan Traffic Engineering..
2. Dalam pengujian throughput dengan layanan video conference, jaringan MPLS-TE memiliki hasil throughput yang lebih baik dibandingkan dengan jaringan MPLS biasa. Hal tersebut bisa dibuktikan dari hasil pengukuran throughput dimana pada jaringan MPLS-TE memiliki rata Rata throughput lebih besar sebanyak 61,16 kbps untuk jaringan dalam kondisi normal dan 38,83 untuk jaringan dalam kondisi link putus.
3. Pada pengujian delay dengan layanan videoconference, delay yang didapat baik padaq jaringan MPLS-TE maupun jaringan MPLS biasa tergolong baik dan memenuhi standar karena delay rata – rata maksimum yang didapat adalah 21,51 ms dimana berdasarkan standar ITU-T maupun Cisco, toleransi delay maksimum adalah 150ms. Perbaikan delay yang menggunakan jaringan MPLS-TE adalah sebesar 2,68 ms.
4. Jika ditinjau dari packet loss yang didapat, dengan layanan video conference, jaringan MPLS-TE memiliki packet loss yang lebih rendah dibanding jaringan MPLS biasa. Hal ini ditunjukkan dari packet loss yang dimiliki jaringan MPLS biasa lebih besar sebanyak 84% dari packet loss yang dimiliki jaringan MPLS-TE. Tetapi nilai packet loss baik untuk MPLS dan MPLS-TE masih tergolong bagus karena packet loss rata – rata maksimum sebesar 14% yang tidak melampaui standar ITU-T yaitu sebesar 20%. Tetapi packet loss untuk jaringan MPLS biasa tidakmemenuhi standar packet loss Cisco sebesar 5% sementara untuk MPLS-TE memenuhi syarat yaitu packet loss rata – rata maksimumnya sebesar 2,8%.
5. Jaringan MPLS mempunyai jitter yang lebih tinggi dibanding jaringan MPLS-TE. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa jaringan MPLS-TE mempunyai nilai delay yang lebih stabil dibanding jaringan MPLS biasa.
6. Secara keseluruhan, performansi jaringan MPLS-TE lebih baik dibandingkan dengan jaringan MPLS biasa. Hal ini terlihat dari keseluruhan nilai parameter QoS MPLS-TE yang lebih tinggi. Karena pada MPLS-TE jalur pengiriman paket sudah diatur terlebih dahulu jadi apabila terjadi *congestion* maka paket akan segera di-switch ke jalur secondary
7. Untuk kondisi link putus, MPLS-TE memiliki performansi yang lebih bagus dibanding MPLS biasa. Terlihat juga dari nilai performansi QoS-nya yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan MPLS jika ada link putus memerlukan waktu yang lebih lama untuk memperbaiki jalur (link recovery) karena MPLS masih menggunakan OSPF dengan link recoverynya sebesar 30 detik. Sementara untuk MPLS-TE jalur sudah dengan explicit dibentuk sehingga tidak menyebabkan delay yang lama karena

apabila terdeteksi link putus akan dilakukan switch jalur pengiriman paket ke secondary path dengan waktu optimasi kurang lebih 50 ms.

5.2 SARAN

Saran yang dapat diajukan untuk penelitian lebih lanjut mengenai topik ini adalah:

1. Untuk implementasi lebih lanjut perlu dilakukan penelitian lagi untuk video conference dan layanan tambahan pada server OpenIMS.
2. Untuk implemenatsi lebih lanjut, tambahkan fitur lain pada MPLS-TE, seperti: Diffserv dan Fast Reroute.
3. Perlu ditambahkan jumlah node agar pemilihan jalur lebih beragam dan bisa memaksimalkan fungsi traffic engineering.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munadi, Rendy. *Teknik Switching*. Informatika. Bandung, Mei 2006.
- [2] Harb. Eng. Hussein M. *MPLS VPN.ITU-D*. Arab. 2009.
- [3] Lobo, Lancy. *MPLS Configuration on Cisco IOS Software*. Cisco Press. Oktober 2005.
- [4] Adrian, Izul. 2003. *Analisa Performansi Video Conference pada Jaringan Backbone*. (Tugas Akhir). Institut Teknologi Telkom. Bandung.
- [5] Ghein, Luch De. 2006. *MPLS Fundamentals*. Cisco Press Inc.
- [6] IP Multimedia Subsystem (IMS) Service Architecture. Lucent Technologies Inc, www.lucent.com/accelerate. 2005
- [7] Gonzalo Camrillo, Miguel A. Garcia-Martin, "The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS)", ISBN 0-470-018118-6, May 2006
- [8] Ahkam, Mizanul. "*Analisis Implementasi Arsitektur IMS Menggunakan OpenIMS pada Layanan Video Conference*". Institut Teknologi Telkom. 2009