

TEKNOLOGI MULTI PROTOCOL LABEL SWITCHING (MPLS) UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA JARINGAN

Iwan Rijayana

Jurusan Teknik Informatika, Universitas Widyatama

Jalan Cikutra 204 A Bandung

E-mail: rijayana@widyatama.ac.id

Abstrak

Multi Protocol Label Switching (MPLS) adalah salah satu metoda yang dapat digunakan untuk tuning jaringan agar lebih meningkatkan performa jaringan. Dengan menggunakan metoda MPLS kelemahan-kelemahan yang ada di jaringan IP tradisional akan dibuka dan dihilangkan sehingga jaringan akan lebih efisien bekerja. Di samping itu MPLS dapat membuat aplikasi-aplikasi lain menjadi sangat berguna untuk kepentingan jaringan, terutama jaringan besar.

Teknologi MPLS mempersingkat proses-proses yang ada di IP Routing Tradisional dengan mengandalkan sistem label switching. Dengan label switching paket-paket data akan keluar masuk dengan kecepatan yang tinggi karena banyak sekali proses yang dapat diringkas

Kata Kunci: MPLS, Jaringan, Performa, Switching.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan komputer tampaknya berpengaruh kepada meningkatnya penggunaan jaringan komputer. Semakin lama penggunaan jaringan komputer semakin banyak, sehingga perangkat-perangkat jaringanpun ikut berkembang seperti: Repeater dan Hub yang dapat melayani Client tanpa proses apapun. Kemudian ada Bridge dan Switch yang memiliki kemampuan menentukan jalan yang tepat pada sebuah LAN.

Bridge dan Switch mempunyai fungsi yang sama yaitu membagi jaringan ke dalam Collision Domain yang lebih kecil. Perbedaan Bridge dan Switch adalah bahwa Switch lebih cepat dan mempunyai jumlah port yang lebih banyak sehingga dapat mendukung kepadatan yang lebih tinggi.

Teknologi *Multiprotocol Label Switching* (MPLS). MPLS adalah teknik untuk mengintegrasikan *Internet Protocol* (IP) dengan *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) dalam jaringan *backbone* yang sama. Dengan MPLS maka dapat diperoleh keuntungan diantaranya:

- Mengurangi banyaknya proses pengolahan di IP *routers*, serta memperbaiki proses pengiriman suatu paket data.
- Menyediakan *Quality of Service* (QoS) dalam jaringan *backbone*, sehingga setiap layanan paket yang dikirimkan akan mendapat perlakuan sesuai dengan skala prioritas.

1.2 Tujuan Pembahasan

MPLS memiliki tujuan membawa teknologi IP yang memiliki sistem connectionless ke dalam sebuah teknologi IP yang memiliki sistem connection oriented dengan memanfaatkan teknik switching yang ada dalam teknologi ATM. MPLS

merupakan cara yang efektif untuk menggabungkan teknologi IP dan teknologi ATM ke dalam sebuah jaringan backbone. Tujuan makalah ini ialah untuk menganalisa paket-paket data ketika mengirimkan paket dalam jaringannya sehingga dapat meningkatkan performa jaringan.

1.3 Batasan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam makalah ini mencakup bagaimana cara kerja MPLS dan analisa paket-paket data ketika mengirimkan paket dalam jaringannya.

2. Landasan Teori

2.1 Arsitektur Jaringan MPLS

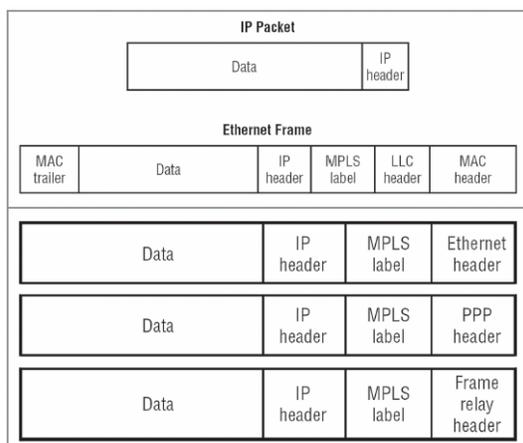
Multiprotocol Label Switching (MPLS) merupakan teknik yang menggabungkan kemampuan pengaturan *switching* yang ada dalam teknologi ATM dengan fleksibilitas *network layer* yang dimiliki teknologi IP. Konsep utama MPLS ialah teknik penempatan label dalam setiap paket yang dikirim melalui jaringan ini. MPLS bekerja dengan cara melabeli paket-paket data dengan label, untuk menentukan rute dan prioritas pengiriman paket tersebut yang didalamnya memuat informasi penting yang berhubungan dengan informasi *routing* suatu paket, diantaranya berisi tujuan paket serta prioritas paket mana yang harus dikirimkan terlebih dahulu. Teknik ini biasa disebut dengan *label switching*. Dengan informasi *label switching* yang didapat dari *routing network layer*, setiap paket hanya dianalisa sekali di dalam *router* di mana paket tersebut masuk ke dalam jaringan untuk pertama kali. *Router* tersebut berada di tepi dan dalam jaringan MPLS yang biasa disebut dengan *Label Switching Router* (LSR). Dengan teknik MPLS maka akan mengurangi teknik pencarian rute dalam

setiap *router* yang dilewati setiap paket, sehingga pengoperasian jaringan dapat dioperasikan dengan efektif dan efisien mengakibatkan pengiriman paket menjadi lebih cepat.

Jaringan MPLS terdiri atas sirkuit yang disebut *label-switched path* (LSP), yang menghubungkan titik-titik yang disebut *label-switched router* (LSR). LSR pertama dan terakhir disebut *ingress* dan *egress*. Setiap LSP dikaitkan dengan sebuah *forwarding equivalence class* (FEC) diidentifikasi pemasangan label, yang merupakan kumpulan paket yang menerima perlakuan *forwarding* yang sama di sebuah LSR.

LSP dibentuk melalui suatu protokol persinyalan yang menentukan *forwarding* berdasarkan label pada paket. Label yang pendek dan berukuran tetap untuk mempercepat proses *forwarding*.

Router dalam melakukan pengambilan keputusan ditentukan oleh semua sumber informasi yang dapat dikerjakan oleh sebuah *label switching* dengan melihat nilai suatu label yang panjangnya tertentu. Tabel ini biasa disebut *Label Forwarding Information Base* (LFIB). Sebuah label akan digunakan sebagai sebuah indeks suatu node dan akan digunakan untuk memutuskan tujuan selanjutnya, dengan pergantian label di dalam node tersebut. Label lama digantikan oleh label baru, dan paket akan dikirimkan ke tujuan selanjutnya. Karenanya sebuah *label switching* akan membuat pekerjaan *router* dan *switch* menjadi lebih mudah dalam menentukan pengiriman suatu paket. MPLS ini akan memperlakukan *switch-switch* sebagai suatu *peer-peer*, dan mengontrol *feature* yang secara normal hanya dapat berjalan di jaringan ATM. Dalam jaringan MPLS sekali suatu paket telah dibubuhi "label", maka tidak perlu lagi terdapat analisa *header* yang dilakukan oleh *router*, karena semua pengiriman paket telah dikendalikan oleh label yang ditambahkan tersebut.



Struktur jaringan MPLS terdiri dari *edge Label Switching Routers* atau *edge LSRs* yang

mengelilingi sebuah *core Label Switching Routers* (LSRs).

2.2 Distribusi Label

Untuk menyusun LSP, *label-switching table* di setiap LSR harus dilengkapi dengan pemetaan dari setiap label masukan ke setiap label keluaran. Proses melengkapi tabel ini dilakukan dengan protokol distribusi label hampir serupa dengan protokol persinyalan di ATM, sehingga sering juga disebut protokol persinyalan MPLS.

a. Edge Label Switching Routers (ELSR)

Edge Label Switching Routers ini terletak pada perbatasan jaringan MPLS, dan berfungsi untuk mengaplikasikan label ke dalam paket-paket yang masuk ke dalam jaringan MPLS. Sebuah MPLS *Edge Router* akan menganalisa *header* IP dan akan menentukan label yang tepat untuk dienkapsulasi ke dalam paket tersebut ketika sebuah paket IP masuk ke dalam jaringan MPLS. Ketika paket yang berlabel meninggalkan jaringan MPLS, maka *Edge Router* yang lain akan menghilangkan label yang disebut *Label Switches*. Perangkat *Label Switches* ini berfungsi untuk *switch* paket-paket ataupun sel-sel yang telah dilabeli berdasarkan label tersebut. *Label Switches* ini juga mendukung Layer 3 *routing* ataupun Layer 2 *switching* untuk ditambahkan dalam *label switching*. Operasi dalam *label switches* memiliki persamaan dengan teknik *switching* yang biasa dikerjakan dalam ATM.

b. Label Distribution Protocol

Label Distribution Protocol (LDP) merupakan suatu prosedur yang digunakan untuk menginformasikan ikatan label yang telah dibuat dari satu LSR ke LSR lainnya dalam satu jaringan MPLS. Dalam arsitektur jaringan MPLS, sebuah LSR yang merupakan tujuan atau hop selanjutnya akan mengirimkan informasi tentang ikatan sebuah label ke LSR yang sebelumnya mengirimkan pesan untuk mengikat label tersebut bagi rute paketnya. Teknik ini biasa disebut distribusi label *downstream on demand*.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Rekayasa Trafik dengan MPLS

Rekayasa trafik (*traffic engineering*, TE) adalah proses pemilihan saluran data *traffic* untuk menyeimbangkan beban trafik pada berbagai jalur dan titik dalam *network*. Tujuan akhirnya adalah memungkinkan operasional *network* yang andal dan efisien, sekaligus mengoptimalkan penggunaan sumberdaya dan performansi trafik. Panduan TE untuk MPLS yaitu: Pemetaan trunk trafik ke topologi *network* fisik melalui LSP yang terdiri atas komponen-komponen: manajemen path, penempatan

trafik, penyebaran keadaan network, dan manajemen network.

a. Manajemen Path

Manajemen path meliputi proses-proses pemilihan route eksplisit berdasar kriteria tertentu, serta pembentukan dan pemeliharaan tunnel LSP dengan aturan-aturan tertentu. Proses pemilihan route dapat dilakukan secara administratif, atau secara otomatis dengan proses routing yang bersifat *constraint-based*. Proses *constraint-based* dilakukan dengan kalkulasi berbagai alternatif routing untuk memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dalam kebijakan administratif. Tujuannya adalah untuk mengurangi pekerjaan manual dalam TE.

Setelah pemilihan, dilakukan penempatan path dengan menggunakan protokol persinyalan, yang juga merupakan protokol distribusi label. Ada dua protokol jenis ini yang sering dianjurkan untuk dipakai, yaitu RSVP-TE dan CR-LDP.

Manajemen path juga mengelola pemeliharaan path, yaitu menjaga path selama masa transmisi, dan mematikannya setelah transmisi selesai.

Terdapat sekelompok atribut yang melekat pada LSP dan digunakan dalam operasi manajemen path. Atribut-atribut itu antara lain:

1. Atribut parameter trafik, adalah karakteristik trafik yang akan ditransferkan, termasuk nilai puncak, nilai rerata, ukuran *burst* yang dapat terjadi, dll. Ini diperlukan untuk menghitung resource yang diperlukan dalam trunk trafik.
2. Atribut pemilihan dan pemeliharaan path generik, adalah aturan yang dipakai untuk memilih route yang diambil oleh trunk trafik, dan aturan untuk menjaganya tetap hidup.
3. Atribut prioritas, menunjukkan prioritas pentingnya trunk trafik, yang dipakai baik dalam pemilihan path, maupun untuk menghadapi keadaan kegagalan network.
4. Atribut *pre-emption*, untuk menjamin bahwa trunk trafik berprioritas tinggi dapat disalurkan melalui path yang lebih baik dalam lingkungan DiffServ. Atribut ini juga dipakai dalam kegiatan restorasi network setelah kegagalan.
5. Atribut perbaikan, menentukan perilaku trunk trafik dalam keadaan kegagalan. Ini meliputi deteksi kegagalan, pemberitahuan kegagalan, dan perbaikan.
6. Atribut *policy*, menentukan tindakan yang diambil untuk trafik yang melanggar, misalnya trafik yang lebih besar dari batas yang diberikan. Trafik seperti ini dapat dibatasi, ditandai, atau diteruskan begitu saja.

Atribut-atribut ini memiliki banyak kesamaan dengan network yang sudah ada sebelumnya. Maka diharapkan tidak terlalu sulit untuk memetakan atribut trafik trunk ini ke dalam arsitektur switching dan routing network yang sudah ada.

b. Penempatan Trafik

Setelah LSP dibentuk, trafik harus dikirimkan melalui LSP. Manajemen trafik berfungsi mengalokasikan trafik ke dalam LSP yang telah dibentuk. Ini meliputi fungsi pemisahan, yang membagi trafik atas kelas-kelas tertentu, dan fungsi pengiriman, yang memetakan trafik itu ke dalam LSP.

Hal yang harus diperhatikan dalam proses ini adalah distribusi beban melewati deretan LSP. Umumnya ini dilakukan dengan menyusun semacam pembobotan baik pada LSP-LSP maupun pada trafik-trafik. Ini dapat dilakukan secara implisit maupun eksplisit.

c. Penyebaran Informasi Keadaan Network

Penyebaran ini bertujuan membagi informasi topologi network ke seluruh LSR di dalam network. Ini dilakukan dengan protokol *gateway* seperti IGP yang telah diperluas.

Perluasan informasi meliputi bandwidth link maksimal, alokasi trafik maksimal, pengukuran TE default, bandwidth yang dicadangkan untuk setiap kelas prioritas, dan atribut-atribut kelas resource. Informasi-informasi ini akan diperlukan oleh protokol persinyalan untuk memilih routing yang paling tepat dalam pembentukan LSP.

d. Manajemen Network

Performansi MPLS-TE tergantung pada kemudahan mengukur dan mengendalikan network. Manajemen network meliputi konfigurasi network, pengukuran network, dan penanganan kegagalan network.

Pengukuran terhadap LSP dapat dilakukan seperti pada paket data lainnya. Traffic flow dapat diukur dengan melakukan monitoring dan menampilkan statistika hasilnya. Path loss dapat diukur dengan melakukan monitoring pada ujung-ujung LSP, dan mencatat trafik yang hilang. Path delay dapat diukur dengan mengirimkan paket probe menyeberangi LSP, dan mengukur waktunya. Notifikasi dan alarm dapat dibangkitkan jika parameter-parameter yang ditentukan itu telah melebihi ambang batas.

3.2 Protokol Persinyalan

Pemilihan path, sebagai bagian dari MPLS-TE, dapat dilakukan dengan dua cara: secara manual oleh administrator, atau secara otomatis oleh suatu protokol persinyalan. Dua protokol persinyalan yang umum digunakan untuk MPLS-TE adalah CR-LDP dan RSVP-TE. RSVP-TE memperluas protokol RSVP yang sebelumnya telah digunakan untuk IP, untuk mendukung distribusi label dan routing eksplisit. Sementara itu CR-LDP memperluas LDP yang sengaja dibuat untuk distribusi label, agar

dapat mendukung persinyalan berdasar QoS dan routing eksplisit.

Ada banyak kesamaan antara CR-LDP dan RSVP-TE dalam kalkulasi routing yang bersifat constraint-based. Keduanya menggunakan informasi QoS yang sama untuk menyusun routing eksplisit yang sama dengan alokasi resource yang sama.

Perbedaan utamanya adalah dalam meletakkan layer tempat protokol persinyalan bekerja. CR-LDP adalah protokol yang bekerja di atas TCP atau UDP, sedangkan RSVP-TE bekerja langsung di atas IP. Perbandingan kedua protokol ini dipaparkan dalam tabel berikut:

| Feature | CR-LDP | RSVP-TE |
|---------------------|------------------|---------------------|
| Transport | TCP and UDP | Raw IP |
| Security | IP-Sec | RSVP Authentication |
| Multipoint-to-point | Yes | Yes |
| LSP merging | Yes | Yes |
| LSP state | Hard | Soft |
| LSP refresh | Not needed | Periodic |
| Redundancy | Hard | Easy |
| Rerouting | Yes | Yes |
| Explicit routing | Strict and loose | Strict and loose |
| Route pinning | Yes | By recording path |
| LSP pre-emption | Priority based | Priority based |
| LSP protection | Yes | Yes |
| Shared reservations | No | Yes |
| Traffic control | Forward path | Reverse path |
| Policy control | Implicit | Explicit |
| Layer 3 protocol ID | No | Yes |

Untuk standardisasi, sejak tahun 2003 sebagian besar implementor telah memilih untuk menggunakan RSVP-TE dan meninggalkan CR-LDP. Lebih jauh, RSVP-TE dikaji dalam RFC-3209.

4. Aplikasi MPLS

4.1 Aplikasi QoS

Untuk membangun jaringan lengkap dengan implementasi QoS dari ujung ke ujung, diperlukan penggabungan dua teknologi, yaitu implementasi QoS di *access network* dan QoS di *core network*.

QoS di *core network* akan tercapai secara optimal dengan menggunakan teknologi MPLS. Ada beberapa alternatif untuk implementasi QoS di *access network*, yang sangat tergantung pada jenis aplikasi yang digunakan customer.

a. MPLS dengan IntServ

Baik RSVP-TE maupun CR-LDP mendukung IntServ RSVP-TE lebih alami untuk soal ini, karena RSVP sendiri dirancang untuk model IntServ. Namun CR-LDP tidak memiliki kelemahan untuk mendukung IntServ.

Permintaan reservasi dilakukan dengan pesan PATH di RSVP-TE atau *Label Request* di CR-LDP.

Di ujung penerima, *egress* akan membalas dengan pesan RESV untuk RSVP-TE atau *Label Mapping* untuk CR-LDP, dan kemudian resource LSR langsung tersedia bagi aliran trafik dari *ingress*. Tidak ada beda yang menyolok antara kedua cara ini dalam mendukung model IntServ.

b. MPLS dengan DiffServ

Dukungan untuk DiffServ dilakukan dengan membentuk LSP khusus, dinamai L-LSP, yang secara administratif akan dikaitkan dengan perlakuan khusus pada tiap kelompok PHB. Alternatif lain adalah dengan mengirim satu LSP bernama E-LSP untuk setiap kelompok PHB.

Beda L-LSP dan E-LSP adalah bahwa E-LSP menggunakan bit-bit EXT dalam header MPLS untuk menunjukkan kelas layanan yang diinginkan; sementara L-LSP membedakan setiap kelas layanan dalam label itu sendiri.

Baik RSVP-TE dan LDP dapat digunakan untuk mendukung LSP khusus untuk model DiffServ ini.

c. Pengukuran QoS

Ada tiga parameter utama QoS yang dapat diukur dalam jaringan MPLS. Ketiga parameter tersebut ialah *bandwidth*, *service rate*, dan waktu *delay*. Pengukuran parameter QoS tersebut dapat ditentukan sebelum sebuah paket dikirim dalam jaringan MPLS. Pengukuran ketiga komponen QoS MPLS tersebut bertujuan agar sebuah *service provider* bisa mendistribusikan kemampuan yang dimiliki oleh jaringannya dengan jumlah rute yang ingin dibangunnya.

4.2 Aplikasi VPN

Layanan *Virtual Private Network MultiService* (VPN MultiService) adalah layanan satu paket solusi komunikasi data yang memberikan layanan sampai ke *end user* berbasis IP dengan menggunakan jaringan MPLS (*Multi Protocol Label Switch*) yang aman untuk hubungan *Wide Area Network* (WAN).

Jaringan *sharing* MPLS memadukan kemampuan *label swapping* dengan *layer network routing* untuk membentuk private network yang aman dan cepat dalam pengiriman paket informasi. Dengan arsitektur jaringan tersebut menjadikan biaya jaringan lebih kompetitif sebagai alternatif solusi jaringan komunikasi WAN *private*.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

a. Jumlah LSP yang dimiliki oleh jaringan MPLS jika bertambah akan mengakibatkan turunnya bandwidth setiap LSP dalam jaringan MPLS tersebut, dikarenakan adanya pembagian

- bandwidth yang proporsional dalam sebuah jaringan MPLS.
- b. Penurunan bandwidth setiap LSP yang diakibatkan oleh bertambahnya jumlah LSP akan sangat berpengaruh pada turunnya *service rate* setiap LSP yang mengakibatkan waktu *delay* pengiriman paket akan bertambah.
 - c. Kenaikan waktu *delay* dipengaruhi oleh jenis paket yang dikirimkan. Semakin besar nilai IP *Precedence* suatu paket akan semakin bertambah waktu *delay* pengiriman paket tersebut dalam setiap LSP. Sehingga LSP yang memiliki *service rate* kecil akan cocok untuk mengirimkan paket yang memiliki prioritas pengiriman yang rendah (nilai IP *Precedence* kecil).

5.2 Saran Pengembangan

Agar teknik MPLS ini dapat berkembang lebih baik lagi, saran saran yang perlu dilakukan:

- a. Teknologi MPLS akan lebih efektif diterapkan dalam *broadband network*.
- b. Standarisasi teknologi MPLS di Indonesia, sehingga keseragaman penggunaan teknologi MPLS untuk jaringan *backbone* bagi setiap *service provider* dapat tercapai.
- c. Sistem operasi untuk setiap *router* jaringan MPLS lebih diperluas sehingga sistem operasi lain dapat diterapkan dengan mudah dalam *router* jaringan ini.

Daftar Pustaka

- [1] Blight, D. C., and Liu, G. G. *Policy Based Network Architecture For End to End QoS*, 1999.
- [2] Held, Gilbert, *Voice and Data Networking*, McGraw-Hill, 2000.
- [3] Rosen, E., Viswanathan, A., and Callon, R., *Multiprotocol Label Switching Architecture*, April 1999.
- [4] Rosen, E., Rekhter, Y., Tappan, D., Farinacci, D., Fedorkow, G., Li, T., and Conta, A., *MPLS Label Stack Encoding*, September 1999
- [5] The Cisco System Documentation, “*Quality of Service Solutions Configuration Guide*”, page at <http://www.cisco.com>, 2003.