

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 TEORI UMUM**

Jaringan (*network*) adalah kumpulan dua atau lebih komputer yang masing-masing berdiri sendiri dan terhubung melalui sebuah teknologi. Hubungan antar komputer tersebut tidak terbatas berupa kabel tembaga, namun juga bisa melalui *fiber optik, microwave, infrared*, bahkan melalui satelit. (Tanenbaum, 2003, p10)

Jaringan komputer adalah sebuah sistem yang terdiri atas komputer dan perangkat jaringan lainnya yang bekerja secara bersama-sama untuk mencapai suatu tujuan yang sama. Tujuan dari jaringan komputer adalah :

- Membagi sumber daya, contohnya berbagai pemakaian printer, CPU, memory, harddisk
- Komunikasi , misalnya surat-elektronik, instant messaging, chatting.
- Akses informasi, misalnya web browsing.

Penyambungan komputer ke dalam jaringan Komputer haruslah memenuhi beberapa kriteria, antara lain :

- Peralatan komunikasi data letaknya berjauhan. Jika kita akan menghubungkan kedua alat tersebut yang jaraknya ribuan Km, jelas akan sangat mahal
- Ada banyak peralatan yang saling dihubungkan satu sama lain, yang akhirnya akan terbentuk satu untaian rangkaian yang kompleks.

Contoh yang sederhana adalah sistem telepon, jika komputer juga akan dirangkaikan seperti telepon maka akan terbentuk jaringan yang luas dan besar. Jelas hal ini memerlukan investasi yang besar sekali. Pemecahan dari masalah diatas adalah menghubungkan komputer pada sebuah jaringan komunikasi. (Lukas, 2006, p8)

### **2.1.1 PROTOKOL**

Protokol digunakan untuk berkomunikasi antara entitas dalam sistem yang berbeda. Contoh entitas adalah aplikasi program, perpindahan file, database sistem manajemen, fasilitas surat elektronik dan terminal. Pada umumnya entitas adalah segala sesuatu yang mempunyai kemampuan mengirim atau menerima informasi. Komunikasi antara dua entitas akan berlangsung baik jika memiliki protokol. Protokol didefinisikan sebagai kumpulan aturan yang telah diorganisasikan dengan baik agar dua entitas dapat melakukan pertukaran data dengan keandalan yang tinggi. (Lukas, 2006, p14)

Kunci pokok suatu protokol adalah :

- *Syntax*, merupakan format data, besaran signal yang merambat.
- *Semantics*, merupakan kontrol informasi dan mengendalikan kesalahan data yang terjadi
- *Timing*, merupakan penguasaan kecepatan transmisi data dan urutannya.

#### **2.1.1.1 TCP / IP**

TCP / IP adalah model protokol yang paling luas digunakan dalam arsitektur jaringan. TCP / IP merupakan hasil penelitian yang dibuat dan dikembangkan oleh DARPA (Defence Advanced Research Project Agency) yang digunakan pada jaringan

paket. Protokol ini merupakan kumpulan protokol yang banyak digunakan pemakai internet. (Lukas, 2006, pp21-22)

Lima layer dari TCP / IP sebagai berikut :

➤ Application layer

Application layer berisi segala aplikasi user baik yang umum maupun semua aplikasi. Selain itu juga berisi fungsi logika yang akan dipakai pada seluruh aplikasi yang digunakan.

➤ Transport layer

Transport layer mengkoordinasikan semua data yang diterima maupun data yang dikirim.

➤ Internet layer

Jika jaringan yang akan dihubungi mempunyai type yang berbeda, sehingga diperlukan prosedur yang berbeda untuk melakukan accessnya maka digunakan Internet layer. Pada Internet layer diperlukan Internet Protokol (IP).

➤ Network access layer

Layer ini mengatur pertukaran data antara “*end system*” dengan jaringan yang terhubung dengannya. Komputer pengirim harus memberikan ke jaringan alamat dari komputer tujuan, sehingga jaringan akan dapat melakukan “*routing*” data ke tujuan. Jenis jaringan perlu diamati oleh network access ini agar dapat mengenali tipe jaringan yang ada seperti jaringan switch, jaringan paket atau jaringan lokal.

➤ Physical layer

Layer ini menangani interface secara fisik antara peralatan komunikasi data (terminal, komputer, workstation) dengan media transmisi atau jaringan. Layer ini menitik beratkan pada spesifikasi dari media transmisi yaitu signal yang dapat dilewati, kecepatan transmisi dan lainnya yang berkaitan dengan karakteristik media.

### 2.1.1.2 OSI (Open System Interconnection)

Model *Open System Interconnection* (OSI) dikembangkan oleh Internasional Standard Organization sebagai model untuk merancang komunikasi komputer dan sebagai kerangka dasar untuk mengembangkan protokol lainnya. Standart OSI telah diterima di industri komunikasi yang mana dipakai untuk mengatur karakteristik, elektrik dan prosedur dari perlengkapan komunikasi. (Lukas, 2006, pp23-24)

OSI terdiri dari tujuh layer, antara lain :

➤ Application layer

Layer ini menyediakan akses ke lingkungan OSI untuk pemakai dan hanya menyediakan pelayanan distribusi informasi.

➤ Presentation layer

Layer ini menyediakan kebutuhan pada proses aplikasi serta memberi layanan keamanan data serta proses penyimpanan *file*.

➤ Session layer

Layer ini menyediakan struktur kontrol untuk hubungan antara aplikasi, yaitu membangun, mengatur, dan mengakhiri koneksi antara hubungan aplikasi.

➤ Transport layer

Layer ini menyediakan kepercayaan, kejernihan *transfer* data di akhir point, yaitu menyediakan *end to end error recovery flow control*.

➤ Network layer

Layer ini berfungsi sebagai penyedia rute fasilitas pada transport layer, agar data dapat sampai ke tujuan. Untuk itu dilakukan proses penyambungan dan pengendalian jaringan.

➤ Data Link layer

Layer ini menyediakan kepercayaan pengiriman informasi melewati jaringan fisik, mengirim blok data dengan penyeragaman, *error control*, dan *flow control*.

➤ Physical layer

Layer ini menyiapkan sistem penyambungan fisik ke jaringan dan menyesuaikannya sehingga aliran data dapat melewati saluran dengan baik.

### 2.1.2 WAN ( Wide Area Network )

Saat ini komunikasi data telah menjadi satu kebutuhan yang pokok terutama bagi perusahaan-perusahaan bisnis/institusi-institusi pemerintahan. Komunikasi yang terjadi tidak hanya sebatas satu area lokal tertentu saja tetapi juga area-area di wilayah lain sehingga membentuk satu area jaringan yang luas (WAN). Wide Area Network (WAN) merupakan jaringan yang ruang lingkungnya sudah terpisahkan oleh batas geografis dan biasanya sebagai penghubungnya sudah menggunakan media satelit ataupun kabel bawah laut (stallings, 2001, p9).

Ciri-ciri WAN adalah sebagai berikut :

1. Beroperasi pada wilayah geografis yang sangat luas
2. Memiliki kecepatan transfer yang lebih rendah daripada LAN
3. Menghubungkan peralatan yang dipisahkan oleh wilayah yang luas, bahkan secara global WAN biasanya diimplementasikan menggunakan teknologi switching yaitu *circuit switching* dan *packet switching*.

#### **2.1.2.1 Circuit switching**

Circuit switching membuat suatu koneksi fisik untuk data dan suara antara pengirim dan penerima. Circuit switching memungkinkan hubungan data yang dapat diinisialisasikan ketika dibutuhkan dan berakhir ketika komunikasi selesai. Saat kedua jaringan terhubung dan sudah di-autentikasi, maka sudah dapat dilakukan pengiriman data. Circuit switching memastikan adanya kapasitas koneksi yang tetap tersedia untuk pelanggan. Jika sirkuit ini membawa data komputer, pemakaian kapasitas yang sudah ditetapkan ini menjadi tidak efisien, karena adanya variasi dalam pemakaian. Contoh : Analog *dial up*, ISDN, dll.

#### **2.1.2.2 Packet Switching**

Packet switching merupakan teknologi WAN di mana para pemakai berbagi sumber pembawa umum. Jaringan dengan packet switching dibuat untuk menyediakan teknologi WAN yang lebih efektif dibandingkan jaringan circuit switched yang pemakaian kapasitasnya sudah ditetapkan.

Dalam pengaturan packet switching, jaringan memiliki hubungan ke dalam jaringan pembawa, dan banyak pelanggan berbagi jaringan pembawa tersebut. Bagian

dari jaringan pembawa yang dipakai bersama sering mengarah sebagai *cloud*. Hubungan *virtual* antara tempat-tempat pelanggan sering mengarah sebagai *virtual circuit*.

*Switch* di jaringan paket switching menentukan *link* mana yang akan dikirim paket. Ada dua pendekatan untuk menentukan *link* ini, *connectionless* atau *connection oriented*. *Connectionless*, seperti internet, membawa informasi pengalaman penuh ke tiap paket. Tiap switch harus mengevaluasi alamatnya untuk menentukan akan dikirim ke mana paketnya. *Connection oriented* menentukan terlebih dahulu rute paketnya, dan tiap paket hanya perlu membawa identifier. Contoh : X.25, *Frame Relay*, dll.

### 2.1.2.3 Frame Relay

Frame relay adalah protokol *paket-switching* yang menghubungkan perangkat-perangkat telekomunikasi pada suatu WAN (Wide Area Network). Protokol ini bekerja pada lapisan fisik dan data link pada referensi OSI. Protokol frame relay dapat diimplementasikan pada beberapa jenis interface jaringan. Frame relay mengirimkan informasi WAN yang membagi informasi menjadi frame atau paket. Masing-masing frame mempunyai alamat yang digunakan oleh jaringan untuk menentukan tujuan. Frame-frame akan melewati switch dalam jaringan frame relay dan dikirimkan melalui “*virtual circuit*” (VC adalah dua arah jalur data yang didefinisikan secara software antara dua port yang membentuk saluran khusus (*private line*) untuk pertukaran informasi dalam jaringan) sampai tujuan. (<http://mudji.net/press/?p=111>)

Keuntungan dari frame relay antara lain :

- Sirkuit virtual hanya menggunakan lebar pita saat ada data yang lewat di dalamnya, banyak sirkuit virtual dapat dibangun secara bersamaan dalam satu jaringan transmisi.

- Keandalan saluran komunikasi dan peningkatan kemampuan penanganan *error* pada perangkat-perangkat telekomunikasi memungkinkan protocol frame relay untuk mengabaikan *frame* yang bermasalah (mengandung *error*) sehingga mengurangi data yang sebelumnya diperlukan untuk memproses penanganan *error*.

([http://id.wikipedia.org/wiki/Frame\\_relay](http://id.wikipedia.org/wiki/Frame_relay))

#### 2.1.2.4 X.25

X.25 adalah protocol yang mendefinisikan bagaimana komputer (device) pada jaringan publik yang berbeda *platform* dapat saling berkomunikasi. Protokol ini sudah distandarisasi oleh International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector (ITU-T). Penggunaan protokol pada model standar X.25 ini meliputi tiga layer terbawah dari model referensi OSI.

Keunggulan X.25:

- Protokol X.25 memiliki kecepatan yang lebih tinggi dibanding RS-232 (64 kbps dibanding 9600 bps).
- Protokol X.25 memiliki kemampuan untuk menyediakan *logical channel* per aplikasi.
- Data transfer pada X.25 bersifat *reliable*, data dijamin bahwa urutan penerimaan akan sama dengan waktu data dikirimkan.
- Protokol X.25 memiliki kemampuan *error detection* dan *error correction*.



Kekurangan X.25:

- Tidak semua sentral memiliki antarmuka X.25. Sehingga diperlukan pengadaan modul X.25 dengan syarat bahwa sentral sudah support X.25.
- Untuk pengembangan aplikasi berbasis protokol X.25 membutuhkan biaya yang relatif lebih besar dibanding dengan RS-232 terutama untuk pembelian card adapter X.25.

(<http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/12/protocol-x-25/>)

#### 2.1.2.5 Asynchronous Transfer Mode (ATM)

Asynchronous Transfer Mode (ATM) merupakan elektronik data teknologi digital. ATM diimplementasikan sebagai protokol jaringan dan pertama kali dikembangkan di pertengahan tahun 1980-an. Tujuannya adalah untuk merancang sebuah strategi jaringan transportasi yang dapat *real-time* konferensi video dan audio, serta file gambar, teks dan email. Teknologi ini memiliki bandwidth yang lebar dan delay yang kecil dengan ukuran yang tetap (*fixed size*) melalui perangkat yang tepat.

ATM adalah suatu mode transfer yang berorientasi pada bentuk paket spesifik dengan panjang tetap. Penggunaan ATM berdasarkan pada *Asynchronous Time Division Multiplexing* (ATDM). Teknologi ini menggunakan format dengan ukuran tertentu yang disebut **sel**. Informasi pada sel dapat di transmisikan dalam jaringan setelah ditambah dengan header pada awal sel yang fungsinya sebagai routing dan kontrol sel. ATM bersifat *service independence* artinya semua device (suara, data, gambar, dll) dapat ditransmisikan melalui ATM dengan cara penetapan beberapa ATM Adaptation Layer (AAL). AAL berfungsi untuk mengubah format informasi yang asli ke dalam format ATM sehingga dapat ditransmisikan. Koneksi logika pada ATM disebut juga Virtual

Channel Connection (VCC). VCC merupakan unit dasar dari switching dalam sebuah jaringan ATM. VCC digunakan untuk pertukaran jaringan-user (untuk pensinyalan kontrol) dan jaringan-jaringan (untuk manajemen jaringan dan routing).

Keunggulan ATM :

- ATM mampu menangani semua jenis trafik komunikasi (voice, data, image, video, suara dengan kecepatan tinggi, multimedia dan sebagainya, dalam satu saluran dan dengan kecepatan tinggi).
- ATM dapat digunakan dalam Local Area Network dan Wide Area Network (WAN).
- Dalam pembangunan LAN, penggunaan ATM dapat menghemat biaya karena pemakai yang akan menghubungkan dirinya dengan sistem ATM LAN dapat menggunakan adapter untuk menyediakan kecepatan transmisi sesuai dengan bandwidth yang mereka butuhkan.

(<http://www.dadan.web.id/articles/asynchronous-transfer-mode-atm.html>)

#### **2.1.2.6 VoIP (Voice Over Internet Protocol)**

*Voice over Internet Protocol* (juga disebut *VoIP*, *IP Telephony*, *Internet telephony* atau *Digital Phone*) adalah teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh melalui media internet. Data suara diubah menjadi kode digital dan dialirkan melalui jaringan yang mengirimkan paket-paket data, dan bukan lewat sirkuit analog telepon biasa.

Bentuk paling sederhana dalam sistem VoIP adalah dua buah komputer terhubung dengan internet. Syarat-syarat dasar untuk mengadakan koneksi VoIP adalah komputer yang terhubung ke internet, mempunyai kartu suara yang dihubungkan dengan

speaker dan mikropon. Dengan dukungan perangkat lunak khusus, kedua pemakai komputer bisa saling terhubung dalam koneksi VoIP satu sama lain. Bentuk hubungan tersebut bisa dalam bentuk pertukaran file, suara, gambar. Penekanan utama untuk dalam VoIP adalah hubungan keduanya dalam bentuk suara. Jika kedua lokasi terhubung dengan jarak yang cukup jauh (antar kota, antar negara) maka bisa dilihat keuntungan dari segi biaya. Kedua pihak hanya cukup membayar biaya pulsa internet([http://inherent.brawijaya.ac.id/voip/?hlm=info\\_sekilas](http://inherent.brawijaya.ac.id/voip/?hlm=info_sekilas))

#### **2.1.2.7 VSAT (Very Small Aperture Terminal)**

VSAT merupakan layanan komunikasi data yang menggunakan media akses satelit. Fungsi utama dari VSAT adalah untuk menerima dan mengirim data ke satelit. Satelit berfungsi sebagai penerus sinyal untuk dikirimkan ke titik lainnya di atas bumi. VSAT terdiri dari dua bagian, sebuah *transceiver* yang ditempatkan di luar (*out doors*) yang dapat langsung terjangkau oleh satelit dan sebuah alat yang di tempatkan di dalam ruangan yang menghubungkan *transceiver* dengan alat komunikasi pengguna. *Transceiver* menerima dan mengirim sinyal ke *transponder* satelit di langit. Satelit mengirim dan menerima sinyal dari sebuah *ground station* komputer yang berfungsi sebagai hub untuk sistem tersebut. Komputer pengguna terhubung oleh hub ke satelit, membentuk sebuah topologi bintang (*star topology*). Hub tersebut mengatur keseluruhan operasional network. Agar sebuah komputer pengguna dapat melakukan komunikasi dengan lainnya, transmisinya harus terhubung dengan hub yang kemudian mentransmisikan kembali ke satelit, setelah itu baru dikomunikasikan dengan komputer pengguna VSAT yang lain.

(<http://www.bilcyber.com/index.php?menu=detail&coms=1&id=217>)

Keunggulan VSAT :

- Pemasangannya cepat.
- Jangkauan terjauh dapat mencapai setengah permukaan bumi.
- Memiliki tingkat *security* yang tinggi karena merupakan jaringan *private*.
- Fleksibel dalam teknologi karena mudah dihubungkan dengan layanan lainnya sebagai solusi terpadu.
- Fleksibel dalam instalasi khususnya untuk lokasi yang berada di luar jangkauan kabel ataupun sentra bisnis.

Kekurangan VSAT :

- Koneksinya rentan terhadap gangguan cuaca (terhadap molekul air).
- Memakan tempat, terutama untuk piringannya.
- Rawan sambaran petir.

#### **2.1.2.8 Virtual Private Network**

Menurut standart definisi dari Internet Engineering Task Force (IETF), sebuah VPN adalah “sebuah emulsi dari sebuah WAN menggunakan jaringan public IP, seperti internet atau private IP backbone.”

Dalam terminologi yang lebih sederhana, suatu VPN adalah perluasan dari sebuah private internet melalui public network (internet) untuk memastikan keamanan dan konektifitas yang hemat biaya antara koneksi. Perluasan private internet dibantu dengan *private logical* “tunnel”. Tunnel ini memungkinkan koneksi kedua pihak untuk menukar data melalui suatu cara yang menyerupai komunikasi point-to-point (Gupta,2003).

Tujuan utama VPN ialah memberikan perusahaan kemampuan yang sama seperti private leased line dengan biaya yang murah dengan menggunakan infrastruktur public. Perusahaan telepon telah lama menyediakan suatu resource khusus untuk *private shared*. *Virtual Private Network* membuat suatu protected sharing pada *resource public*.

Tunneling pada VPN merupakan suatu teknik penenkapsulasian seluruh paket data. Aspek terpenting dari tunneling adalah paket data asli, atau disebut dengan payload, bisa merupakan protocol yang berbeda. Daripada mentransfer paket asli yang bisa saja tidak dapat berjalan pada infrastruktur yang ada, pada header paket ditambahkan protocol yang kompatibel. Header ini berfungsi agar paket bisa dikirimkan dengan baik melalui infrastruktur yang ada (Gupta, 2003). Ketika paket berjalan melalui tunneling menuju node tujuan, paket ini melalui suatu jalur yang disebut tunnel. Setelah sampai, penerima mengembalikan paket ini ke format asal.

Tipe-Tipe Virtual Private Network (VPN) :

➤ Remote-Access VPN

Remote-Access VPN menyediakan akses kapan saja dan dimana saja ke resource yang ada pada jaringan perusahaan.

➤ Intranet VPN

Intranet VPN digunakan untuk menghubungkan kantor cabang dari suatu organisasi kepada intranet kantor pusat tersebut.

➤ Extranet VPN

Tidak seperti intranet dan remote access VPN, extranet VPN tidak semuanya terpisah dari dunia luar. Extranet VPN memberikan akses kendali terhadap beberapa resource jaringan kepada entitas bisnis eksternal, seperti rekan kerja,

pelanggan, dan supplier yang memegang peranan penting pada organisasi bisnis.

## **2.2 TEORI KHUSUS**

### **2.2.1 MPLS (Multi-Protokol Label Switching)**

Multi Protocol Label Switching (disingkat menjadi MPLS) adalah teknologi penyampaian paket pada jaringan *backbone* berkecepatan tinggi. Asas kerjanya menggabungkan beberapa kelebihan dari sistem komunikasi *circuit-switched* dan *packet-switched* yang melahirkan teknologi yang lebih baik dari keduanya. MPLS dapat membuat aplikasi-aplikasi lain menjadi sangat berguna untuk kepentingan jaringan, terutama jaringan besar.

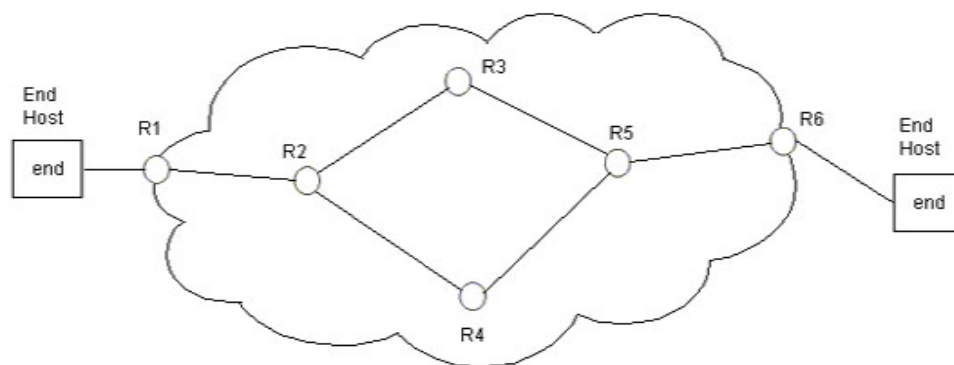
Teknologi MPLS mempersingkat proses-proses yang ada di IP Routing Tradisional dengan mengandalkan sistem label switching. Dengan label switching paket-paket data akan keluar masuk dengan kecepatan yang tinggi karena banyak sekali proses yang dapat diringkas.

Konsep utama MPLS adalah teknik penempatan label dalam setiap paket yang dikirim melalui jaringan ini. MPLS bekerja dengan cara memberi label paket-paket data 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-Switched-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.

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.

### 2.2.2 Cara Kerja MPLS



Gambar 2.1 Contoh Jaringan Sederhana Domain IP

R1 dan R6 disebut Edge Router, ditempatkan di bagian depan / perbatasan dari domain IP. R2, R3, R4 DAN R5 disebut Core Router, tidak berhubungan langsung dengan dunia luar kecuali melalui Edge Router.

Edge Router sebagai Label-Edge-Router (LER) dan Core Router sebagai Label-Switched-Router (LSR).

LER mengkonversi paket IP ke paket MPLS dan sebaliknya. Ketika paket-paket tersebut masuk ke LER, konversi yang dilakukan adalah dari paket IP ke paket MPLS, dan ketika keluar dari LER, konversi dari paket MPLS ke paket IP.

LSR mem-forward paket MPLS mengikuti beberapa intruksi yang telah tersimpan dalam suatu table. Berdasarkan informasi yang tersimpan dalam paket MPLS, yang disebut Label, kemudian Label tersebut memilih sebuah register dari table dan mengikuti intruksi yang terdapat dalam register ini, lalu mem-forward paket MPLS tersebut.

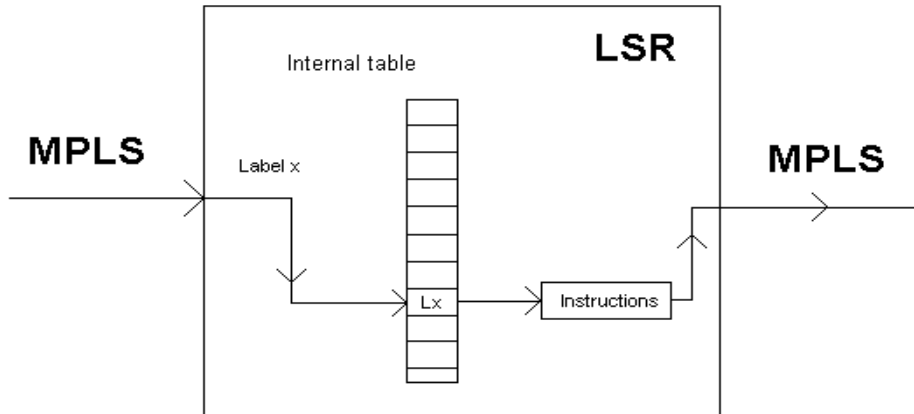
Berikut gambaran sederhana dari penjelasan di atas :



Gambar 2.2 Gambaran Sederhana Proses MPLS

LER menerima paket IP, kemudian melakukan beberapa proses internal, dan mengkonversi paket menjadi paket MPLS dan mem-forward-nya ke dalam domain MPLS.

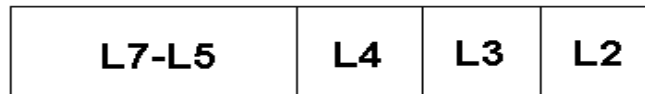




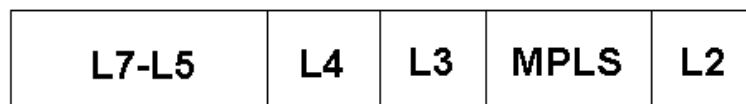
Gambar 2.3 Proses MPLS

### 2.2.3 Paket MPLS

Berikut adalah gambar skema paket IP dan paket MPLS :



Gambar 2.4 Layer OSI

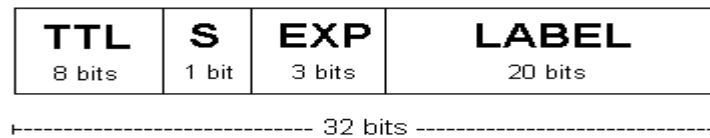


Gambar 2.5 Representasi Layer MPLS

L2 adalah header dari Link layer. L3 adalah header dari Network IP. Terlihat posisi paket MPLS yang mempunyai sebuah *intermediate layer header*, antara header layer 2 dan layer 3. Layer ini disebut layer MPLS.

Ketika sebuah paket IP masuk ke router LER, LER akan memasukkan atau menyisipkan layer MPLS antara layer 2 dan layer 3. Dengan cara ini paket IP dikonversi ke paket MPLS.

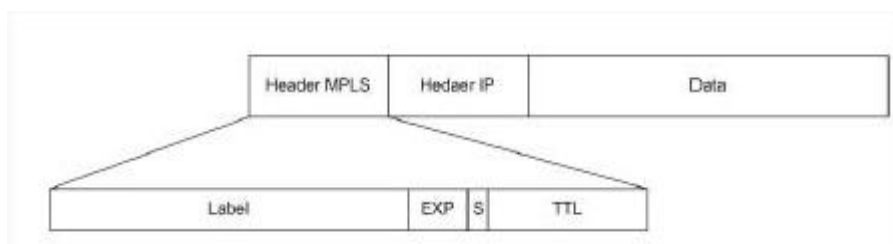
Berikut detail header layer MPLS :



Gambar 2.6 Header Layer MPLS

Berbeda dengan ATM yang memecah paket-paket IP, MPLS hanya melakukan enkapsulasi paket IP dengan menempelkan header MPLS pada suatu paket. Header MPLS terdiri atas 32 bit, dibagi menjadi 4 bagian : 20 bit digunakan untuk **Label**, 3 bit untuk fungsi **experimental**, 1 bit untuk fungsi **stack**, dan 8 bit untuk **time-to-live (TTL)**. Header MPLS berperan sebagai perekat antara header layer 2 dan layer 3.

Label adalah bagian dari header, memiliki panjang yang bersifat tetap, dan merupakan satu-satunya tanda identifikasi paket.



Gambar 2.7 Pemetaan Header Paket MPLS

Gambar diatas merupakan gambar format MPLS header paket dengan rincian sebagai berikut :

a. Label Value (LABEL)

Merupakan field yang terdiri dari 20 bit yang merupakan nilai dari label tersebut.

Nilai label tersebut contohnya alamat IP, besar data, jenis data dan lain-lain.

b. Experimental Use (EXP)

Secara teknis field ini digunakan untuk keperluan eksperimen yaitu untuk menunjukkan antrian data yang masuk dan penjadwalan pengiriman paket.

Selain itu, EXP dapat digunakan untuk menangani indikator QoS dalam sebuah pengiriman data.

c. Bottom of Stack (STACK)

Pada sebuah paket memungkinkan menggunakan lebih dari satu label. Field ini digunakan untuk mengetahui label stack yang paling bawah. Label yang paling bawah dalam stack memiliki nilai bit 1 sedangkan yang lain diberi nilai bit 0. Hal ini sangat diperlukan pada proses label stacking.

d. Time-to-Live (TTL)

Field ini biasanya merupakan hasil salinan dari IP TTL header yang membantu dalam proses pendeteksian dan penghentian looping dari paket MPLS.

Dalam proses pembuatan label ada beberapa metode yang dapat digunakan, yaitu :

- Metode berdasarkan topologi jaringan, yaitu dengan menggunakan protokol IP-routing seperti *Open Shortest Path First (OSPF)*.
- Metode berdasarkan resource suatu paket data, yaitu dengan menggunakan protokol yang dapat mengontrol trafik suatu jaringan seperti *Resource Reservation Protocol (RSVP)*.

- Metode berdasarkan besar trafik pada suatu jaringan, yaitu dengan menggunakan metode penerimaan paket dalam menentukan tugas dan distribusi suatu label. Setiap LSR memiliki tabel yang disebut *label-switched table*. Tabel itu berisi pemetaan label masuk, label keluar, dan link ke LSR berikutnya. Saat LSR menerima paket, label paket akan dibaca, kemudian diganti dengan label keluar, lalu paket dikirimkan ke LSR berikutnya.

#### 2.2.4 Komponen MPLS

MPLS terdiri atas sirkuit yang disebut Label-Switched-Path (LSP) yang menghubungkan node-node yang disebut Label-Switched-Router (LSR). LSR pertama yang merupakan awal tempat masuknya paket disebut dengan ingress dan LSR terakhir tempat keluar paket dari MPLS disebut egress. Setiap LSP dikaitkan dengan sebuah Forwarding Equivalence Class (FEC), yang merupakan kumpulan paket yang menerima perlakuan forwarding yang sama di sebuah LSR. FEC diidentifikasi dengan pemasangan label.

Berikut komponen yang ada dalam MPLS :

##### a. Label Switched Path (LSP)

Merupakan jalur yang melalui satu atau serangkaian LSR dimana paket diteruskan oleh label swapping dari satu MPLS node ke MPLS node yang lain.

MPLS menyediakan dua cara untuk menetapkan LSP yaitu :

- Hop-by-hop routing, cara ini membebaskan masing-masing LSR menentukan node selanjutnya untuk mengirimkan paket. Cara ini mirip seperti Open Shortest Path First (OSPF) dan Routing Information Protocol (RIP) dalam IP routing.

- Explicit routing, dalam metode ini LSP akan ditetapkan oleh LSR pertama yang dilalui aliran paket.

b. Label Switched Router (LSR)

Merupakan router dalam MPLS yang berperan dalam menetapkan LSP dengan menggunakan teknik label swapping dengan kecepatan yang telah ditetapkan.

c. MPLS Edge Node atau Label Edge Router (LER)

Merupakan router MPLS yang menghubungkan sebuah MPLS domain dengan node yang berada di luar MPLS domain.

d. MPLS Ingress Node

MPLS node yang mengatur trafik saat memasuki MPLS domain.

e. MPLS Egress Node

MPLS node yang mengatur trafik saat akan meninggalkan MPLS domain.

f. MPLS Label

Merupakan deretan bit informasi yang ditambahkan pada header suatu paket data dalam MPLS. Label MPLS atau yang disebut juga MPLS header ini terletak di antara header layer 2 dan header layer 3.

g. MPLS Node

Node yang menjalankan MPLS. MPLS node ini sebagai control protokol yang akan meneruskan paket berdasarkan label. Dalam hal ini MPLS node merupakan sebuah router.

h. Forward Equivalence Class (FEC)

Merupakan representasi dari beberapa paket data yang diklasifikasikan berdasarkan kebutuhan *resource* yang sama di dalam proses pertukaran data.

i. Label Distribution Path (LDP)

Merupakan protokol yang berfungsi untuk mendistribusikan informasi yang ada pada label ke setiap LSR pada MPLS. Protokol ini digunakan untuk memetakan FEC ke dalam label untuk selanjutnya akan dipakai untuk menentukan LSP.

LDP *message* dapat dikelompokkan menjadi, antara lain :

- *Discovery Messages*, yaitu pesan yang memberitahukan dan memelihara hubungan dengan LSR yang baru tersambung ke MPLS.
- *Session Messages*, yaitu pesan untuk membangun, memelihara dan mengakhiri sesi antara titik LDP.
- *Advertisement Messages*, yaitu pesan untuk membuat, mengubah dan menghapus pemetaan label pada MPLS.
- *Notification Messages*, yaitu pesan yang menyediakan informasi bantuan dan sinyal informasi jika terjadi error.

### 2.2.5 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 menswitch 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 pakatnya. Teknik ini biasa disebut distribusi *label downstream on demand*.

### **2.2.6 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 (traffic engineering) 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 (Traffic Engineering). 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 (Resource reservation protocol - Traffic extension) dan CR-LDP (Constraint-based Label Distribution Protocol). 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 (Differentiated services). 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.

b. Manajemen 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 (Interior gateway protocol) yang telah diperluas. Perluasan informasi meliputi bandwidth link maksimal, alokasi trafik maksimal, pengukuran TE (Traffic Engineering). 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 (MPLS - Traffic Engineering) 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.

### **2.2.6 Protokol Persinyalan**

Pemilihan path, sebagai bagian dari MPLS-TE (MPLS - Traffic Engineering), 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 (MPLS - Traffic Engineering) adalah RSVP-TE (Resource reservation protocol - Traffic extension) dan CR-LDP (Constraint-based Label Distribution Protocol). RSVP-TE (Resource reservation protocol - Traffic extension) memperluas protocol RSVP (Resource reservation protocol) yang sebelumnya telah digunakan untuk IP, untuk mendukung distribusi label dan routing eksplisit. Sementara itu CR-LDP (Constraint-based Label Distribution Protocol) memperluas LDP (Label Distribution Protocol) 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.

### **2.2.7 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 (Integrated Services)

Baik RSVP-TE (Resource reservation protocol - Traffic extension) dan CR-LDP (Constraint-based Label Distribution Protocol) 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 jauh antara kedua cara ini dalam mendukung model IntServ.

b. MPLS dengan DiffServ (Differentiated Services)

Dukungan untuk DiffServ dilakukan dengan membentuk LSP khusus, dinamai L-LSP (Label-Only-inferred-LSP), yang secara administratif akan dikaitkan dengan perlakuan khusus pada tiap kelompok PHB. Alternatif lain adalah dengan mengirim satu LSP bernama E-LSP (EXP-inferred-PSC-LSP) untuk setiap kelompok PHB. Beda L-LSP (Label-Only-inferred-LSP) dan E-LSP (EXP-inferred-PSC-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.