

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Jaringan Komputer

Istilah jaringan digunakan dalam banyak hal, misalnya jaringan telepon umum, dan jaringan komputer. Dimana penggunaan jaringan tersebut mempunyai kesamaan yaitu jaringan menyediakan kemampuan untuk manusia ataupun peralatan untuk saling berkomunikasi.

Menurut id.wikipedia.org, Jaringan komputer merupakan sebuah sistem yang terdiri dari komputer-komputer dan perangkat jaringan lainnya yang bekerja sama dalam mencapai suatu tujuan yang sama. Jaringan ini dapat bersifat permanen (selalu terkoneksi) ataupun sementara (koneksi ada ketika dibutuhkan).

Internetwork merupakan kumpulan jaringan individu yang terhubung dengan peralatan jaringan dan yang berfungsi sebagai sebuah jaringan yang besar. Internet umum merupakan contoh yang paling umum, dimana sebuah jaringan menghubungkan jutaan komputer.

Tujuan dari jaringan komputer antara lain membagi sumber daya (berbagi pemakaian printer, CPU, memori, hard disk), berkomunikasi (seperti *e-mail*, *instant messaging*, *chatting*), dan akses informasi (contohnya *web browsing*).

2.1.1 Peralatan Jaringan

Berdasarkan CCNA 1 modul 2.1.3 dan CCNA 4 modul 2.1.2, peralatan-peralatan yang dapat digunakan untuk membangun jaringan, antara lain:

- **Repeater**

Repeater merupakan peralatan jaringan yang digunakan untuk membangkitkan atau memperkuat sinyal yang melaluinya. Repeater, yang bekerja pada *layer 1* model OSI (*physical layer*), biasanya digunakan untuk menghubungkan jaringan yang jaraknya cukup jauh.

- **Hub (multi-port repeater)**

Hub menggunakan sistem *broadcast* dan bekerja pada *layer 1* model OSI. Hub tidak membagi *collision domain* maupun *broadcast domain*. *Collision domain* merupakan sejauhmana daerah yang terpengaruh jika terjadi tabrakan pengiriman data. Sedangkan *broadcast domain* merupakan sejauh mana daerah yang dikirimkan data yang sama.

- **Bridge**

Bridge mengatur transmisi data dalam jaringan berdasarkan *Media Access Control* (MAC) address yang berada pada *layer 2* model OSI, yaitu *data link layer*. Bridge harus meneruskan *frame broadcast*. Bridge membagi *collision domain* tetapi tidak membagi *broadcast domain*.

- **Switch(multi-port bridge)**

Switch bekerja pada *layer 2* model OSI dan mengambil keputusan berdasarkan alamat MAC. *Switch* harus meneruskan *frame broadcast*. *Switch* membagi *collision domain* tetapi tidak membagi *broadcast domain*.

Switch ada juga yang bekerja pada *layer 3*. *Switch* ini meneruskan paket berdasarkan informasi *layer 3* dan biasanya digunakan untuk jaringan LAN.

- **Router**

Router menggunakan *routing protocol* untuk menentukan jalan yang terbaik untuk paket-paket (berdasarkan alamat Internet Protocol). Sehingga di setiap port yang dimiliki sebuah *router* harus memiliki alamat IP yang berbeda jaringan. *Router* bekerja pada *layer* ketiga model OSI. *Router* membagi *collision domain* dan *broadcast domain*.

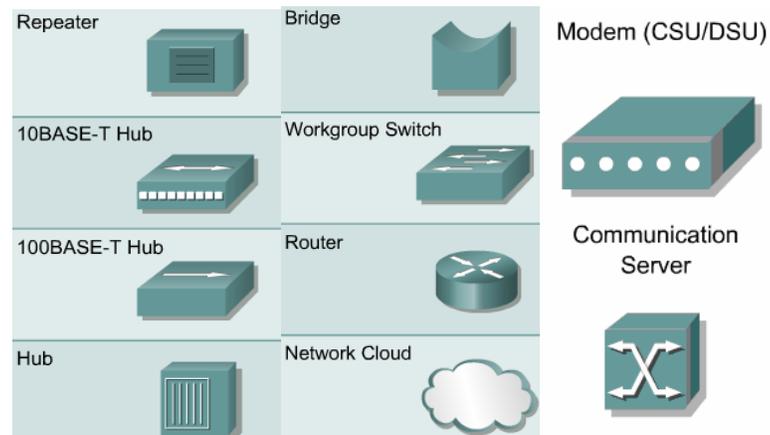
- **Modem (CSU/DSU)**

Modem (Modulator Demodulator) merupakan peralatan yang mengubah sinyal digital ke dalam sinyal analog di sumber. Di tempat tujuan, sinyal analog dikembalikan ke bentuk digitalnya.

CSU/DSU berasal dari singkatan *Channel Service Unit/Data Service Unit* yang menyediakan signal *timing* untuk komunikasi antar peralatan tersebut. Berbeda dengan modem, CSU/DSU tidak mengubah sinyal, tetapi menerima dan mengirim sinyal digital. Keduanya beroperasi di *layer* pertama OSI.

- **Communication Server**

Communication server mengkonsentrasikan komunikasi pengguna *dial-in* dan *remote access*.



Gambar 2.1 Simbol Peralatan Jaringan

2.1.2 Klasifikasi Jaringan Komputer

2.1.2.1 Berdasarkan Topologi Jaringan

Menurut CCNA 1 modul 2.1.4, Topologi jaringan menjelaskan struktur jaringan, dimana topologi jaringan terbagi menjadi dua kelompok, antara lain *physical topology* dan *logical topology*.

Physical topology merupakan gambar susunan sebenarnya dari kabel maupun medianya. *Physical topology* yang umumnya digunakan, antara lain:

- Bus

Menggunakan “*single backbone segment*” sebagai penghubung semua komputer yang ada pada jaringan. Semua komputer terhubung secara langsung ke kabel tersebut.

- *Ring*

Menghubungkan satu komputer dengan komputer berikutnya, dan seterusnya sehingga membentuk suatu *loop* tertutup.

- *Star*

Menghubungkan semua kabel ke satu pusat.

- *Extended Star*

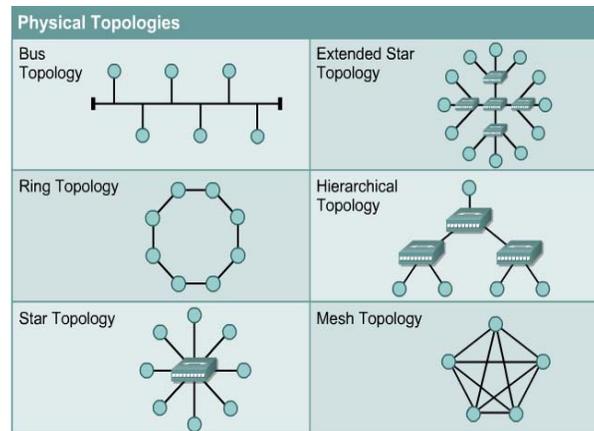
Menggabungkan beberapa topologi *star* menjadi satu. Hub atau *switch* yang dipakai untuk menghubungkan beberapa komputer pada satu jaringan dengan menggunakan topologi *star* dihubungkan lagi ke hub atau *switch* utama.

- *Mesh*

Setiap host memiliki hubungan langsung dengan semua host lainnya dalam jaringan. Topologi ini juga merefleksikan internet yang memiliki banyak jalur ke satu titik.

- *Hierarchical*

Dibuat mirip dengan topologi *extended star* tetapi pada sistem jaringan yang dihubungkan dapat mengontrol arus data.



Gambar 2.2 *Physical Topologies*

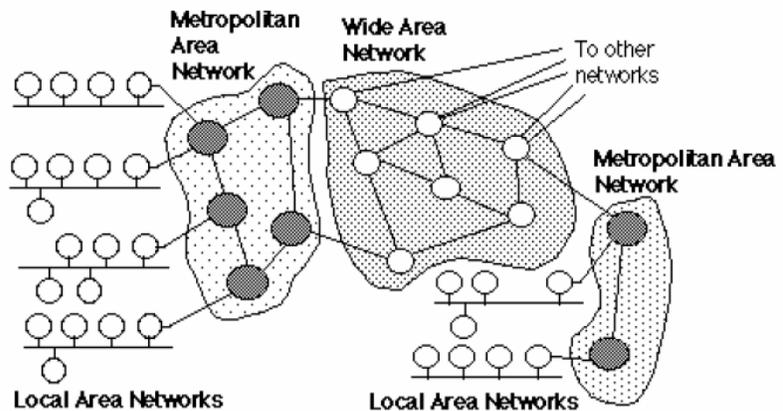
Logical topology menentukan bagaimana host saling berkomunikasi antar medium. Dua tipe umum *logical topology* yang sering digunakan adalah *broadcast* dan *token passing*.

Broadcast menandakan setiap *host* mengirimkan datanya ke seluruh *host* lainnya yang berada pada medium jaringan yang sama dan menganut prinsip *first come, first serve*.

Token passing menandakan ada sebuah *token* elektronik yang digilirkan secara berurutan kepada setiap *host*. Hanya *host* yang memegang *token* tersebutlah yang boleh mengirimkan data. Host merupakan komputer yang berkomunikasi melalui jaringan.

2.1.2.2 Berdasarkan Luas yang Dicakup

Berdasar dari luas area yang dicakup, jaringan computer terbagi menjadi tiga ukuran, yaitu *Local Area Network (LAN)*, *Metropolitan Area Network (MAN)*, dan *Wide Area Network (WAN)*.



Gambar 2.3 Jaringan berdasarkan Cakupannya

LAN merupakan jaringan yang relatif kecil jarak geografisnya (jarak antar peralatan sekitar 1 km), umumnya berada dalam gedung yang sama. LAN memungkinkan sejumlah user untuk menggunakan sumber perusahaan yang sama, seperti printer, program, file data, dan server; dan menyatukannya ke dalam 1 sistem. LAN merupakan koneksi yang selalu menyala, karena dimiliki oleh organisasi. Protokol LAN bekerja pada dua *layer* terendah dari Model OSI, yaitu *layer physical* dan *layer data link*.

MAN merupakan jaringan yang mencakup sebuah area metropolitan, yaitu sebuah daerah yang lebih besar daripada LAN dalam sebuah area geografis, biasanya terkoneksi dalam satu kota yang jaraknya bisa lebih dari 10 km.

WAN merupakan jaringan yang menghubungkan LAN-LAN yang mencakup jarak geografis yang luas. Dibandingkan LAN, WAN lebih pelan, karena membutuhkan permintaan koneksi ketika

ingin mengirim data. WAN beroperasi pada *layer* 1, 2 dan 3 (khususnya X.25 dan *Integrated Services Digital network* (ISDN).

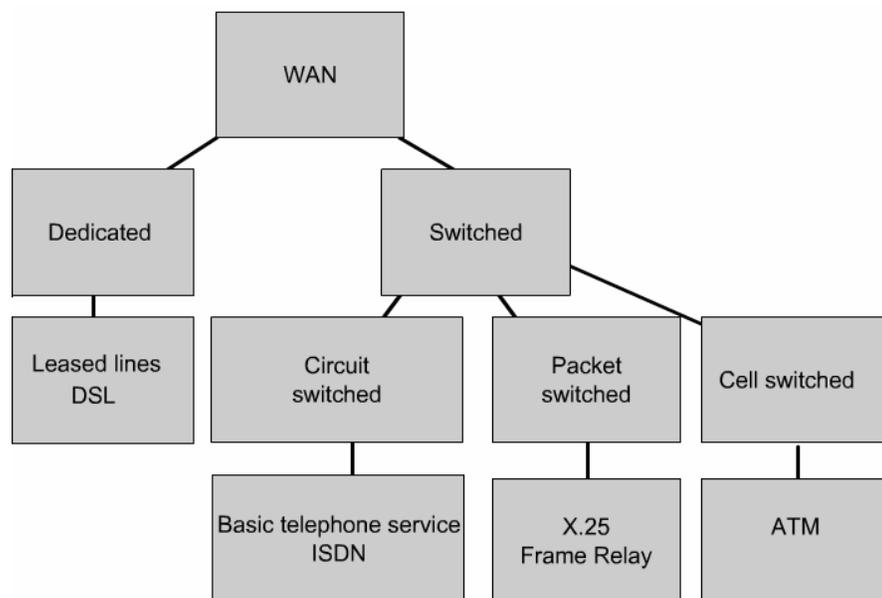
WAN *link* sendiri bisa dikategorikan menjadi 2 macam, yaitu *dedicated line* dan *switched line*. *Dedicated line* merupakan sebuah jalur komunikasi yang khusus disediakan oleh jaringan *carrier* untuk user. Contoh *dedicated line*: *leased lines*, DSL. *Switched line* merupakan jalur komunikasi yang disediakan jaringan *carrier* namun dipakai bersama.

Circuit switched membuat suatu koneksi fisik untuk data dan suara antara pengirim dan penerima, sehingga memungkinkan hubungan data yang dapat diinisialisasi ketika dibutuhkan dan berakhir ketika komunikasi selesai. Saat kedua jaringan terhubung dan sudah diperiksa, mereka dapat mengirim 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.

Packet switched merupakan teknologi WAN dimana para pemakai berbagi sumber pembawa umum. Jaringan dengan *packet switched* dibuat untuk menyediakan teknologi WAN yang lebih efektif biaya 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* (VC).

Cell switched menyerupai *packet switched* tetapi paket-paket yang dikirim lebih kecil, sehingga disebut dengan *cell*, dan pengiriman data menjadi lebih cepat.



Gambar 2.4 WAN links

Untuk menyediakan layanan yang dapat dipercaya untuk pengguna aplikasi dengan biaya dan cara yang efisien, membutuhkan teknologi WAN yang sesuai. Teknologi WAN tersebut antara lain *analog dial-up*, *leased lines*, *Digital Subscriber Line (DSL)*, *Integrated Services Digital Network (ISDN)*, *Frame Relay*, *X.25*, *Asynchronous Transfer Mode (ATM)*.

2.1.3 Protokol

Untuk bisa saling berkomunikasi, komputer-komputer tersebut harus mempunyai satu set peraturan yang sama. Peraturan-peraturan tersebut, disebut protokol. Pada waktu lampau, setiap vendor jaringan membuat protokol sendiri-sendiri maka sebuah badan internasional, yang dikenal sebagai *International Organization for Standardization (ISO)*, menstandarisasikan protokol yang dikenal sebagai model *Open Systems Interconnection (OSI)*.

Saat ini, protokol-protokol yang umumnya digunakan adalah TCP/IP namun IPX dan *AppleTalk* juga digunakan.

2.1.3.1 Model OSI

Model ini tidak menyebut bagaimana segala sesuatunya harus dilakukan, tetapi apa saja yang harus dilakukan untuk mengirim data. Model OSI terbagi dalam tujuh lapisan atau *layer*, antara lain:

- ***Physical Layer***

Pada *layer* ini, sebuah *frame* dikirim dalam bit-bit melalui media fisik dengan mendefinisikan semua spesifikasi fisik dan elektrik untuk semua peralatan meliputi level tegangan, spesifikasi kabel dan panjang maksimumnya, tipe konektor dan *timing*. Fungsi utama dari *layer* ini adalah bertanggung jawab untuk mengaktifkan dan mengatur *physical interface* dari jaringan komputer, memodulasi data digital antara peralatan

yang digunakan user dengan signal yang berhubungan. Peralatan yang termasuk dalam *physical layer* antara lain hub, repeater, dan modem (CSU/DSU).

- ***Data Link layer***

Layer 2 mendefinisikan format data yang akan dikirim melalui jaringan fisik dan mengindikasikan bagaimana media fisik tersebut diakses, termasuk pengalamatan fisik yang disebut *Media Access Control (MAC) address*, *error handling*, dan *flow control*. Pada *layer* ini, sebuah paket dienkapsulasi dalam sebuah *frame* yang dilengkapi dengan *error handling* dan *flow control*. *Flow control* memastikan *host* sumber tidak akan melewati kemampuan *host* penerima. *Switch* dan *bridge* merupakan peralatan yang bekerja pada *layer* ini.

Layer ini juga terbagi menjadi dua *layer*, antara lain: *Logical Link Control (LLC)* dan *Media Access Control (MAC) sublayer*. *LLC sublayer* memungkinkan beberapa protokol *layer 3* untuk saling berkomunikasi dalam *physical data link* yang sama. *MAC sublayer* menspesifikasikan alamat *MAC* yang secara unik menandai suatu peralatan dalam jaringan.

- ***Network Layer***

Pada *layer* ini, sebuah *segment* dienkapsulasi menjadi sebuah paket atau datagram. *Network layer* bertugas untuk *routing*, dimana memungkinkan data untuk di-forward melewati sebuah

logical internetwork. Pengalamatan jaringan secara logis dilakukan di *layer* ini. Peralatan yang bekerja pada *layer* ini adalah *router*.

- ***Transport Layer***

Layer 4 berhubungan dengan koneksi end-to-end antara sumber dan tujuan dan menyediakan *error detection*, *error recovery*, dan *flow control*. Pada *layer* ini, data dienkapsulasi menjadi sebuah segment.

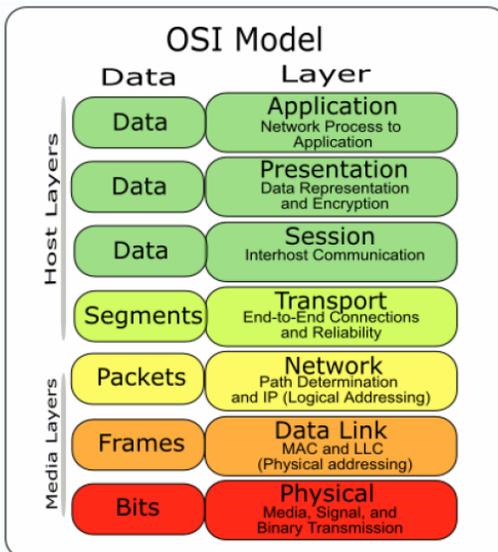
- ***Higher Layer***

Pada *layer* yang lebih tinggi terdapat tiga *layer*, yaitu *layer session*, *presentation*, dan *application*. Pada *layer-layer* ini, data belum di enkapsulasi.

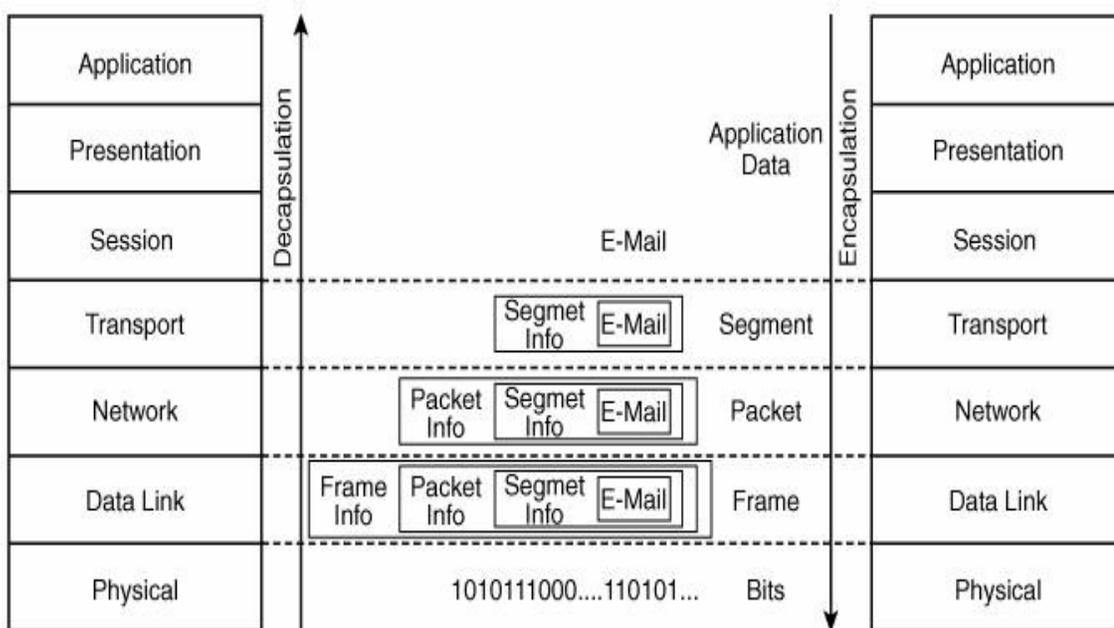
Session layer menyediakan struktur kendali komunikasi antara aplikasi, membangun, mengatur dan memutuskan hubungan (sesi) antara aplikasi yang saling terkait.

Presentation layer menyediakan kebebasan kepada proses aplikasi dari perbedaan representasi data (sintaks).

Application layer merupakan *layer* yang paling dekat dengan user, *layer* ini menyediakan sebuah layanan jaringan terhadap pengguna aplikasi.



Gambar 2.5 Model OSI



Gambar 2.6 Komunikasi antar OSI Layers

2.1.3.2 Model TCP/IP

TCP/IP merupakan kepanjangan dari *Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*. Internet menggunakan TCP/IP sebagai dasarnya.

TCP/IP mempunyai empat *layer*, antara lain :

- *Network Access Layer*

Network acces layer berhubungan dengan pertukaran data antara sumber dan tujuan dengan jaringan yang terhubung ,dengan akses dan pemilihan jalur pengiriman data untuk dua sistem yang terhubung dalam jaringan yang sama.

- *Internet Layer*

Layer ini memungkinkan fungsi *routing* antar jaringan yang berbeda. Pada *layer* ini digunakan *Internet Protocol* (IP) yang diimplementasikan tidak hanya di *end system* tetapi juga di *router*.

- *Transport Layer*

Pada *layer* ini ada 2 pendekatan, yaitu *Transmition Control Protocol* (TCP) yang bersifat *connection-oriented*, dan *User Datagram Protocol* (UDP) yang bersifat *connectionless*.

- *Application Layer*

Layer ini menangani protokol tingkat tinggi, *encoding*, *dialog control*, dan memastikan data itu dienkapsulasi dengan tepat untuk *layer* dibawahnya

2.1.4. Hierarchical Network Models

Model ini menggunakan *layer* yang berfokus pada fungsi spesifik, yaitu *Core layer* yang menyediakan transportasi cepat antar *switch* distribusi, *Distribution layer* yang menyediakan konektivitas berdasarkan peraturan, *Access layer* yang menyediakan akses ke jaringan untuk *workgroup* dan *user*.

2.2 Teknologi WAN

Supaya *local loop* bisa membawa data, dibutuhkan sebuah peralatan yang menaruh data dalam *local loop* disebut *data communications equipment* (DCE) dan peralatan pelanggan yang mengirimkan data ke DCE disebut *data terminal equipment* (DTE). DCE menyediakan sebuah *interface* untuk DTE memasuki *link* komunikasi dalam WAN *cloud*.

Menurut CCNA 4 module 2.1.6, teknologi WAN yang ada, antara lain:

2.2.1 Analog Dialup

Telepon tradisional menggunakan kabel tembaga, yang disebut *local loop*, untuk menghubungkan ke *Public Switched Telephone Network* (PSTN). *Local loop* tidak sesuai untuk mengirimkan langsung data biner komputer, tetapi dengan bantuan modem, data komputer bisa melalui jaringan telepon.

Analog modem mudah didapatkan, relatif murah, dan sederhana. Namun *data rate*-nya rendah, relatif lama (kecepatan maksimumnya 56 kbps) dan lalu lintas suara dan video tidak akan beroperasi dengan memadai.

Untuk bisnis yang relatif kecil, analog dialup cukup memadai untuk pertukaran harga, laporan rutin, email, dan gambar-gambar penjualan, dimana transfer data tidak memerlukan bandwidth yang besar dan tidak digunakan terus-menerus.

2.2.2 *Integrated Services Digital Network (ISDN)*

ISDN merupakan jaringan yang menyediakan koneksi digital dari sumber ke tujuan untuk mendukung sekumpulan layanan termasuk layanan suara dan data. ISDN memperbolehkan beberapa saluran digital beroperasi secara terus-menerus melalui kabel telepon yang sama dengan yang digunakan untuk seluruh analog dan memperbolehkan sinyal digital dikirim melalui kabel telepon yang ada serta menyediakan *bandwidth* lebih dari koneksi *dialup* 56 Kbps. Pada umumnya ISDN digunakan untuk *back up* data. Konektivitasnya sendiri tidak permanen.

ISDN mengubah *local loop* menjadi koneksi digital *Time-Division Multiplexed* (TDM). Koneksinya menggunakan jalur 64 kbps B *channel*.

Struktur transmisi ISDN dibentuk dari beberapa *channel* yang terhubung menjadi satu dan terintegrasi menjadi satu sistem. *Channel* tersebut antara lain:

- *Channel B* : 64 Kbps

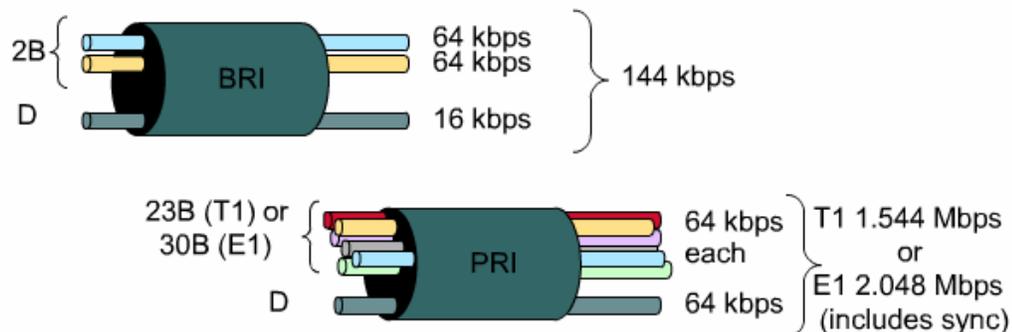
Channel ini digunakan untuk membawa semua tipe data digital.

- *Channel D* : 16 Kbps

Channel ini digunakan untuk membawa *Signaling information*.

Channel ini bisa dijadikan satu kelompok transmisi :

- *Basic Group* : 192 Kbps (B+B+D *channel*)
- *Primary Service* : 1544 (23B+D) / 2048 (30B+D) Mbps



Gambar 2.7 Kabel ISDN

2.2.3 *Leased line*

Link point-to-point menyediakan komunikasi WAN dari *customer premises* ke penyedia jaringan sampai tujuan. *Point-to-point lines* biasanya dikeluarkan oleh *carrier*, sehingga disebut *leased lines*.

Sirkuit yang dikhususkan dihargai berdasarkan *bandwidth* yang dibutuhkan dan jarak antara dua tempat yang dihubungkan. Kecepatan *leased line* sendiri bisa mencapai 64 Kbps-45Mbps.

Secara umum, *Link point-to-point* lebih mahal daripada layanan yang dibagi-bagi, seperti *Frame Relay*. Biaya *Leased line* bisa menjadi mahal ketika digunakan untuk menghubungkan banyak tempat.

Keuntungan menggunakan *leased line* adalah tidak adanya *latency* dan *jitter* antara dua tempat, dan koneksi yang selalu tersedia.

Leased line digunakan untuk membangun WAN dan memberikan kapasitas tersendiri yang permanen. Karena lalu lintas WAN sering berubah-ubah, sehingga kapasitas *bandwidth* yang tersedia sering tidak sama. Pada setiap ujungnya, membutuhkan sebuah *interface* pada *router*, yang mana akan menaikkan biaya peralatan.

Namun *leased lines* juga mempunyai kelemahan, antara lain : penggunaan *bandwidth* yang kurang optimal karena kapasitasnya yang tetap, setiap *end-point* memerlukan penambahan *interface*, dan perubahan kapasitas terhadap *leased lines* memerlukan kunjungan *carrier* langsung ke tempat.

2.2.4 X.25

X.25 merupakan protokol *layer* ketiga model OSI dimana *virtual circuits* (VC) bisa dibuat dalam jaringan dengan memanggil paket *request*. Dengan kata lain X.25 menggunakan *Switched Virtual Circuit*.

Meresponi mahalanya *leased line*, dibuatlah X.25. Namun X.25 sudah tidak dapat dipakai lagi karena mempunyai kapasitas yang rendah. Hal ini disebabkan dengan penggunaan *extensive error checking*, yaitu *error* dan *flow control*. Saat ini X.25 sudah digantikan *Frame Relay*.

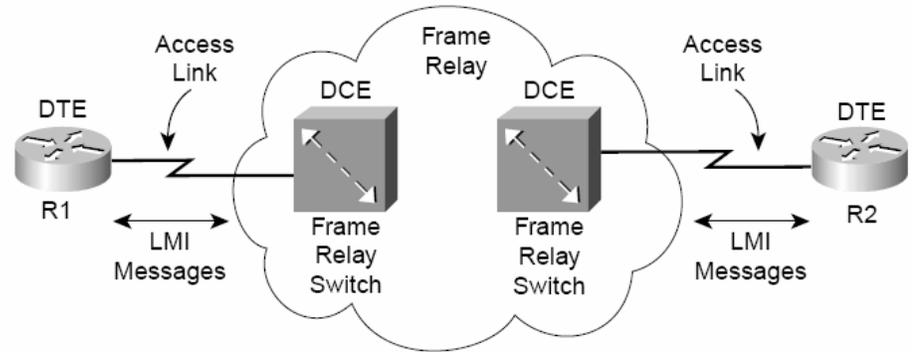
Biaya tergantung dari banyaknya data yang dikirim, bukan dari lamanya koneksi, ataupun jarak koneksi sehingga X.25 menjadi terjangkau.

2.2.5 *Frame Relay*

Frame Relay merupakan jaringan multiakses, yang berarti lebih dari dua peralatan bisa terhubung ke jaringan, mirip dengan LAN. Berbeda dengan LAN, kita tidak bisa mengirim *data link broadcast* melalui *Frame Relay*. Untuk itu *Frame Relay* disebut juga jaringan *nonbroadcast multiaccess (NBMA)*.

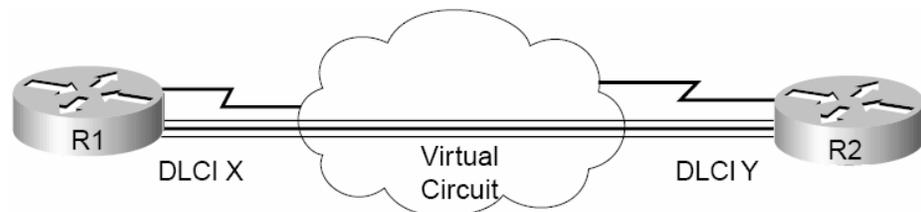
Frame Relay diperuntukan untuk menghubungkan antar LAN yang menggunakan berbagai aplikasi suara, multimedia, *video conference* dan aplikasi berbasis *client-server* atau telnet atau *terminal emulation* dengan sentralisasi *database*, seperti penggunaan *file transfer*, *e-mail*, *web intranet*, *data entry*, pengendalian persediaan, *payment point*, *corporate internet dedicated*. *Frame Relay* juga diperuntukan untuk aplikasi transaksional dan interaktif, seperti : online antar cabang, reservasi hotel atau tiket.

Kecepatan *Frame Relay* bisa mencapai 64 Kbps-45 Mbps.



Gambar 2.7 Komponen *Frame Relay*

Gambar 2.7 menunjukkan komponen dasar dari jaringan *Frame Relay*. Sebuah *leased line* dipasang diantara *router* dan *switch Frame Relay* terdekat, *link* ini disebut juga *access link*. *Switch Frame Relay* dianggap DCE. Untuk memastikan *link* tersebut bekerja, peralatan diluar jaringan *Frame Relay*, yang disebut DTE, bertukar pesan secara teratur dengan *switch Frame Relay*. Pesan-pesan ini diatur oleh protokol *Local Management Interface (LMI)*.



Gambar 2.8 Konsep PVC *Frame Relay*

Gambar 2.8 menunjukkan hubungan logikal *end-to-end* dengan *virtual circuit (VC)*. VC merupakan jalur komunikasi secara logikal antara sepasang DTE. Pada gambar 2.8, VC ditunjukkan dengan gambar 3 garis paralel.

VC terbagi menjadi dua kelompok, yaitu *Permanent Virtual Circuits* (PVCs) dan *Switched Virtual Circuits* (SVCs). VCs yang sudah didefinisikan disebut *Permanent Virtual Circuits* (PVCs) . *Switched virtual circuits* (SVCs) merupakan koneksi sementara yang dibuat untuk setiap pengiriman data. *Frame Relay* menggunakan PVCs untuk membentuk kanal *layer* fisik antar lokasi jaringan, dan *multiple PVCs* tersebut dapat diterapkan pada sebuah sirkuit tunggal. Suatu PVC dapat dibentuk dengan menempatkan sebuah alamat untuk PVC, yang disebut *data-link connection identifier* (DLCI), pada sentral *Frame Relay* yang mengidentifikasi jalur yang akan dilalui *frames*.

Frame yang tiba pada *switch Frame Relay* akan membentuk antrian. Jika antrian terlalu panjang, maka *switch* akan mengurangi *frame* tersebut dengan mengubah bit *Discard Eligible* (DE) menjadi “1”. *Switch* memberitahu DTE dengan *Explicit Congestion Notification* (ECN). ECN terbagi menjadi dua jenis, antara lain: *Forward ECN* (FECN) dan *Backward ECN* (BECN). Bit FECN diatur pada setiap *frame* yang diterima *switch* pada *link* yang padat. Bit BECN diatur pada setiap *frame* yang *switch* tempatkan ke *link* yang padat.

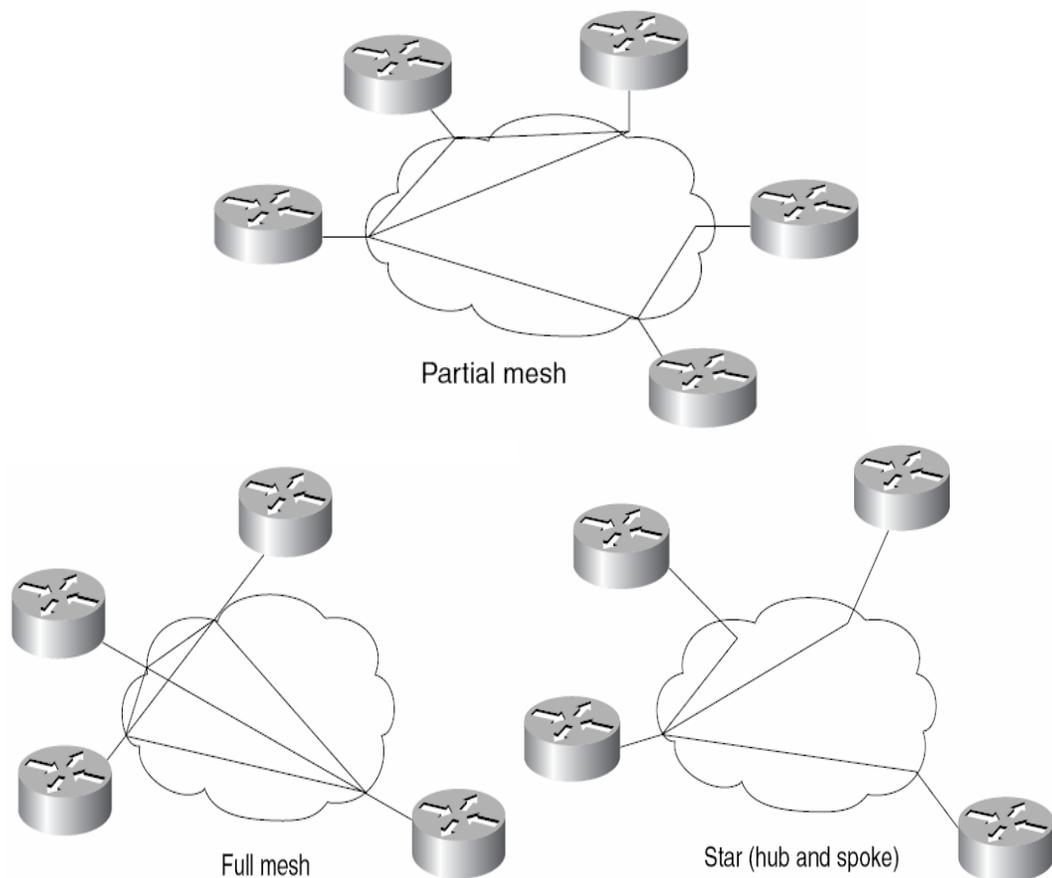
Frame Relay menyediakan kemampuan komunikasi data *packet-switching* dan bekerja pada *layer 1* dan *2* model OSI. *Frame Relay* melayani kebutuhan data tradisional dari perusahaan, dengan lokasi server yang tersentralisasi dan mengizinkan delay kecil saat transmisi. *Frame Relay* biasanya digunakan dalam menghubungkan antar LAN.

Teknologi ini dapat mengatur output lalu lintas melalui jaringan *Frame Relay*. Kemampuan mengatur ini disebut *Frame Relay Traffic Shaping*. *Traffic Shaping* bisa dicapai melalui penciptaan peta kelas. Peta kelas ini akan dihubungkan dengan satu atau lebih PVC. Parameter *Traffic Shaping* ini antara lain:

- Minimum CIR (MinCIR)
Rate transmisi terendah pada interface yang diberikan.
- *Committed Information Rate* (CIR)
Merupakan jaminan *throughput* terendah, pada saat kondisi terpadat, dari penyedia layanan
- Excess Information Rate (EIR)
Merupakan *bandwidth* tambahan diatas CIR yang masih akan didapatkan pelanggan. Besarnya EIR, sebesar kecepatan akses dikurangi CIR.
- Committed burst (Bc)
Merupakan jumlah bit yang berada dalam Tc.
- Excess burst (Be)
Merupakan jumlah bit berlebih setelah dikurangi Bc.
- Committed time (Tc)
Merupakan selang waktu yang dibutuhkan, yaitu $Bc \div CIR$. Tc disarankan tidak melebihi 125 ms.

Frame Relay menggunakan mekanisme pemeriksaan kesalahan yang dikenal dengan nama *Cyclic Redundancy Check* (CRC). CRC

membandingkan dua nilai untuk menentukan apakah muncul kesalahan selama transmisi dari sumber ke tujuan. *Frame Relay* mengurangi beban jaringan dengan cara mengimplementasikan pemeriksaan kesalahan dibanding membetulkan kesalahan.



Gambar 2.9 Topologi Jaringan *Mesh Frame Relay*

Pada gambar 2.9 menunjukkan perbedaan topologi jaringan *Frame*. Brian Morgan menyebutkan ada 3 topologi jaringan *mesh Frame Relay* pada buku *CISCO CCNP Remote Access Exam Certification Guide*, antara lain : *hub and spoke*, *full mesh*, *partial mesh*. Pada *hub and spoke*, semua pengiriman data ditujukan ke satu titik pusat, yang disebut hub.

Hub ini akan meneruskan pengiriman data ke *router* tujuan. Pada *full mesh*, setiap *router* terhubung langsung dengan *router* yang lainnya. *Partial mesh* merupakan jaringan yang menggunakan kedua jenis jaringan, yaitu *hub and spoke* dan *full mesh*.

2.2.6 *Asynchronous Transfer Mode (ATM)*

ATM merupakan teknologi yang mampu mengirim suara, video dan data melalui jaringan pribadi ataupun umum. ATM dibuat berdasarkan arsitektur *cell*. Besar sebuah *cell* selalu 53 bytes, dimana 5 bytes-nya merupakan headernya. *Header cell* ATM mengandung *Virtual Path Identifier (VPI)* dan *Virtual Channel Identifier (VCI)*. Kecepatan ATM bisa mencapai 1.544 Mbps- 9953 Mbps.

Bandwidth yang dibutuhkan 20% lebih besar untuk mengirimkan data yang sama dibandingkan *Frame Relay*. Besar paketnya adalah 53 bytes, sementara jaringan biasa dapat mengirim 1500 bytes.

Pengguna jaringan umumnya terkoneksi dengan menggunakan ethernet, dan peralatan ethernet tidak menghasilkan *cell*. Ketika sebuah *router* menerima sebuah paket yang akan dikirim ke jaringan ATM, *router* tersebut akan membuat *cell* dengan memecahkan packet menjadi beberapa *cell* yang kecil.

Kelebihan ATM antara lain kemampuannya untuk mendukung PPP *links* atau *multipoint links*, *Class of Service (CoS)* , *Quality of Service (QoS)*, dan mengirim data, suara dan video.

2.2.7 Digital Subscriber Line (DSL)

Teknologi DSL merupakan teknologi *broadband* yang menggunakan saluran telepon yang ada untuk mentransportasi data yang besar untuk pelanggannya. Dimana *broadband* merupakan suatu teknik yang menggunakan banyak frekuensi dalam media fisik yang sama untuk mengirim data.

Macam-macam DSL antara lain *Symmetric DSL (SDSL)*, *Asymmetric DSL (ADSL)*, *High Consumer Bit Rate DSL (HDSL)*, *ISDN DSL (IDSL)*, *Consumer DSL (CDSL)*.

Symmetric DSL berarti kecepatan *link* pada setiap arah sama. Dengan kata lain, kecepatan *upload* sama dengan kecepatan *download*. Yang berarti pada *Asymmetric DSL*, kecepatan *upload* berbeda dengan kecepatan *download*.

Transfer rate DSL tergantung pada tipe, kondisi dan panjang sebenarnya *local loop*, sehingga tidak ada jaminan. Untuk layanan yang memuaskan, *local loop* harus lebih pendek dari 5.5 kilometer. *Transfer rate* DSL juga tergantung dari jarak antar kantor pusat dan pelanggan, semakin jauh jaraknya, semakin pelan kecepatannya.

2.2.8 *Cable Modem*

Kabel coaxial banyak digunakan di perkotaan untuk menyalurkan signal televisi. Dimana akses jaringan tersedia pada beberapa jaringan televisi. Hal ini mengijinkan *bandwidth* yang lebih besar daripada *local loop* yang menggunakan kabel tembaga. Sebuah cable modem mampu mengirim data 30-40 Mbps dalam 6MHz kabel.

Cable modem menyediakan koneksi yang selalu aktif dan pemasangan yang mudah. Namun koneksi yang selalu aktif berarti komputer yang terhubung rentan terhadap masalah keamanan, sehingga *cable modem services* menyediakan kemampuan untuk menggunakan koneksi *Virtual Private Network* (VPN) ke server VPN, yang berada pada lokasi perusahaan.

2.3 *Routing*

Routing merupakan pemilihan rute dalam sebuah jaringan untuk mengirim data ataupun lalu lintas fisik. *Routing loop* dapat terjadi saat terjadi inkonsistensi dalam tabel *routing* karena konvergensi yang lambat pada saat terjadi perubahan jaringan. *Routing* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- ***Static Routing***

Konfigurasi rute dilakukan secara manual, sehingga network *administrator* harus menambahkan dan menghapus *static route* (terutama jaringan yang tidak terhubung langsung) jika ada perubahan topologi jaringan.

- ***Dynamic Routing***

Dengan menggunakan *routing protocol*, *router* bisa membangun dan menjaga *routing table*. *Router* mempelajari jaringan yang tidak terhubung langsung dari *router* lainnya.

2.3.1 Algoritma *Routing*

Umumnya algoritma *routing* digolongkan menjadi dua kategori:

- ***Distance vector***

Distance vector selalu memandang topologi jaringan dari *router* tetangga, menambah *distance vector* dari satu *router* ke *router* lain, lambat untuk menyamakan informasi sehingga rentan terhadap *routing loop*, dan memberikan informasi *routing table* ke tetangganya dalam periode waktu tertentu. Oleh karena itu, algoritma ini menggunakan *bandwidth* yang cukup besar dan tidak mempunyai informasi yang spesifik tentang jaringan dan *router* yang tidak langsung terkoneksi. Walaupun demikian, *distance vector* lebih mudah untuk dikonfigurasi. Yang termasuk *distance vector* adalah *Routing Information Protocol* (RIP) version 1, RIP version 2, *Interior Gateway routing Protocol* (IGRP).

- ***Link-State***

Algoritma ini menghitung dan menggunakan jalan yang terpendek ke *router* lain, *update* dikirim jika ada perubahan topologi jaringan, lebih cepat untuk *converge*, tidak rentan terhadap *routing loop*, lebih sulit

untuk dikonfigurasi, membutuhkan lebih banyak memori dan *processing power*, lebih sedikit menghabiskan *bandwidth* dibanding *distance vector*, mengambil pandangan umum seluruh topologi jaringan. Yang termasuk *link-state* adalah OSPF, IS-IS.

2.3.2 *Classful dan Classless Routing*

Untuk meningkatkan efisiensi, biasanya sebuah jaringan yang relatif besar dipecah-pecah menjadi jaringan yang lebih kecil (*subnet*). Dimana setiap *subnet* mempunyai *subnetmask* yang terdiri dari *32-bit address mask* yang digunakan IP untuk mengidentifikasi bit-bit yang dimiliki alamat IP yang akan digunakan untuk alamat *subnet*.

- ***Classful Routing***

Routing protocol yang menggunakan *Classful Routing* memiliki *subnetmask* yang sama di setiap *subnet* yang berada dalam jaringannya.

- ***Classless Routing***

Routing protocol yang menggunakan *Classless Routing* memiliki *subnetmask* yang berbeda di setiap *subnet* yang berada dalam jaringannya.

2.3.3 *Routing Protocol*

Routed protocol merupakan protokol yang dijalankan dalam *internetwork*. Yang termasuk dalam *routed protocol* adalah *Internet*

Protocol (IP), DECnet, *AppleTalk*, Novell *NetWare*, OSI, Banyan VINES, and Xerox Network System (XNS).

Routing protocol merupakan protokol yang mengimplementasi algoritma *routing*, seperti algoritma *distance vector* dan algoritma *link-state*. Intinya, *Routing protocol* digunakan untuk membangun tabel yang digunakan untuk menentukan pemilihan jalan dari *routed protocol*.

Routing protocol terbagi menjadi dua bagian, antara lain:

- ***Interior Gateway Protocols (IGPs)***

Routing protocol ini mengatur pertukaran informasi di dalam sebuah *Autonomous System* (AS). AS merupakan sebuah jaringan yang dikontrol dalam sebuah administrasi teknis dan mempunyai *interior routing protocol* yang sama. Protokol yang termasuk *interior routing protocol* adalah *Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)*, *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (Enhanced IGRP)*, *Open Shortest Path First (OSPF)*, *Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)*, dan *Routing Information Protocol (RIP)*.

- ***Exterior Gateway Protocols (EGPs)***

Routing protocol ini mengatur pertukaran informasi antar AS. *Routing protocol* yang termasuk dalam *exterior routing protocol* adalah *Exterior Gateway Protocol (EGP)*, *Border Gateway Protocol (BGP)*.

2.3.3.1 Routing Information Protocol (RIP)

RIP merupakan *routing protocol IGP* yang menggunakan algoritma *distance vector* dengan maksimal *hop count* 15. Yang berarti jika *hop count* mencapai 16, maka paket dianggap tidak sampai. *Hop count* merupakan jumlah *router* yang harus dilewati oleh *router* untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

RIP menggunakan UDP untuk pengiriman pesan, yang berarti pengiriman data tidak terjamin.

Load balancing RIP dilakukan jika ada *hop count* yang sama untuk menuju ke tujuan yang sama.

RIP mempunyai dua versi, versi satu dan versi dua. Versi satu menggunakan sistem pengiriman *broadcast*. Sedangkan RIP versi dua menggunakan sistem *multi-cast*.

RIP menggunakan *split horizon* dengan *poison reverse*.

RIP menggunakan tiga macam *timer* (penghitung waktu) untuk mengatur kinerjanya, antara lain:

- *Route Update Timer*

menyebarkan *update* setiap tiga puluh detik.

- *Hold-Down Timer*

Menentukan seberapa lama *router* harus menunggu sebelum menentukan sebuah *router* tidak bekerja (*invalid*). Secara *default*, *hold-down timer* RIP adalah sembilan puluh detik.

- *Route Flush Timer*

Menentukan seberapa lama *router* harus menunggu, setelah *router* menentukan bahwa *router* tidak bekerja, untuk menghapus datanya dari *routing table*. Sebelum menghapus data tersebut, *router* akan memberitahu *router* lainnya bahwa *router* tersebut sudah tidak aktif.

2.3.3.2 Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)

IGRP menggunakan algoritma *distance vector*, yang hanya dimiliki oleh Cisco. Dengan kata lain, IGRP hanya dapat digunakan jika menggunakan peralatan Cisco.

IGRP mempunyai maksimal *hop count* 255. Secara *default*, *hop count* IGRP adalah 100. IGRP menggunakan *metric bandwidth, delay, load, reliability* sebagai dasar perhitungan *cost* suatu *route*. Tapi *default*-nya, IGRP menggunakan *metric bandwidth* dan *delay*. IGRP bisa melakukan *Load balancing* hingga 6 *link* yang berbeda dengan dasar *bandwidth*. IGRP merupakan *classful protocol* yang berarti penggunaan *subnetmask* harus sama di setiap *subnet*. IGRP sendiri membutuhkan 4 timer untuk mengontrol kinerja, antara lain:

- *Update Timer*

Menyebarkan *routing update* yang di-*broadcast* setiap sembilan puluh detik.

- *Invalid Timer*

Menentukan seberapa lama *router* harus menunggu sebelum menentukan sebuah *router* tidak bekerja (*invalid*). Secara *default*, *invalid timer* IGRP adalah tiga kali *update timer*, yang berarti dua ratus tujuh puluh detik.

- *Hold-Down Timer*

Secara *default*, *Hold-Down timer* IGRP adalah tiga kali *update timer* ditambah sepuluh, yang berarti dua ratus delapan puluh detik.

- *Flush Timer*

Menentukan seberapa lama *router* harus menunggu, setelah *router* menentukan bahwa *router* tidak bekerja, untuk menghapus datanya dari *routing table*. Secara *default*, *Hold-Down timer* IGRP adalah tujuh kali *update timer* ditambah sepuluh, yang berarti enam ratus tiga puluh detik.

2.3.3.3 Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

EIGRP menggunakan *advanced Cisco distance vector interior routing protocol*. Dengan kata lain, EIGRP hanya dapat digunakan jika menggunakan peralatan Cisco.

EIGRP menggunakan *Diffusing Update Algorithm (DUAL)* untuk menjamin operasi yang bebas *loop* selama penghitungan *route*, sehingga semua *router* yang terlibat dapat bertukar informasi

dalam waktu yang sama. Dengan adanya DUAL, maka jaringan cepat konvergen.

EIGRP mendukung *Variable-Length Subnetwork Masks* (VLSMs), yang berarti *subnetmask* yang digunakan setiap jaringan tidak harus sama. VLSM dilakukan dengan harapan dapat meningkatkan jumlah alamat yang bisa dipakai.

EIGRP menggunakan *algoritma distance vector* dengan maksimal *hop count* 224 namun juga dilengkapi dengan beberapa kemampuan OSPF. Pemilihan *route* dilakukan berdasarkan *bandwidth, delay, reliability, load*. Namun secara *default*, EIGRP menggunakan *bandwidth* dan *delay*.

EIGRP *multicast routing updates* dengan menggunakan 224.0.0.10 yang dipicu oleh perubahan jaringan.

EIGRP menyimpan 3 buah *database*, antara lain:

- *neighbor table* merupakan daftar *adjacent routers*.
- *topology table* berisi topologi jaringan untuk setiap protokol jaringan yang dikonfigurasi.
- *routing table* berisi *route* terbaik ke tujuan.

2.3.3.4 Open Shortest Path First (OSPF)

OSPF merupakan *link-state routing protocol* yang didasarkan standar yang boleh digunakan oleh umum. OSPF mengumpulkan informasi dari *neighbor routers* tentang status *link*

setiap *router* OSPF. Informasi dikirim ke semua *router* tetangganya. Sebuah *router* mengumumkan *link-states*-nya sendiri dan mengirimkan *link-states* yang diterimanya. Ketika sebuah *link* nyala ataupun mati, sebuah *link-state advertisement* (LSA) dibuat.

Menurut RFC2370, OSPF mempunyai 11 tipe LSA, yaitu:

1. *Router* LSA

Tipe LSA ini dibuat untuk setiap area yang terhubung ke *router* dan hanya disebar dalam area OSPF tersebut. *Router* LSA menjelaskan biaya dan status *link router* dalam area.

2. Network LSA

Network LSA dibuat oleh DR dalam jaringan multi-akses dan mengandung informasi untuk semua *router* yang terhubung dengan jaringan multi-akses.

3. Network Summary LSA

Tipe LSA ini dihasilkan oleh ABR, disebar ke area OSPF selain area 0, dan mengandung informasi mengenai prefix inter-area OSPF.

4. ASBR Summary LSA

Tipe LSA ini dihasilkan oleh ABR dan mempunyai format yang sama seperti Network Summary LSA, namun ASBR Summary LSA hanya berisi lokasi sebuah ASBR bukan informasi prefix IP yang spesifik.

5. *AS External LSA*

Tipe LSA ini dihasilkan oleh ASBR dan mengandung informasi mengenai prefix diluar domain OSPF.

6. *Multicast OSPF LSA*

Tipe LSA ini digunakan ketika OSPF menggunakan *multicast*.

7. *NSSA External LSA*

NSSA External LSA dihasilkan oleh ASBR ketika sebuah area telah dikonfigurasi sebagai NSSA. External routes hanya disebarakan dalam NSSA.

8. *External Attributes LSA* untuk *Border Gateway Protocol*

Tipe LSA ini digunakan dalam internetworking OSPF dan Border Gateway Protocol(BGP).

9. *Opaque LSA*

Opaque LSA tipe 9 dibanjiri dalam sebuah subnetwork lokal.

10. *Opaque LSA*

Opaque LSA mengandung informasi yang harus dibanjiri dalam sebuah area namun tidak diteruskan di luar perbatasan area yang berhubungan.

11. *Opaque LSA*

Opaque LSA yang dibanjiri kemanapun selain area *stub*. LSA ini setara dengan tipe LSA 5.

Sebuah *router* menyadari ada perubahan dalam topologi jaringan, jika :

- *Router* tersebut kehilangan koneksi pada jaringan yang terhubung, baik pada *layer* 1 maupun *layer* 2.
- *Router* tersebut tidak menerima sejumlah pesan Hello OSPF yang berurutan dan telah ditentukan.
- *Router* tersebut menerima *update* LSA dari *adjacent neighbor*, yang memberitahu ada perubahan dalam topologi jaringan.

Sekumpulan LSA yang dihasilkan semua *router* disebut sebagai *link-state database*. *Router* memproses informasi tentang *link-states* dan membangun *link-state database*. Oleh karena itu, setiap *router* mempunyai informasi *link-states* dan *neighbors* dari setiap *router*. Jika LSA baru, maka *route* ditambahkan ke dalam database dan di-*flood* ke *links* yang lain. Jika nomor urutan LSA sama, maka *router* tidak menggubris LSA tersebut. Namun jika nomor urutan LSA lebih tua, maka *router* akan mengirimkan LSA yang lebih baru ke pengirim LSA yang lebih tua tersebut.

Setiap *router* juga mempunyai *adjacency database* yang berisi daftar *neighbor routers* dimana *router* tersebut telah membangun komunikasi dua arah secara langsung.

Untuk mengurangi jumlah pertukaran informasi *routing* antar beberapa *neighbor* dalam jaringan yang sama, *router-router*

OSPF memilih sebuah *designated router* (DR) dan sebuah *backup designated router* (BDR). OSPF mengenali empat kelas *router*, antara lain :

- *Internal router* merupakan *router* yang berada di dalam satu area
- *Area border router* (ABR) menghubungkan 2 atau lebih area.
- *Backbone router* (BR) merupakan *router* yang terhubung dengan dua atau lebih area.
- *AS boundary router* (ASBR) berkomunikasi dengan *router* yang berada di AS lain.

OSPF mendukung tiga macam koneksi dan jaringan, antara lain: *point-to-point lines* antara dua *router*, dan jaringan *multiaccess* dengan *broadcasting* ataupun *nonbroadcasting*. *Router* OSPF menentukan *router* mana yang menjadi *adjacent* berdasarkan tipe jaringan yang terhubung. Menurut Brent, D. Stewart, ada empat macam jaringan yang dikenali oleh *interfaces* OSPF, antara lain:

- *Broadcast multiaccess*
Pada tipe jaringan ini, jumlah *router* yang akan dihubungkan tidak diketahui. Jika setiap *router* harus membangun *adjacency* penuh dengan setiap *router* dan

saling bertukar informasi dengan setiap *neighbor*-nya maka akan terjadi *overhead*.

Untuk menanggulangi masalah *overhead* tersebut, maka dilakukan pemilihan DR. Dimana *router* DR akan *adjacent* ke semua *router* dalam *broadcast* segment. Semua *router* dalam segment akan mengirim informasi *link-state* ke DR. DR yang akan menyebarkannya dengan alamat *multicast* 224.0.0.5 ke semua *router* OSPF. Jika DR gagal, maka *router* yang dipilih sebagai BDR akan menggantikan DR dalam melakukan tugasnya. Untuk meyakinkan DR dan BDR melihat *link-states* semua *router*, digunakan alamat *multicast* 224.0.0.6.

- Jaringan *Point-to-point*

Tipe jaringan ini tidak memerlukan pemilihan DR dan BDR, karena kedua *router* tersebut mempunyai *adjacent* penuh. Contoh *broadcast multiaccess* antara lain : Ethernet, Token Ring, atau FDDI.

- *Nonbroadcast multi-access* (NBMA)

NBMA melakukan pemilihan DR dan BDR. Contoh NBMA antara lain PPP, HDLC.

- *Point-to-multipoint*

Tipe jaringan ini biasanya dikonfigurasi oleh seorang *administrator*, sehingga tidak memerlukan pemilihan DR dan BDR.

Area merupakan suatu jaringan atau sebuah kelompok jaringan yang berurutan. Area *backbone* disebut sebagai area 0. Menurut Bill P., pada area 0, jaringan OSPF mengenali beberapa tipe area, antara lain:

- *Standar area*

Area ini dilihat sebagai sebuah SPF *domain* ke dalam dirinya sendiri. Setiap *router* mengetahui tentang setiap prefiks di dalam area, dan mempunyai database topologi yang sama.

- *Stub area*

Area ini tidak akan menerima rangkuman *route* dari luar AS. Area ini berguna karena dapat melindungi *router* yang kurang kuat dari *router* luar yang bagus.

- *Not so stubby area*

Area ini merupakan *stubby area* yang dapat merubah informasi dari luar sehingga dapat dikirim ke area 0.

- *Totally stubby area*

Area ini tidak menerima rangkuman LSA dari luar area maupun AS. *Totally stubby area* melindungi *router-*

router internal dengan memperkecil *routing table* dan merangkum semua yang berada di luar area dengan sebuah *default route*.

Ada lima macam pesan yang dikenali dalam OSPF:

- *Hello* untuk menemukan siapa tetangganya.
- *Link-state update* yang menyediakan biaya pengirim ke tetangganya.
- *Link-state ack* yang *Acknowledges link-state update*.
- *Database description* mengumumkan *update* yang mana yang dimiliki pengirim.
- *Link-state request* untuk meminta informasi dari rekan.

Ketika sebuah *router* memulai proses *routing* OSPF pada sebuah *interface*, *router* tersebut mengirim sebuah *Hello packet* dan tetap mengirimnya secara teratur dalam jangka waktu yang sudah ditentukan. Jika *router* tersebut berada dalam jaringan *multi-access*, *Hello protocol* menentukan DR dan BDR. Kemudian setiap *router* mengirimkan LSA dalam *link-state update (LSU) packets*. Setiap LSA menjelaskan semua *link router*. Setiap *router*, yang menerima LSA dari tetangganya, mencatat LSA tersebut ke dalam *link-state database*. Setelah database lengkap, setiap *router* menghitung untuk membuat topologi logikal yang bebas loop.

Kelebihan OSPF antara lain: mendukung multi-area, adanya fitur *stub* area, menggunakan *multicast* untuk routing update, memiliki fitur autentikasi, mendukung penggunaan VLSM, mendukung *summarization*.

2.3.3.5 Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)

IS-IS merupakan protokol IGP yang digunakan oleh *router* untuk menentukan jalan yang terbaik untuk mengirim *datagram* atau paket melalui jaringan *packet switching*. IS-IS menganut algoritma *link-state*. IS-IS menyebarkan status *link* dengan menggunakan *link-state packets* (LSPs). IS-IS menggunakan dasar model OSI dan bisa mendukung jaringan yang lebih besar dibanding dengan OSPF walaupun dengan peralatan yang sama. IS-IS diadaptasi untuk mengirim paket-paket IP sebagai tambahan paket-paket *Network Service Access Point* (NSAP).

2.3.3.6 Border Gateway Protocol (BGP)

BGP merupakan EGP yang menggunakan algoritma *distance vector*. Sesuai dengan yang tertulis pada BGP sering digunakan diantara AS yang membentuk *Internet Service Provider* (ISP) dan ISP-clients.

Tetangga BGP bertukar semua informasi *routing* ketika koneksi TCP antara tetangga pertama kali terjalin. Ketika perubahan terhadap *routing table* diketahui, *router* BGP mengirim *route* yang berubah dan

optimal route ke tetangganya. *Router* BGP tidak mengirimkan *update routing* secara berkala.