

WIDE AREA NETWORK TOPOLOGY

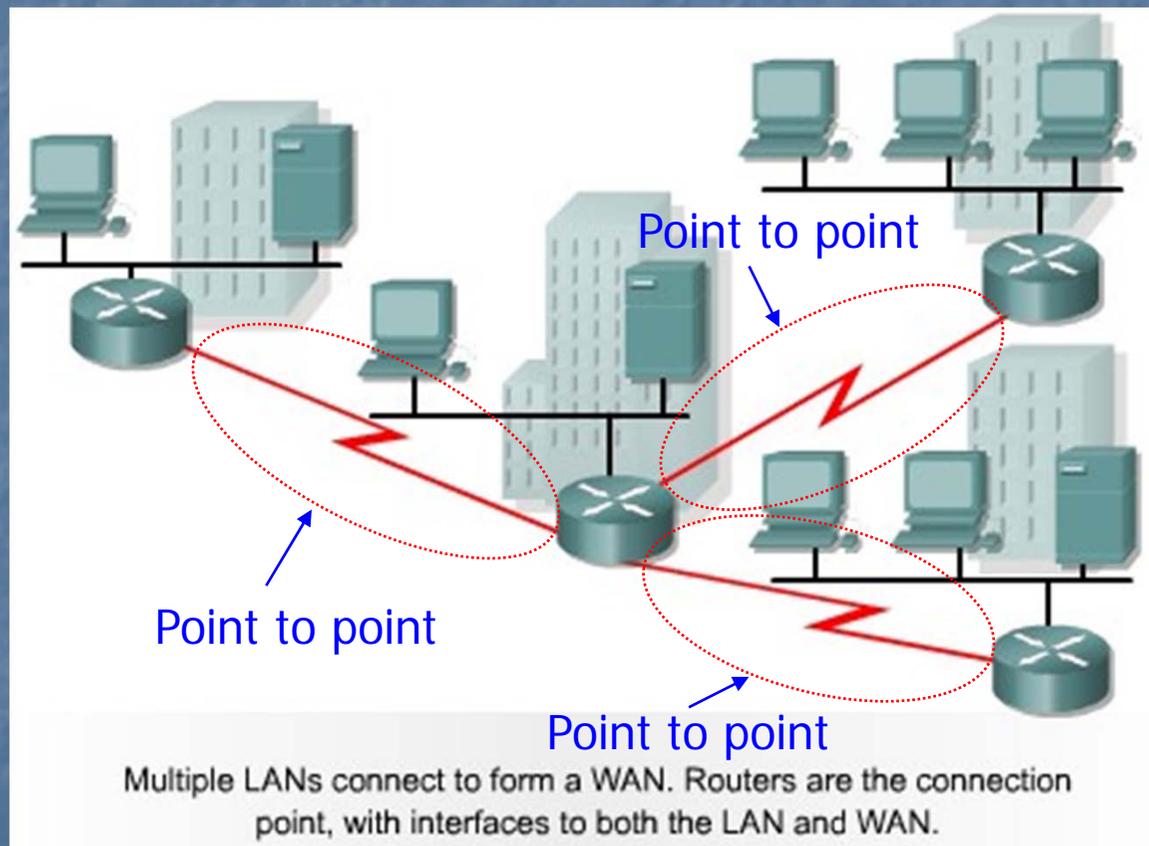
Candra Setiawan
Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya

Wide Area Network Topology (WAN)

- *Network configuration* yang dirancang untuk membawa data pada jarak yang jauh. Tidak seperti LANs, yang dirancang untuk berhubungan dengan komputer yang banyak dan membawa data antar banyak sistem, Topologi WAN biasanya menggunakan *Point to Point*. *Point to Point* maksudnya bahwa teknologi yang dikembangkan hanya untuk mendukung dua *node* dalam mengirim dan menerima data. Dan jika berbagai node/komputer memerlukan akses ke WAN, suatu LAN akan ditempatkan di belakang WAN untuk menyediakan fungsi ini.

- Gambar dibawah memperlihatkan tipe dari connectivitas ini. Device yang berkomunikasi secara langsung pada WAN adalah dua Router. Router menyediakan connectivitas dari *single point* menuju sistem lain. Device lain yang dibutuhkan untuk menggunakan WAN harus berkomunikasi melalui kedua Router.

Hanya dua Router yang berkomunikasi secara langsung pada WAN.

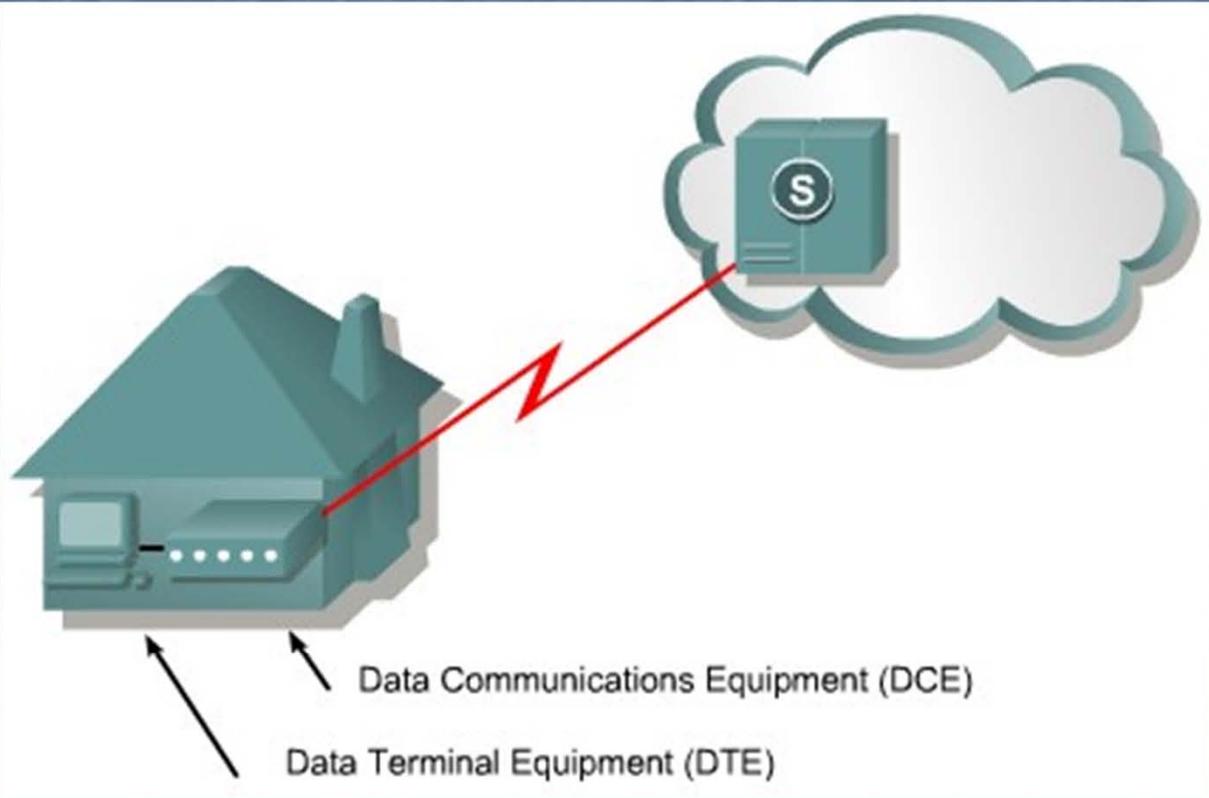


- Didalam WAN banyak terdapat banyak terdapat istilah-istilah yang harus kita pahami antara lain:
- **Central Office (CO)** adalah fasilitas *Local Exchange Carriers*/perusahaan yang menyediakan jasa WAN yang terdekat dengan si pelanggan

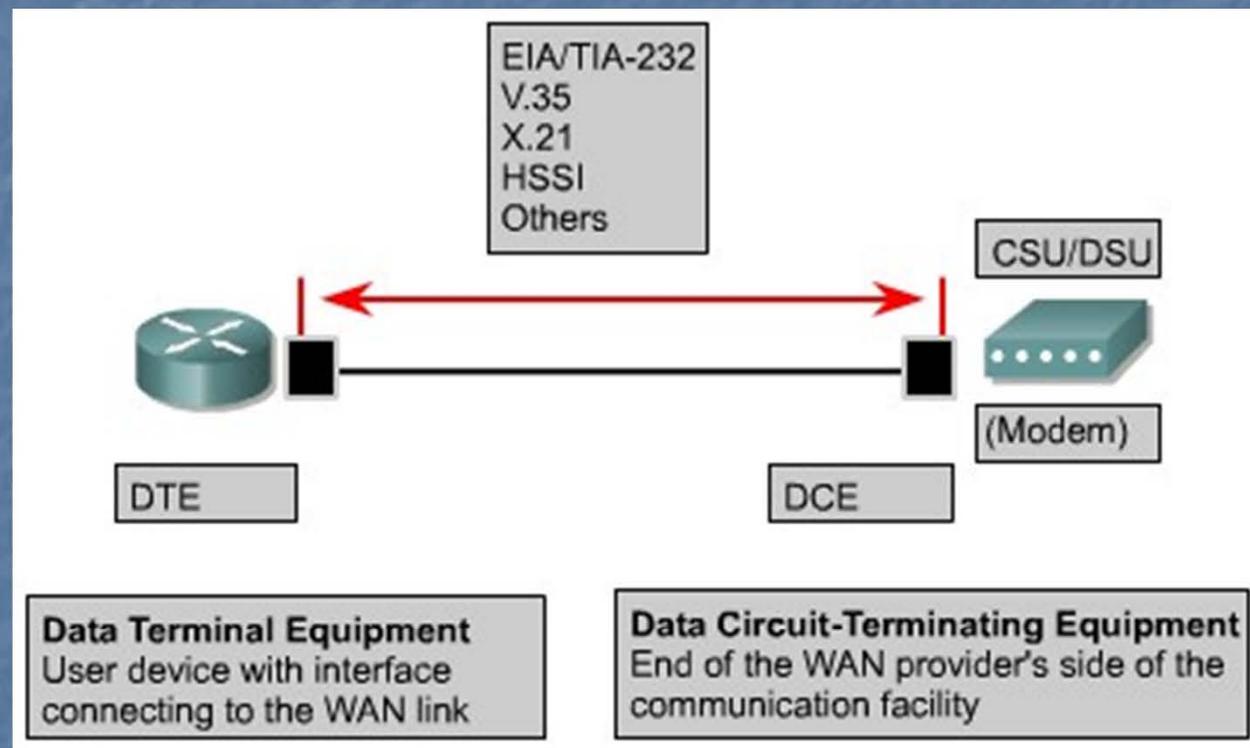
- **Customer Premise Equipment (CPE)** adalah device yang berada ditempat pelanggan, baik itu peralatan yang dimiliki secara pribadi oleh pelanggan (DTE) maupun peralatan yang merupakan sewaan dari *Local Exchange Carriers* (DCE). Karena selain dari peralatan pribadi milik pelanggan diantara peralatan itu juga terdapat peralatan yang merupakan milik dari penyedia jasa layanan yang disewakan kepada pelanggan selama pelanggan tersebut memakai jasa layanan tersebut.

- **Data Terminal Equipment (DTE)** adalah peralatan milik pribadi si pemakai jasa layanan atau pelanggan dan peralatan tersebut berada ditempat pelanggan. Peralatan ini memiliki interface yang dapat dihubungkan ke WAN link. Contoh peralatan ini adalah *router* dan *bridge*

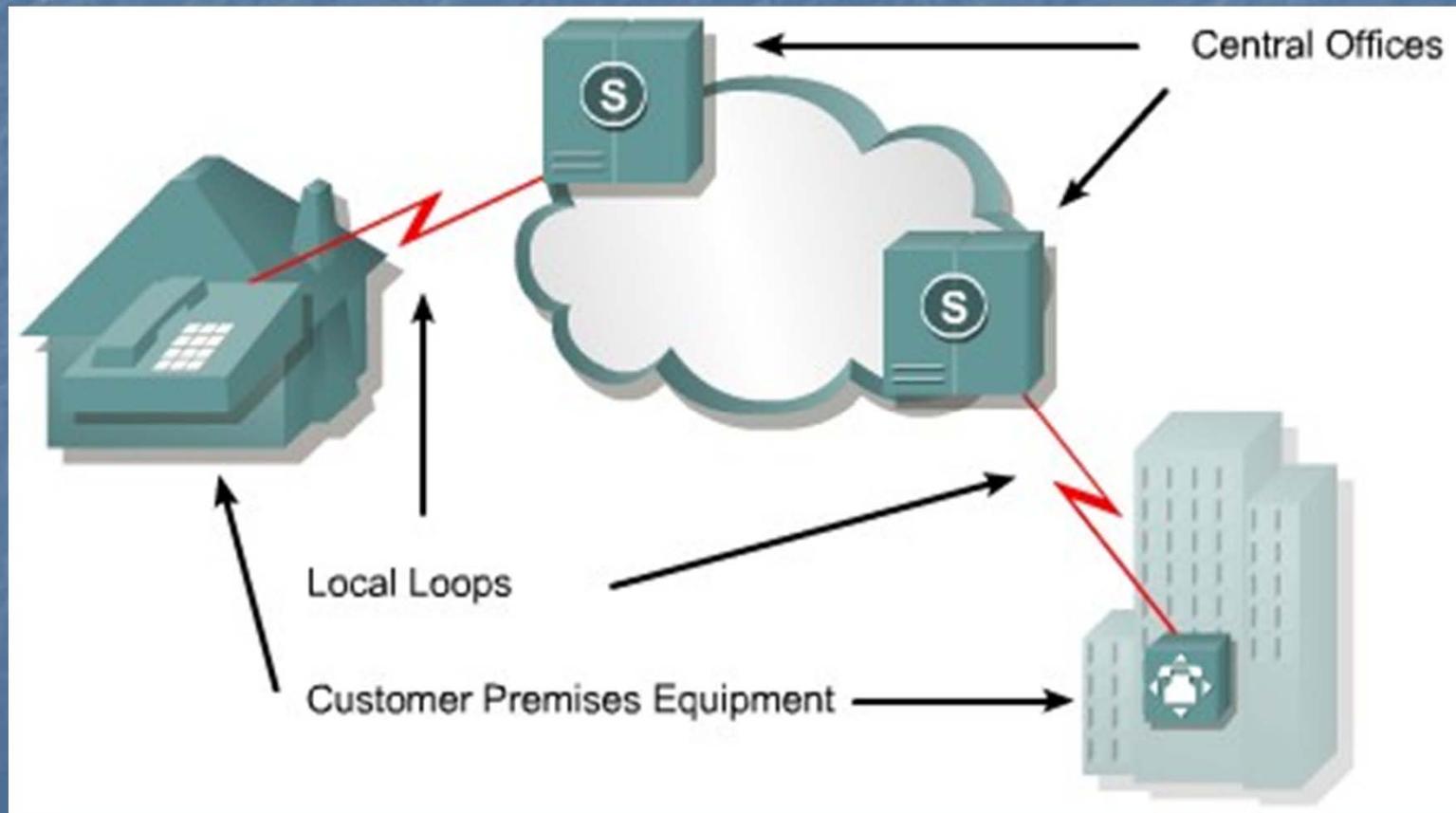
- **Data Circuit Terminating Equipment (DCE)**
Fasilitas komunikasi yang dimiliki oleh penyedia jasa layanan WAN, yang disewa oleh pemakai jasa layanan dan berada di tempat pemakai jasa layanan, berfungsi untuk mentranslasikan data dari DTE menjadi data yang dimengerti oleh protokol WAN, peralatan itu antara lain DSU/CSU, NT1, modem, dan jika layanan itu berupa layanan frame relay maka peralatan itu berupa Packet Switcher



- **Data Service Unit (DSU)** adalah peralatan yang menyesuaikan physical interface dari DTE ke fasilitas transmisi seperti T1. DSU juga berfungsi mengatur timing jaringan
- **Channel Service Unit (CSU)** adalah peralatan digital interface yang menghubungkan peralatan pemakai dengan jaringan digital telepon lokal. Biasanya CSU/DSU tergabung menjadi suatu peralatan. CSU/DSU ada juga yang buat ke dalam bentuk interface card pada router.



- **Demarc** adalah batas pemisah antara CPE dan CO.
- **Local Loop** adalah jalur telekomunikasi antara Demarc sampai CO.



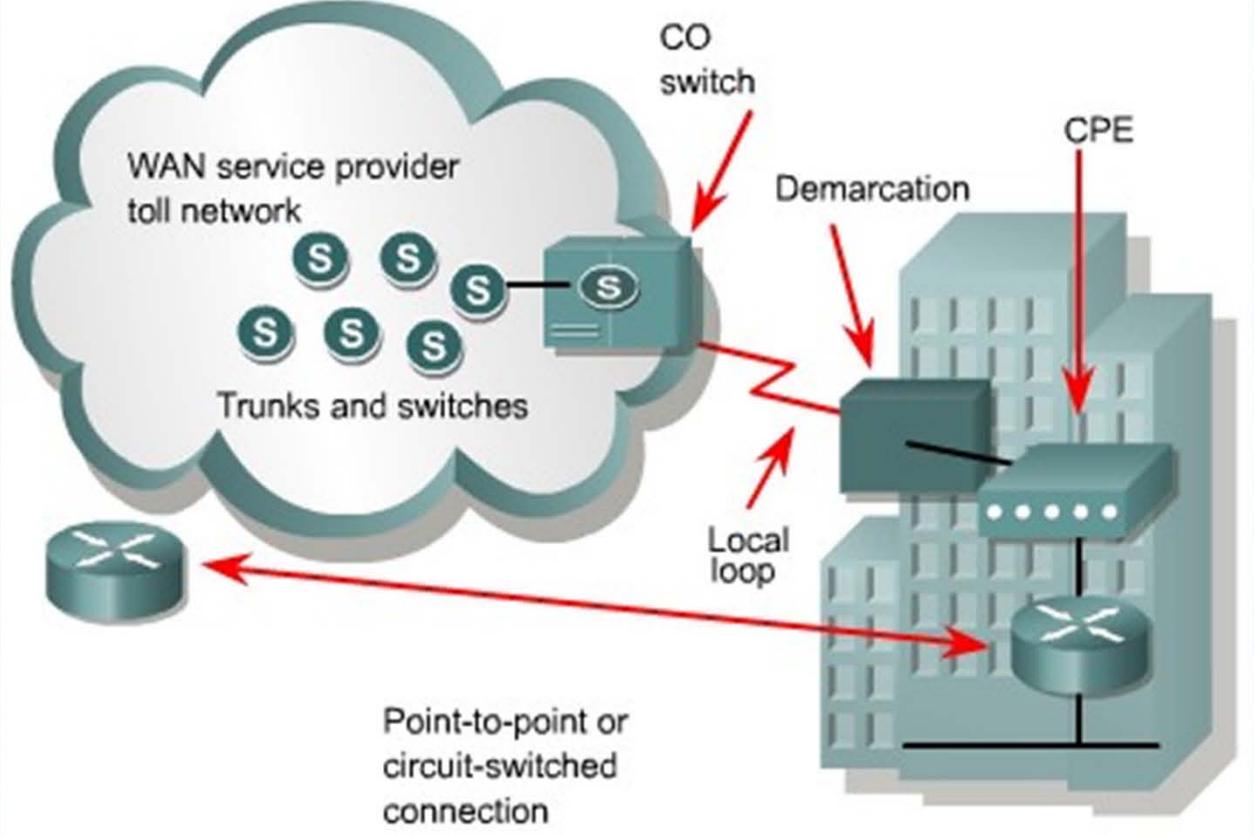
LOCAL EXCHANGE CARRIERS

- Suatu Local Exchange Carriers adalah suatu organisasi/perusahaan yang mampu menyediakan jasa WAN pada suatu tingkatan lokal. Sebahagian besar penyedia jasa layanan ini adalah perusahaan telepon publik, suatu *Local Exchange Carriers* juga dikenal sebagai *telco*. Kebanyakan *Local Exchange Carriers* menyediakan connectivitas WAN dari 56K sampai 622 Mb.

- Karena *Exchange Carriers* menangani kebutuhan WAN kita, tentu pertama kali kita harus bisa berhubungan dengan *Carriers* tersebut. Ini dilakukan dengan membuat suatu koneksi antara kita dan fasilitas *Local Exchange Carriers* terdekat, yang biasanya dikenal sebagai *Central Office* atau *CO*. *Local Exchange Carriers* akan membuat suatu sirkuit antara kita dengan layanan yang disediakaninya.

- Pada peralatan yang berada pada pemakai jasa layanan terdapat suatu titik dikenal sebagai demarc/pembatas (demarkasi), yang membatasi antara peralatan networking kita dengan peralatan *local exchange carriers*/penyedia jasa layanan. Ini menjadi titik batas network kita dengan penyedia jasa layanan.

- Jika demarc berada pada ruang yang sama dengan perangkat keras jaringan dan server kita, ini memudahkan kita melakukan perbaikan jika terjadi suatu troubleshooting pada hardware dan WAN link. Jika demarc kita berada pada bangunan lain atau berada pada lantai lain, kita memerlukan suatu kabel yang panjang, dan menyulitkan perbaikan karena berada ditempat yang berbeda. Dengan menempatkannya pada tempat yang sama ini akan memudahkan kita.

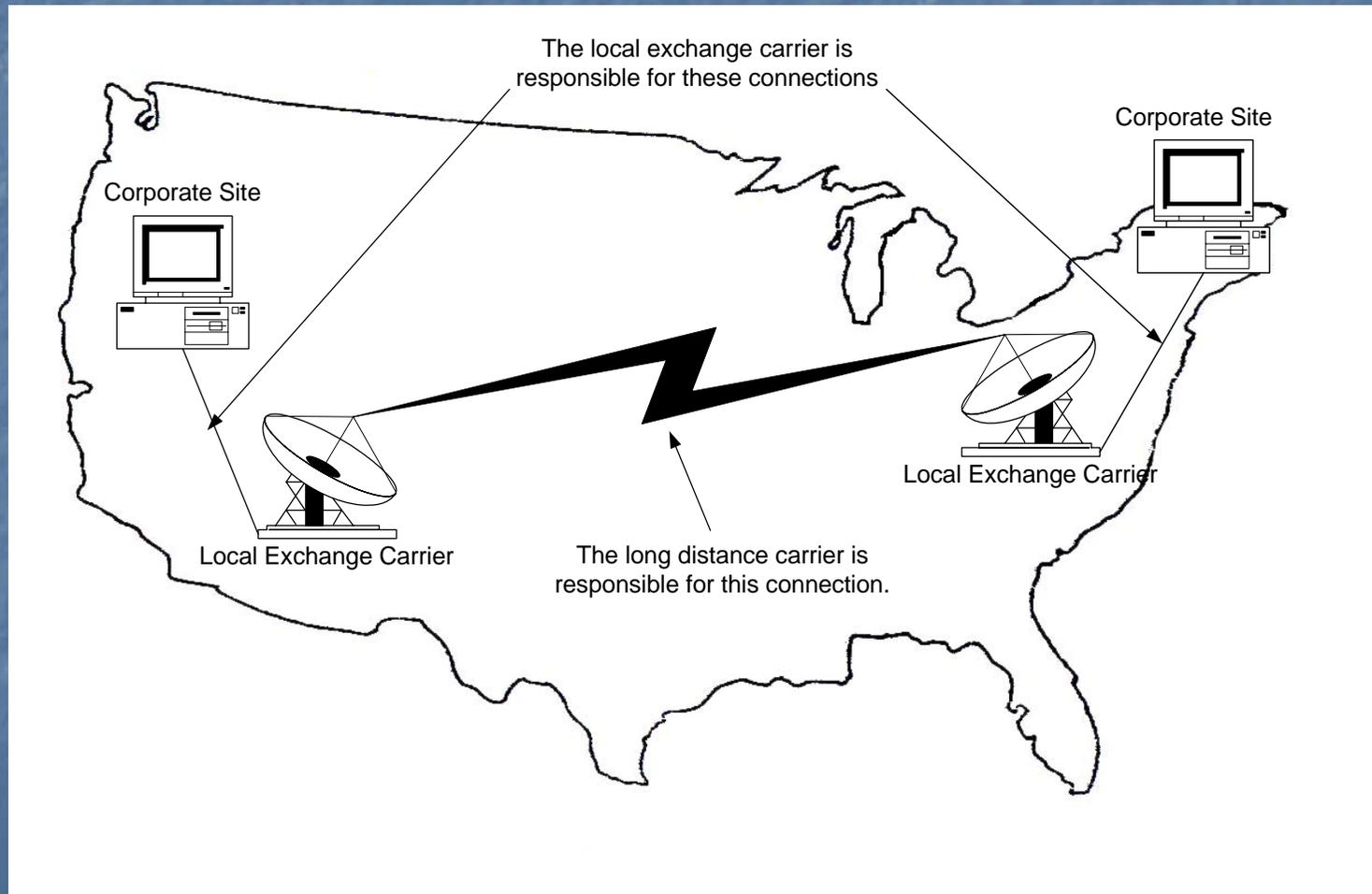


Geographically Large WAN

- Jika kita membangun suatu WAN dimana menghubungkan satu LAN dengan LAN yang lain. Maka kedua LAN tersebut sama-sama memerlukan *local exchange carriers* dan *local exchange carries* tersebut harus bisa berhubungan dengan *local excghane carriers* lain pada lokasi yang lain.

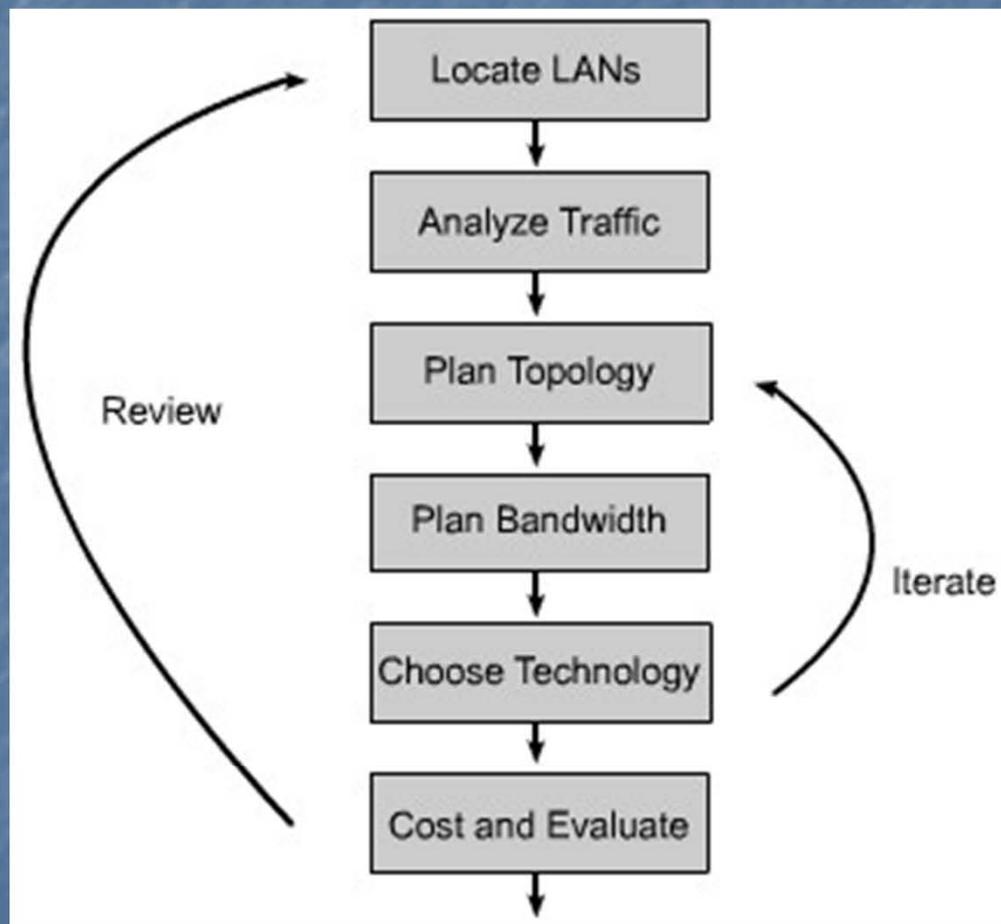
- Jika *local exchange carriers* tersebut berhubungan dalam suatu jarak yang jauh, maka *local exchange carriers* tersebut memerlukan suatu *Long-Distance Carriers*. Contoh *Long-Distance Carriers* seperti AT&T, Sprint, dan MCI dimana menghubungkan *local exchange carriers* pada suatu lokasi yang disebut *Point of Presence (POP)*. POP, merupakan titik penghubung antara *local exchange carriers* dan *long distance carriers* lain, tiap kota yang besar biasanya memiliki lebih paling sedikit lebih dari satu POP dan kota besar utama bisa memiliki lebih dari satu POP.

- Contoh bagaimana *local exchange carries* membawa data pada circuit kita.



WAN Options

- Teknologi WAN dibagi kedalam tiga kategori. Sebelum memutuskan teknologi WAN mana yang akan kita gunakan, kita harus mengevaluasi bagaimana kita merencanakan untuk menggunakan circuit dan seperti seperti apa data yang akan ditransmisikan. Kita harus tahu seberapa banyak bandwidth yang kita butuhkan, *Cost* untuk WAN tersebut dan lain-lain



Bandwidth on demand.

- Ini meliputi teknologi seperti dial-up yang analog dan ISDN. Teknologi hanya digunakan pada saat kita butuh untuk mengirimkan data, kita bisa memutus connectivitas jika data sudah dikirim, jadi pemakaiannya tidak terus-menerus, dan kita hanya membayar biaya koneksi sesuai dengan banyaknya pemakaian kita, mirip seperti penggunaan telepon. Teknologi ini terbaik digunakan ketika connectivitas kebutuhan WAN bersifat sporadis. *Bandwidth on demand* bisa digunakan secara efektif sebagai *backup* untuk menyediakan *fault tolerance* untuk suatu WAN dan hanya dipakai pada saat terjadi kegagalan *link* utama, sehingga WAN maka tetap bisa saling berhubungan dengan menggunakan teknologi ini.

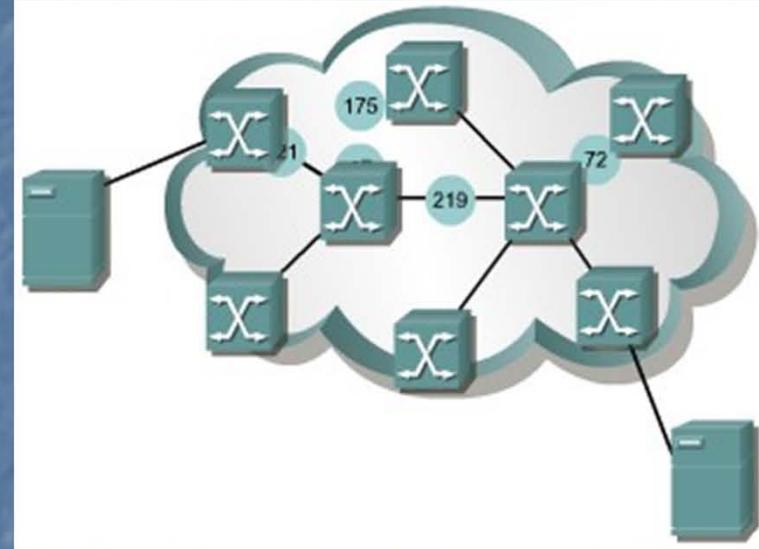
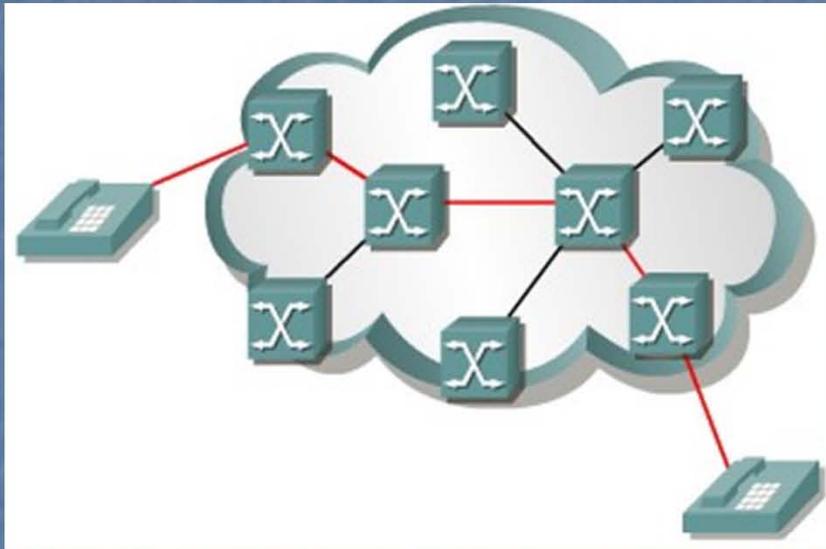
Private Circuit

- Merupakan teknologi yang menawarkan *security* dan *Quality of Service (QoS)* yang lebih terutama terhadap aplikasi yang sensitif terhadap *delay* waktu. *Leased Lines, T1,* dan *T3* merupakan topologi *private circuit*.

Shared Media

- Teknologi ini tidak menawarkan QoS yang tinggi tetapi biaya sewa lebih murah jika dibandingkan dengan teknologi lain seperti *Private Circuit*. *Frame relay* adalah suatu *shared-media* topologi dan biayanya lebih murah dibanding topologi *private circuit*. Sebahagian besar perusahaan-perusahaan menjalankan WAN dengan menggunakan *frame relay*.

- Satu hal yang dapat membingungkan adalah bahwa sekalipun kita menggunakan solusi shared-media, kamu masih memerlukan suatu *private circuit* untuk berhubungan dengan suatu CO. Sebagai contoh, jika WAN kita menggunakan Frame Relay, tetapi kita akan tetap membutuhkan suatu T1 dan DSL circuit untuk menghubungkan WAN kita ke *Frame Relay Cloud*. Perbedaan yang riil antara *private circuit* dan *shared media* adalah metoda connectivitas yang digunakan pada CO.

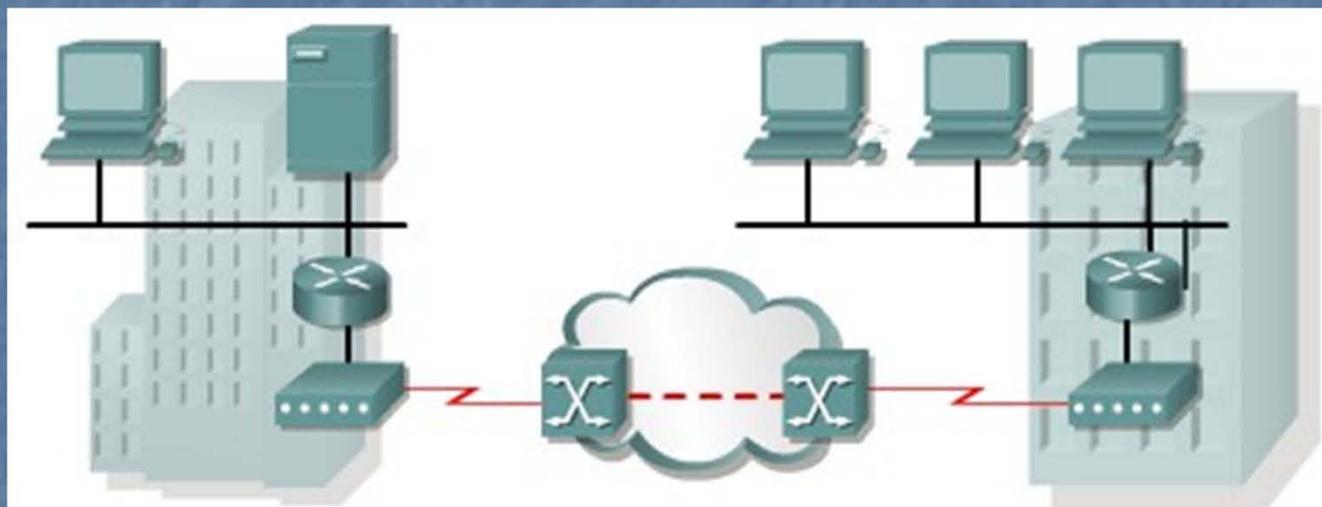


DIAL-UP ANALOG

- Koneksi Dial-Up Analog menggunakan jalur Public Telephone Network (PTN) untuk membuat *end-to-end connection*. Kebanyakan komunikasi data ini menggunakan suatu modem (modulator/demodulator) untuk mendial nomor telepon yang ingin kita hubungi.

- Public Telephone Network sesungguhnya dirancang untuk membawa suara, dimana tidak membutuhkan bandwidth yang besar. Inilah alasan mengapa modem connection berada dalam range *Kilobit* bukan range *Megabit*. Karena lebih layanan suara lebih mudah dilakukan dengan menggunakan analog connection, sehingga jaringan telepon didesain untuk membawa sinyal analog bukan digital, Jalur analog ini dikenal sebagai *Plain Old Telephone Service*.

- Modem merubah sinyal digital dari komputer menjadi sinyal analog. Sinyal analog ini kemudian dikirim melalui jalur dial-up menuju POP, dimana akan dikonversi lagi menjadi sinyal digital. Dari POP sinyal ini diubah lagi kedalam bentuk analog kemudian dikirim melalui POTS, setelah diterima oleh Modem sinyal ini kemudian diubah lagi ke dalam bentuk digital. Walaupun analog masih digunakan untuk menghubungkan tiap rumah, tetapi kebanyakan koneksi antara POP telah di-upgrade ke dalam bentuk digital.



WAN built with intermittent connections using a modem and the voice telephone network.

- Transmission rate analog sekitar 9600 bps. Tetapi modem sekarang mampu mencapai *throughput* sampai 28.8 Kbps dan bahkan 56 Kbps oleh dengan menggunakan *leveraging technology* seperti *Frequency shifting* dan *phase shifting*. Termasuk dengan *data Compression rate*, hingga mencapai 115 Kbps. 115 Kbps ini bukanlah transfer rate sebenarnya *effective rate through* dengan menggunakan *compression*.

- Sebagai contoh, suatu 33.6 K modem bisa mencapai *throughput rate* 115 Kbps melalui penggunaan *compression*, tetapi *raw transfer rate* tetap 33.6 Kbps.
- CATATAN. *Frequency shifting* dan *phase shifting* menggunakan lebih dari satu gelombang pembawa untuk memancarkan suatu sinyal. *Compression* dengan cara membuang *redundant character* dari data sebelum ditransmisikan.

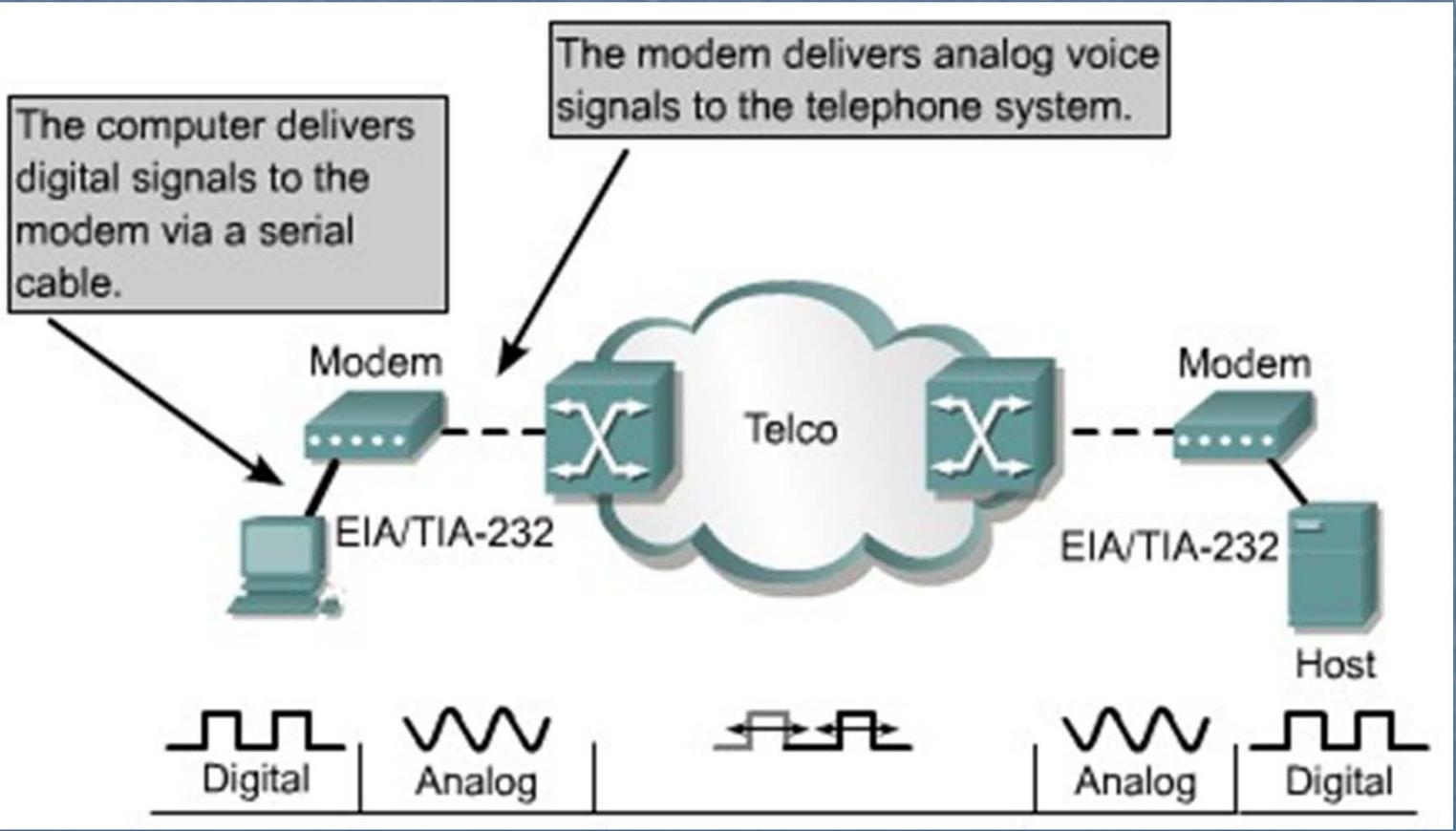
- Noise membatasi kecepatan sebuah modem, dimana noise dihasilkan pada saat translasi sinyal dari digital ke analog dan dari analog ke digital. Koneksi yang lebih cepat, lebih mudah terpengaruh oleh noise sehingga menjadi error yang diakibatkan oleh interferensi noise.

- *Modem Manufacture* harus mengikuti suatu aturan bahwa mereka harus membuat modem mentransfer data secepat mungkin, tetapi tidak terlalu cepat sehingga tidak mengakibatkan terjadinya noise yang menghasilkan error. 56 K modem mengatasi permasalahan noise dengan cara mengurangi translasi ini, sehingga mengurangi besarnya noise yang dihasilkan oleh circuit.

BAGAIMANA 56 K DITERIMA

- 56 K Modem mempunyai suatu prinsip bahwa mengkonversi sinyal digital ke analog menghasilkan lebih banyak noise daripada mentranslasi sinyal analog ke digital. Supaya 56K modem untuk bekerja dengan baik, sinyal tidak dikonversi lagi dari digital ke analog setelah meninggalkan modem, teorinya jika destination sistem mempunyai digital connection menuju local POP-nya, maka koversi dari digital ke analog tidak diperlukan lagi.

- Contoh, asumsikan kita menggunakan 56 K modem untuk berhubungan dengan Internet Service Provider (ISP). Ketika sinyal meninggalkan modem, ia akan dikonversi dari digital ke analog, sinyal kemudian melewati POTS menuju POP, dimana akan dikonversi lagi menuju sinyal digital, sinyal digital ini kemudian melewati digital backbone menuju ISP's POP, karena ISP mempunyai digital connection maka sinyal dari POP menuju ISP tidak perlu lagi mengalami konversi, Ini mengurangi proses konversi dari digital ke analog setelah sinyal meninggalkan modem.



KELEMAHAN DIAL-UP ANALOG

- Pertama, pada saat kita menghubungkan dua site dengan masing-masing menggunakan modem kita tidak bisa mengharapkan kecepatan 56 K connection. Karena masing-masing akan berhubungan dengan menggunakan POTS dan melakukan konversi dari digital dan analog untuk menuju ke POP (konversi dari digital ke analog menghasilkan lebih banyak noise).

- CATATAN. Ketika dua 56K modem terhubung melalui POTS, kecepatan koneksi akan dibagi kepada level tertinggi modem bisa bernegosiasi, pada umumnya antara 22 K dan 33.6K.

- Permasalahan kedua kecepatan dial-up connection sering diasumsikan mendekati kondisi sempurna dari telepon, tetapi itu merupakan sesuatu yang jarang terjadi. Meskipun *receiving station* menggunakan *digital connection*, 56 K modem berhubungan antara 45 K dan 53 K. Juga, kecepatan connection ini hanya tersedia pada *downstream traffic* (dari ISP ke modem kita). *Upstream* biasanya dibatasi pada kecepatan 33.6 K

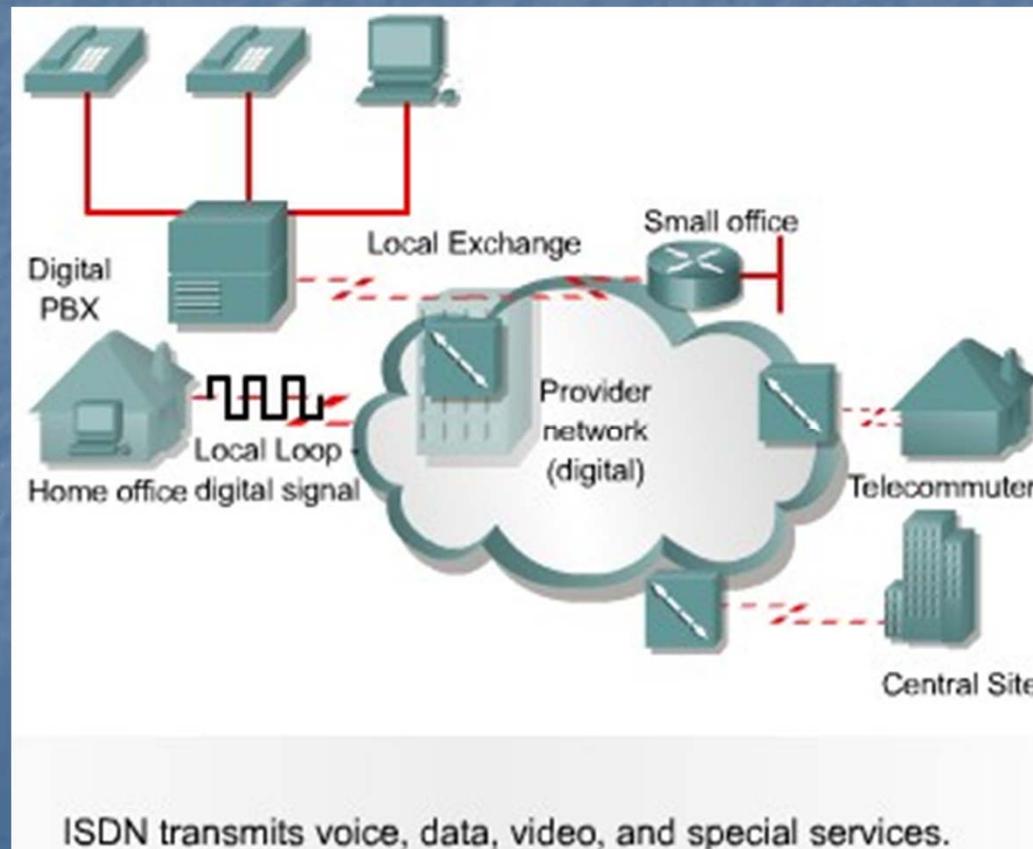
- Di dalam lingkungan bisnis, dial up analog sangat baik untuk load balancing, anda bisa juga menggunakannya sebagai *backup connection* untuk beberapa topologi WAN lain.

- Cisco Router mempunyai kemampuan memindahkan koneksinya ke *secondary connection* jika *primary connection* mengalami kegagalan, sebagai contoh, router di suatu perusahaan bisa dikonfigurasi untuk menggunakan *frame relay circuit* untuk berhubungan dengan *remote site* tetapi router tersebut bisa juga dikonfigurasi untuk menggunakan dial up, sehingga pada saat *frame relay* mengalami kegagalan maka *dial up* bisa menjadi alternatif untuk membangun koneksi tersebut

- APLIKASI SESUAI
- Aplikasi yang sesuai untuk dial-up analog:
- Home akses ke Internet
- Home akses ke Corporate Network
- Remote Management dari Network Hardware
- Backup connectivity terhadap layanan WAN

ISDN

- Integrated Service Digital Network (ISDN) adalah suatu layanan digital yang menggunakan Public Telephone Network (PTN) .



- Ada dua tingkatan layanan yang tersedia:
- Basic Rate Interface (BRI)
- Primary Rate Interface (PRI)

- *Basic Rate ISDN* mempunyai dua 64 Kb channel, yang sebut B channel (*bearer channel*), dan satu 16 Kb channel, yang disebut D channel (*delta channel*) atau **$2B+1D$** . Dua B channel digunakan untuk mengirimkan data. D channel fungsinya adalah sebagai pengendali atas channel-channel tersebut.
- *Primary Rate ISDN* mempunyai 23 B channel dan satu 64 Kbps D channel ($23B+1D$) dan mempunyai efektif throughput satu *T1 connection* (1.544 Mb).

UNDERSTANDING ISDN

- ISDN line menggunakan nomor telepon yang terpisah tiap channel, seperti *analog dial-up connection* yang mempunyai nomor telepon sendiri masing-masing tiap line, sebagai contoh, sebuah BRI connection akan mempunyai dua nomor telepon yang terpisah, masing-masing B channel mempunyai nomor telepon sendiri.

- Karena dua channel terpisah, maka ISDN bisa melakukan *load-balance* sebuah *connection* dengan menggunakan *second line* jika dibutuhkan atau tetap membiarkannya terbuka untuk komunikasi lain.

- Sebagai contoh, katakanlah kita menggunakan *ISDN connection* untk menjelajahi internet. Kita menjelajahi dari satu halaman web ke halaman web lain. Pada saat itu hanya satu *B channel* yang aktif, dengan efektif throughput 64 Kb, kemudian kita mendownload suatu file dengan ukuran 450 MB, *B channel* kedua akan aktif, sehingga meningkatkan *transfer rate* sampai 128 Kb, ini secara efektif akan memotong lamanya waktu download mendekati separuh, ketika file tersebut selesai di download maka B channel kedua akan drop, dan efektif throughput kita akan kembali ke 64 Kb.

- *B Channel* kedua bisa juga digunakan untuk komunikasi yang berbeda, pada saat kita menjelajah web dengan *B channel* pertama, kita juga bisa menggunakan *B channel* kedua untuk percakapan telepon maupun mengirim dan menerima fax.

- Karena ISDN menggunakan digital transmission, secara tipikal lebih stabil daripada analog. Konektivitas ini bisa dilakukan dengan menggunakan ISDN card yang dipasang pada PC atau dengan menggunakan suatu hardware yang terhubung dengan network kita. Beberapa konfigurasi jaringan mengizinkan pemakai network untuk menggunakan suatu ISDN connection melalui hardware tersebut.

- ISDN bisa menyediakan bandwidth sesuai dengan kebutuhan kita, dan pada saat tidak digunakan connection akan *torn down*.

ISDN DRAWBACKS

- Jika kita menggunakan ISDN untuk berhubungan dengan internet, ingat bahwa connection hanya bisa established dari sisi kita, dan ini bukan suatu permasalahan jika mail server kita dan DNS server diletakkan pada Internet Service Provider.

- Yang bisa jadi masalah kalau seandainya kita ingin menghubungkan network perusahaan kita online ke Internet dan mail server diletakkan dikantor perusahaan kita. Dimana email server yang diletakkan dikantor kita tersebut harus memiliki *IP address* yang bisa dihubungi dari jaringan publik/internet.

- Sedangkan DNS berfungsi mentranslasikan nama email kita itu ke IP address tersebut. Pada saat seseorang mengirim email, DNS mengarahkan email tersebut menuju IP address mail server kita dan jika *ISDN connection* kita dalam keadaan *torn down* maka mail server tersebut tidak bisa dihubungi, sehingga pengiriman email tersebut akan tertunda dan bisa jadi tidak terkirim.

- Antara email dan *Domain Name System (DNS)* butuh suatu hubungan yang bersifat *bi-directional*. Jadi jika seseorang mengirim email melalui internet menuju perusahaan kita, maka email tersebut harus secara konstan bisa dihubungi. Karena *ISDN connection* bisa jadi dalam kondisi *brought up* maupun *torn down*, maka email kita mungkin bisa dihubungi dan juga bisa jadi tidak bisa dihubungi. Ini bisa menyebabkan email kita tertunda, atau bisa jadi terjadi hal yang lebih buruk, yaitu tidak terkirim.

- Jika suatu ISP menawarkan *ISDN network connection*, pastikan bahwa ISP tersebut bisa menjadi *hosting web server* kita, dan mampu melayani *DNS request* untuk kita, serta mampu menampung email kita sampai *connection* kita *brought up* dan *online* kembali sehingga email tersebut bisa terkirim pada kita.

- *One way connectivity* bisa juga menyebabkan problem jika kita menggunakan *ISDN connection* untuk menghubungkan sebuah *remote office*, kita harus secara spesifik mendesain *home office circuit* kita sehingga bisa dikenali oleh *remote office* (kemungkinan menggunakan dua nomor dial-up). Dengan kata lain, *home office* kita mungkin tidak bisa berhubungan dengan *remote office* sampai *connection* itu bisa dikenali oleh *remote office*.

- Karena ISDN itu digital, secara langsung tidaklah kompatibel dengan device seperti telepon analog dan *faxes*. Kita harus menggunakan suatu alat digital tambahan atau menggunakan suatu coder/decoder (codec). Suatu *codec* mengkonversi sinyal analog dari device ini ke sinyal digital.

APPROPRIATE APPLICATIONS

- Aplikasi yang paling sesuai untuk ISDN:
- Home Access ke Corporate Network
- Corporate Access ke Internet dengan user yang akses tidak terlalu banyak
- Backup connectivity untuk layanan WAN yang lain
- Connectivitas ke small remote-office site

LEASED LINES

- *Leased lines* adalah *dedicated analog* atau *digital circuits*, biaya sewa circuit ini berbasis *Flat-rate*. Maksudnya walaupun kita tidak menggunakan circuit tersebut, kita harus membayar *fixed monthly fee*. Dan tentu walaupun kita melakukan pemakaian yang banyak tidak ada biaya tambahan yang akan dibebankan.

- *Leased Lines* adalah *point to point connection* dimana digunakan untuk menghubungkan dua lokasi geografis yang berbeda. Kita tidak perlu mendial suatu no telepon untuk menuju destination

- Analog Leased Lines mempunyai tingkat error yang lebih rendah dari pada menggunakan dial-up line, dengan cara mengurangi *noise* pada *circuit*, sehingga *overhead* yang dibutuhkan dalam *error correction* bisa diperkecil.

- *Digital leased lines* juga dikenal sebagai *digital data service lines* dan tersedia dengan bandwidth sampai 56 K. Pada *Analog Leased Lines*, kita masih menggunakan sebuah modem. Sedangkan pada *Digital Data Service Lines* kita membutuhkan sebuah *Channel Service Unit/Data Service Unit*, atau *CSU/DSU*, dan juga membutuhkan beberapa bentuk dari *Data Terminal Equipment (DTE)*, secara tipikal adalah sebuah router, yang berfungsi untuk meregulasi suatu *traffic flow* melalui sebuah *line*.

- *DTE* berhubungan dengan *CSU/DSU* melalui *RS232 serial connector*, atau *RS449 connector* untuk *56 K connection*. *Digital Data Service* adalah *full duplex* maksudnya transmission data bersifat *bi-directional*, dapat mengirim dan menerima data pada waktu bersamaan.

- *Analog Leased lines* sudah jarang digunakan sekarang. Populer pada masa penggunaan *mainframe* dimana digunakan untuk menghubungkan *dumb terminal user* pada *remote sites*. *Digital leased Lines* biasanya cukup untuk memenuhi kebutuhan menghubungkan *small companies* ke internet atau menyediakan *connectivity* untuk *remote offices*.

APLIKASI SESUAI

- Berikut adalah aplikasi yang sesuai untuk Leased Lines:
- Menghubungkan remote site kepada corporate office
- Menyediakan Internet connectivas untuk kantor kecil
- Membawa data atau suara

T1

- T1 adalah sinyal full duplex yang menggunakan empat konduktor kabel twisted-pair. T1 digunakan untuk *dedicated point to point connection* dengan cara yang sama dengan leased lines. Bandwidth pada T1 tersedia mulai dari 64 Kb sampai 1,544 Mb.

TIME DIVISION

- T1 menggunakan time division yang dibagi 24 channel, tiap channel mempunyai kecepatan 5,2 microseconds dimana waktu ini digunakan untuk mentransfer 8 bit (1 byte), setelah 5,2 microseconds channel harus berhenti mentransmit dan digantikan oleh channel berikutnya.

- Jika suatu channel mempunyai informasi tambahan yang harus dikirimkan maka ia harus menunggu selama 119,8 microseconds karena menunggu sampai 23 channel berikutnya selesai mentransmit.

- Untuk menentukan besarnya bandwidth yang tersedia tiap channel, kita harus menentukan time division *sample rate*. *Sample Rate* adalah banyaknya pentransmisi yang dilakukan tiap channel dalam periode 1 detik

- transmisi tiap satu detik

$$\frac{1}{0,0000052} = 192,398$$

- Untuk mendapatkan sample rate maka 192,398 dibagi 24 channel
- *sample rate:*

$$\frac{192,398}{24} = 8000$$

- banyaknya bandwidth yang tersedia tiap channel
- $8 \text{ bits} \times 8000 \text{ sample rate} = 64 \text{ Kbps}$
- Dengan *24 active channel* total bandwidth yang tersedia pada T1 adalah
- $64 \text{ Kbps} \times 24 = 1,536 \text{ Mbps}$

FRACTIONAL T1

- Kita bisa menggunakan T1 sesuai dengan kebutuhan bandwidth kita ini disebut dengan *fractional T1*, contoh, jika kita hanya membutuhkan Bandwidth sebesar 512 Kb, kita bisa menyewa cuma 8 channel, ini akan menghemat dibanding kita menggunakan *full T1* dan jika kita ingin menambah besarnya bandwidth cukup dengan menambah jumlah channel yang disewa.

- 24 channel bisa dibagi ke beberapa layanan yang berbeda, contoh 3 channel buat data dan 1 channel buat voice, dengan cara ini, suatu *single connection* bisa menyediakan beberapa layanan. Dengan menggunakan single T1 kita bisa menghemat cost jika dibandingkan dengan menggunakan beberapa connection.



HOW MUCH DOES A T1 COST?

- Besarnya biaya T1 tergantung dengan besarnya bandwidth yang kita sewa dan jauhnya jarak terhadap *local exchange carriers* kita

APPROPRIATE APPLICATION

- Aplikasi sesuai untuk T1:
- Menghubungkan remote site ke corporate office dengan kebutuhan bandwidth yang besar
- Menyediakan Internet connectivitas untuk semua kecuali kantor yang sangat besar
- Membawa berbagai bentuk data dan suara untuk mengurangi *cost*.

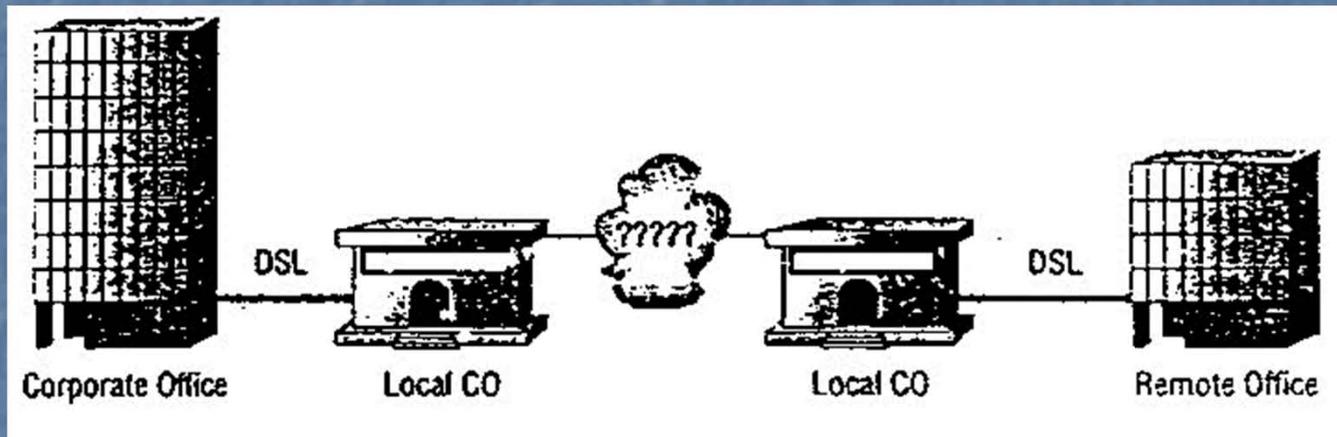
T3

- T3 sedikit lebih kecil dari 28 T1. Mempunyai 672 channel dan menghasilkan data throughput sedikit di bawah 45Mb. T3 menggunakan fiber optic. T3 dapat digunakan untuk membawa data dan voice. Kita juga dapat menyewa suatu *fractional T3* jika kebutuhan bandwidth kita tidak mencapai 45Mb. Aplikasi yang sesuai untuk T3 mirip dengan T1, tetapi T3 mempunyai kemampuan untuk melayani kebutuhan bandwidth yang lebih besar.

DSL

- DSL adalah singkatan dari Digital Subscriber Line. DSL digunakan untuk menghubungkan suatu customer site ke suatu CO. Istilah last-mile technology digunakan untuk menjelaskan tentang DSL, karena itu hanya digunakan untuk menghubungkan antara site dan CO.

- Gambar dibawah contoh configuration. DSL digunakan untuk menghubungkan tiap end connection ke local POP. Connection antar CO perlu disediakan oleh teknologi lain seperti Frame Relay, T1, Vendor Network dan lain-lain.



- Istilah DSL secara actual menggabungkan beberapa standar. Sering dikenal sebagai xDSL. Masing-masing standard menggunakan huruf pertama berbeda. ADSL standard yang paling banyak diimplementasikan, yang terbaru adalah VDSL dan mulai populer. Tabel dibawah menunjukkan daftar standard DSL yang populer dan kecepatan transmisi yang didukungnya.

Tipe xDSL	Arti	Kecepatan
ADSL	Asymmetric DSL	Downstream: 1.5 - 6Mbps Upstream: 64-384Kbps
HDSL.	High-speed DSL.	Downstream: 128Kbps/1.5Mbps Upstream: same
IDSL	(AIX proprietary)	Downstream: 1.1 Mbps Upstream: same
RADSL	Rate-adaptive DSL.	Downstream: 6.1 Mbp Upstream: 1.5Mbps
SDSL	Symmetric DSL	Downstream: 128Kbps - 1.5Mbps Upstream: same
VDSL	Very high bit-rate DSL	Downstream: 51Mbps Upstream: 1.6 - 2.3Mbps

WHY IS DSL ASYMMETRIC?

- DSL umumnya tidak simetris di dalam menyediakan bandwidth. Tidak sama dengan suatu T1, yang menyediakan bandwidth yang sama pada upstream dan downstream, DSL mendukung downstream yang lebih cepat (aliran traffic dari CO ke site) dibanding kecepatan upstream (aliran traffic dari site ke CO).

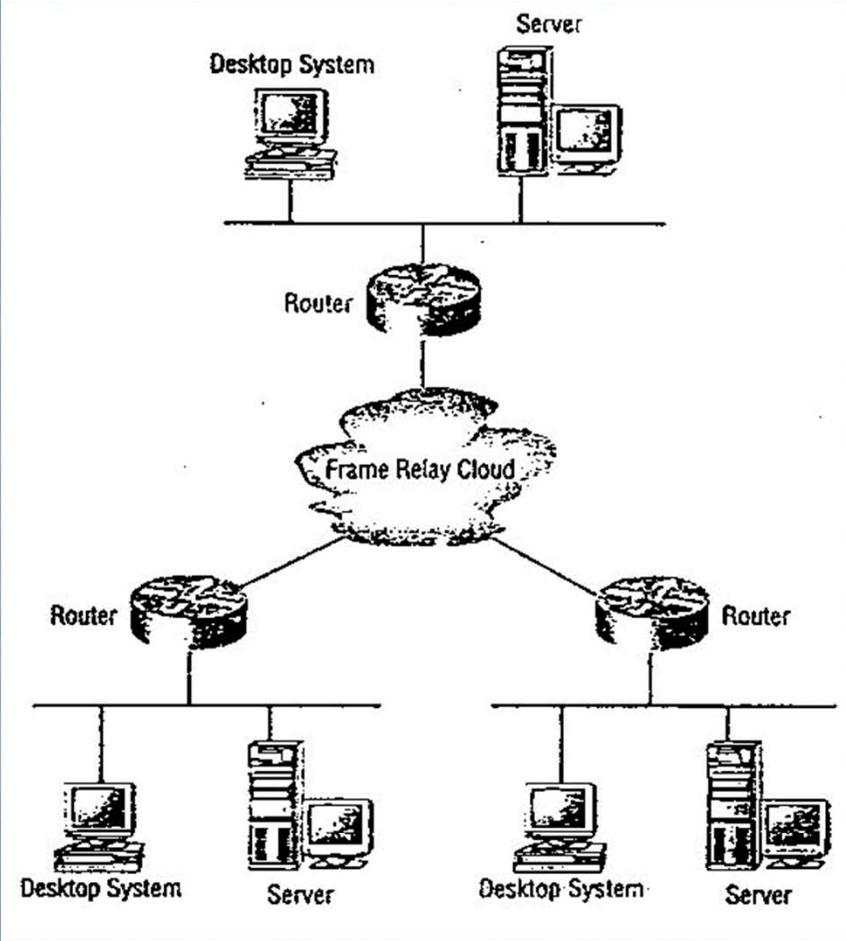
- Jika kita menggunakan DSL untuk mengakses Internet, biasanya download lebih besar dibanding uploads. Sebagai contoh, ketika kita mengakses suatu *web server*, kita upstream yang sangat kecil, tetapi menghasilkan downstream traffic yang berisi teks, multiple grafik, kode program, dan lain-lain. Rata-rata, pemakai internet menerima data delapan kali lebih banyak daripada data yang dikirimnya DSL.

APPROPRIATE APPLICATIONS

- Berikut adalah aplikasi sesuai untuk DSL
- Home Internet Access
- Akses Internet untuk suatu small to medium sized organization
- Last-Mile connection untuk remote field office

Frame Relay/X.25

- Frame Relay dan X.25 adalah teknologi packet-switched. Sebab data pada suatu jaringan packet-switched mampu melewati path yang berbeda untuk mencapai destination, dapat dilihat pada Gambar dibawah.



- Frame Relay bekerja pada DTE dan DCE dengan menggunakan Permanent Virtual Circuit (PVC), yaitu hubungan virtual yang dibuat secara manual menjadi hubungan permanen antara pengirim (DTE) dan penerima (DCE). Untuk memberikan tanda pengenal kepada saluran hubungan virtual tersebut digunakan *Datalink Connection Identifiers (DLCI)* yang berfungsi memetakan IP Address untuk mengenali saluran virtual antara DTE.

- Sebelum sebuah packet memasuki *frame relay cloud*, router akan mengenkapsulasinya ke Frame Relay frame. Header pada frame ini berisi DLCI number untuk PVC. Packet akan diroute kedalam bentuk frame. Ketika packet mencapai remote network, router akan menstrip off *Frame Relay Information* dan mengirim packet tersebut ke Local LAN.

- Frame Relay mendukung transmisi rate dari 56 K sampai 1,544 Mb. Frame Relay sebenarnya identik dengan X.25 dan merupakan pengembangan dari teknologi X.25, tetapi X.25 analog sedangkan frame relay digital, sehingga mengurangi overhead terhadap error correction dan mendukung bandwidth yang lebih tinggi dari X.25

COMMITTED INFORMATION RATE

- Frame Relay adalah Packet Switched Technology dimana pemakaian saluran tersebut dapat digunakan oleh lebih dari satu perusahaan. Pemakaian bandwidth dengan cara berbagi antar perusahaan-perusahaan penyewa saluran tersebut. Ini dikenal sebagai *Committed Information Rate*.

- CIR adalah ukuran minimum bandwidth yang akan kita dapatkan dan digaransi oleh *Local Exchange Carriers*, sebagai contoh misal kita menyewa frame Relay circuit dengan CIR 128 Kb, pada saat traffic perusahaan lain sedang sedikit kemungkinan kita bisa mendapatkan bandwidth antara 150 Kb sampai 190 Kb, dan untuk kelebihan bandwidth tersebut kita tidak dikenakan biaya tambahan.

APPROPRIATE APPLICATION

- Berikut adalah aplikasi yang sesuai untuk Frame Relay dan X.25:
- Menghubungkan remote sites ke corporate office ketika kita hanya memerlukan connectivitas data
- Membawa data yang tidak sensitip terhadap waktu (bukan video atau suara)

SONET

- SONET atau Synchronous Optical Network, tersedia pada bandwidth 64Kb sampai 2.4Gbps. SONET menggunakan Time Division (sama halnya dengan T1) menggunakan fiber optic dan merupakan generasi terbaru untuk menggantikan T1. SONET mendukung secara langsung ATM topologi.

APPRORIATE APPLICATION

- Berikut adalah aplikasi yang sesuai untuk SONET:
- Menghubungkan jaringan metropolitan yang besar
- Menyediakan Internet connectivitas untuk perusahaan global yang besar
- Menyediakan jaringan backbone untuk Internet Service Providers
- Membawa data dan suara via ATM dari LAN to WAN to LAN

SUMMARY

- Pada bab ini, kita telah membahas LAN dan topologi Wan yang tersedia untuk konfigurasi jaringan mu. Kita telah melihat kelebihan dan kekurangan dari tiap topologi. Topologi hanya salah satu dari suatu jaringan. Di bab yang berikutnya, kita akan membahas tentang protokol yang kita perlukan untuk membawa data dalam suatu topologi