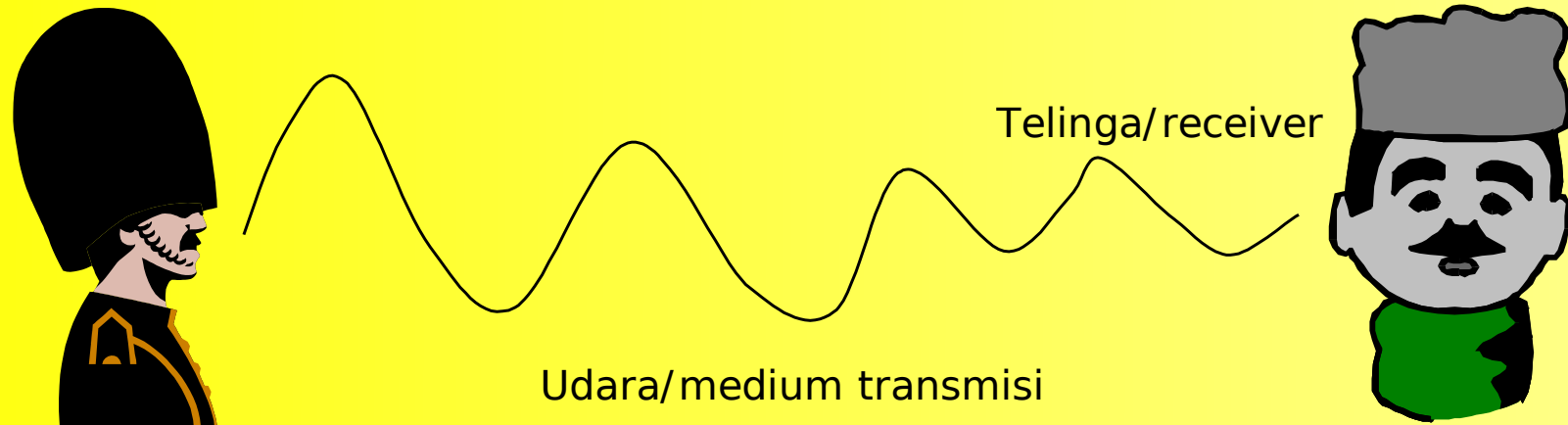


Dasar-dasar komunikasi



Mulut/transmitter

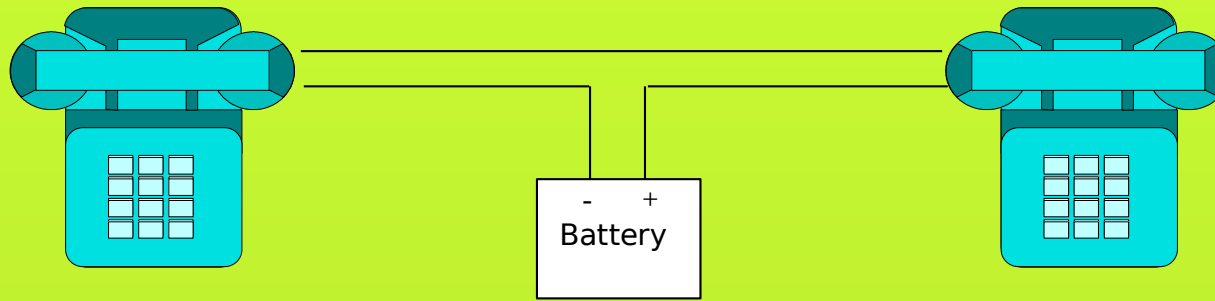
Basic communication

- Bila jarak semakin jauh, suara kehilangan daya untuk sampai ke tujuan
- Telekomunikasi dimungkinkan dengan adanya telepon

- Telepon ditemukan oleh Alexander Graham Bell pada tahun 1876



Koneksi telepon yang sederhana

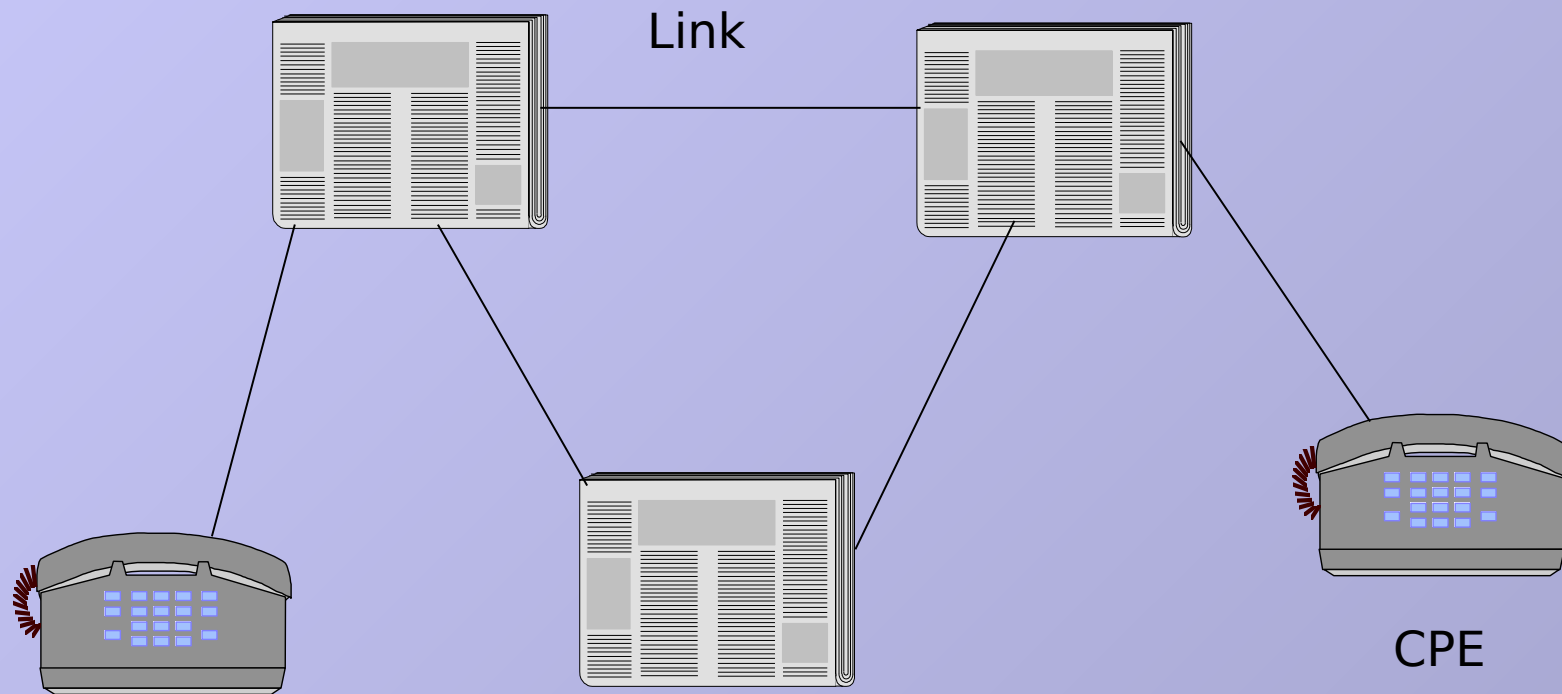


- Koneksi sederhana tidak mencukupi bila manusia yang akan berkomunikasi jumlahnya lebih dari satu pasang → mendorong lahirnya jaringan komunikasi
- Jaringan komunikasi menyediakan wahana untuk menghubungkan banyak orang secara efisien menggunakan *link* dan *node*

Definisi jaringan komunikasi

- Sistem yang terbentuk dari interkoneksi fasilitas-fasilitas yang dirancang untuk membawa trafik dari beragam sumber telekomunikasi.
- Terdiri dari *link* dan *node*
- *Node* : merepresentasikan sentral
- *Link* : merepresentasikan kabel, peralatan terminasi, dsb.
- Trafik : informasi yang terdapat di dalam jaringan, mengalir melalui *node* dan *link*

Komponen jaringan komunikasi

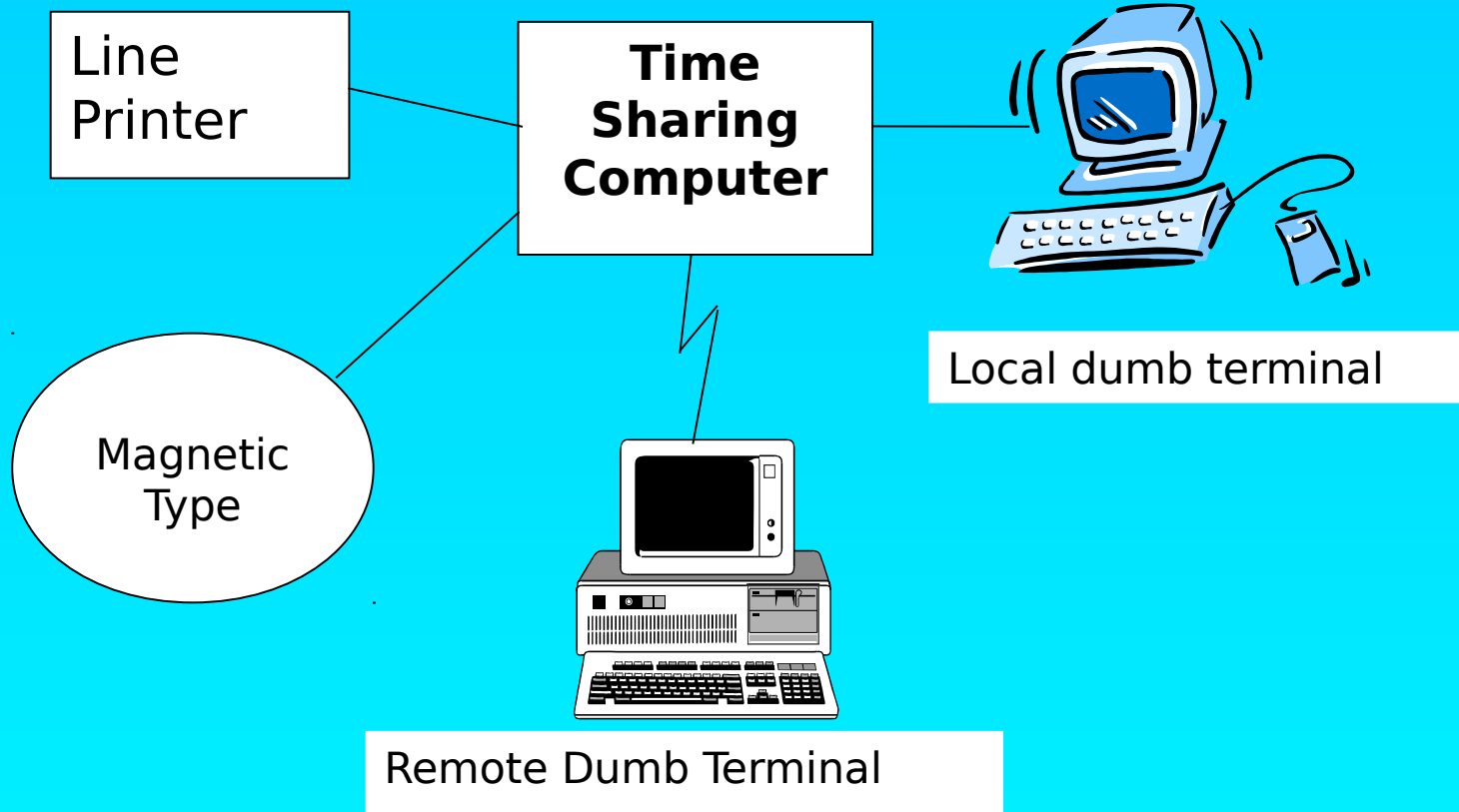


CPE = Customer premise equipment
– telepon, mesin fax, komputer dsb.

Sejarah telekomunikasi

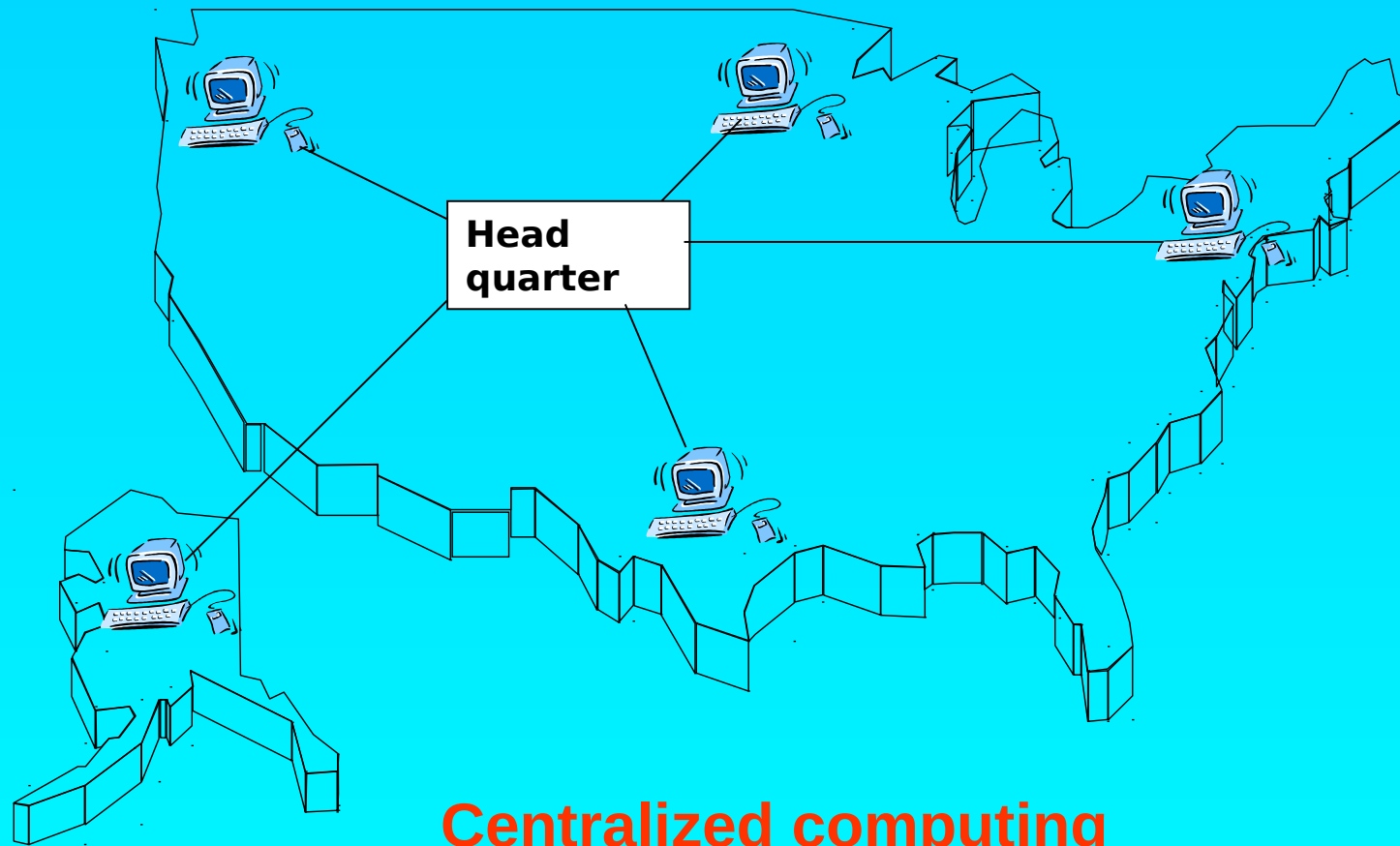
1844	Morse mengirimkan pesan telegraph yang pertamakali
1876	Paten telepon dikeluarkan oleh Alexander Graham Bell
1877	Telepon pertama yang ada di rumah pelanggan
1881	Saluran jarak jauh yang pertama; dari Boston, MA, ke Providence, RI
1889	A.B.Strowger menemukan sentral telepon, dan telepon untuk mendial
1891	Kabel telepon bawah laut, dari Inggris ke Perancis
1915	Panggilan telepon antar benua yang pertama di USA
1929	Kabel coaxial ditemukan
1947	Transistor ditemukan
1951	Hubungan langsung jarak jauh
1956	Kabel telepon transatlantik yang pertama
1960	Pengujian sentral elektronis yang pertama kali
1963	Layanan tombol tekan diperkenalkan
1965	Percobaan collect call yang pertama
1970	Penemuan sinar laser
1976	Pemasangan sentral digital yang pertama
1977	Pemasangan sistem optik yang pertama
1988	Kabel serat optik transatlantik yang pertama
1989	Pengujian FTTH yang pertama di Cerritos, CA
1990	Demonstrasi link serat optik 2000 km menggunakan amplifier optik tanpa repeater

Jaringan komunikasi komputer

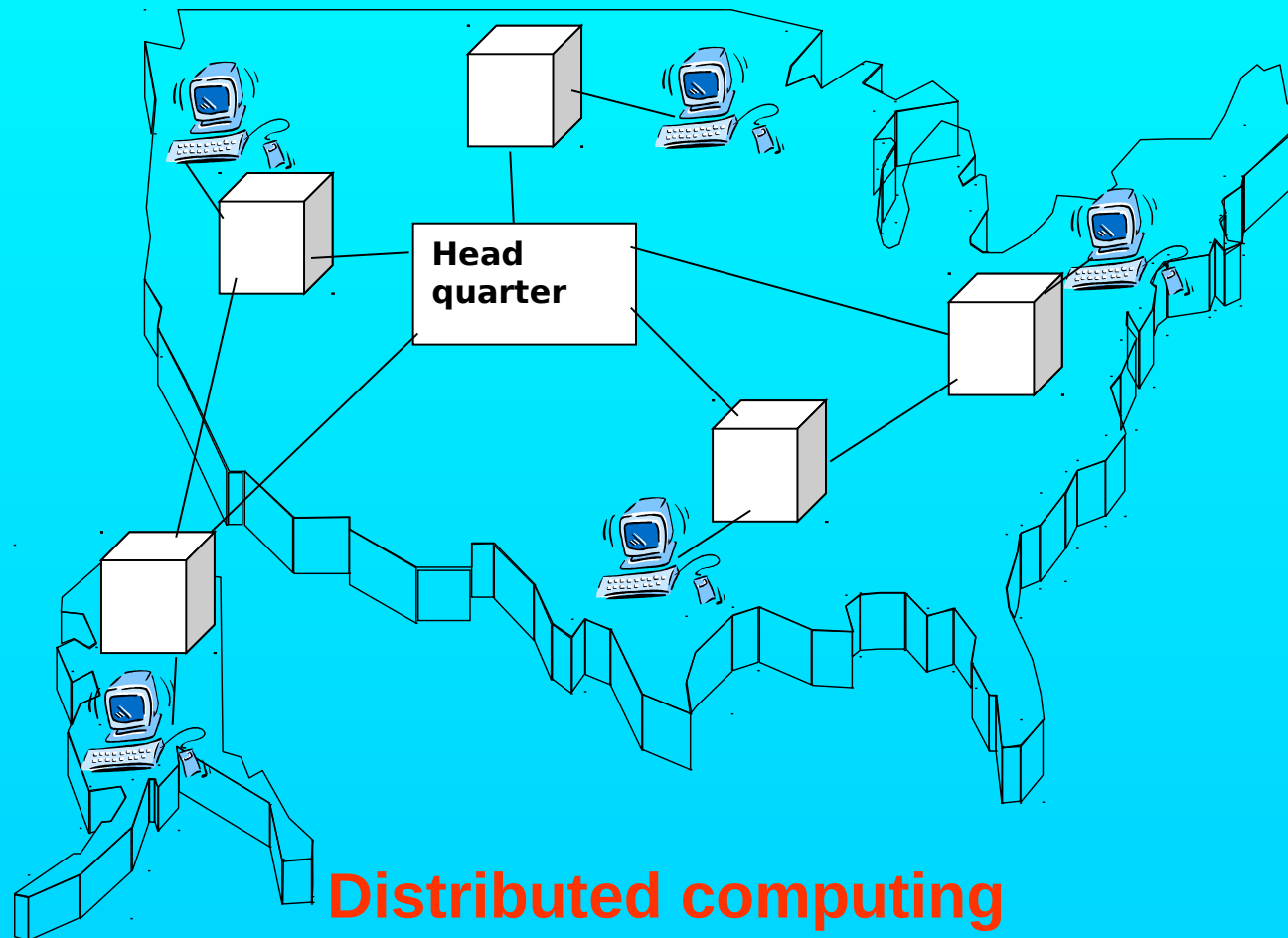


Time shared computer system

Jaringan komunikasi komputer(cont.)



Jaringan komunikasi computer(cont.)



Teknologi switching

The ITU-T defines switching as:

"the establishing, on demand, of an individual connection from a desired inlet to a desired outlet within a set of inlets and outlets for as long as is required for the transfer of information".

Circuit switching

Proses komunikasi melalui tiga tahap

- Pembentukan sirkit (link fisik) yang *dedicated*
 - Transfer sinyal
 - Pemutusan sirkit
- cocok untuk transmisi voice (utilisasi tinggi)

Untuk data ?

- Karakteristik data : *large burst, short duration, error-free transmission*
- Bila digunakan *circuit switching*
 - Tidak efisien
 - Ada delay call setup
 - Data dikirimkan dengan data rate yang tetap (endpoints yang berkomunikasi harus bekerja pada data rate ini)
- Digunakan *packet switching*

Packet switching

- Message dipotong-potong menjadi sejumlah data yang lebih pendek yang disebut paket
- Setiap paket dilengkapi alamat sumber dan tujuan
- Paket-paket ini diterima, disimpan, diproses lalu ditransmisikan lagi oleh setiap node dalam jaringan yang dilewati sampai akhirnya mencapai tujuan
- Pada teknik ini tidak ada resource jaringan yang didedikasikan (dedicated) → penggunaan resource jaringan lebih efisien

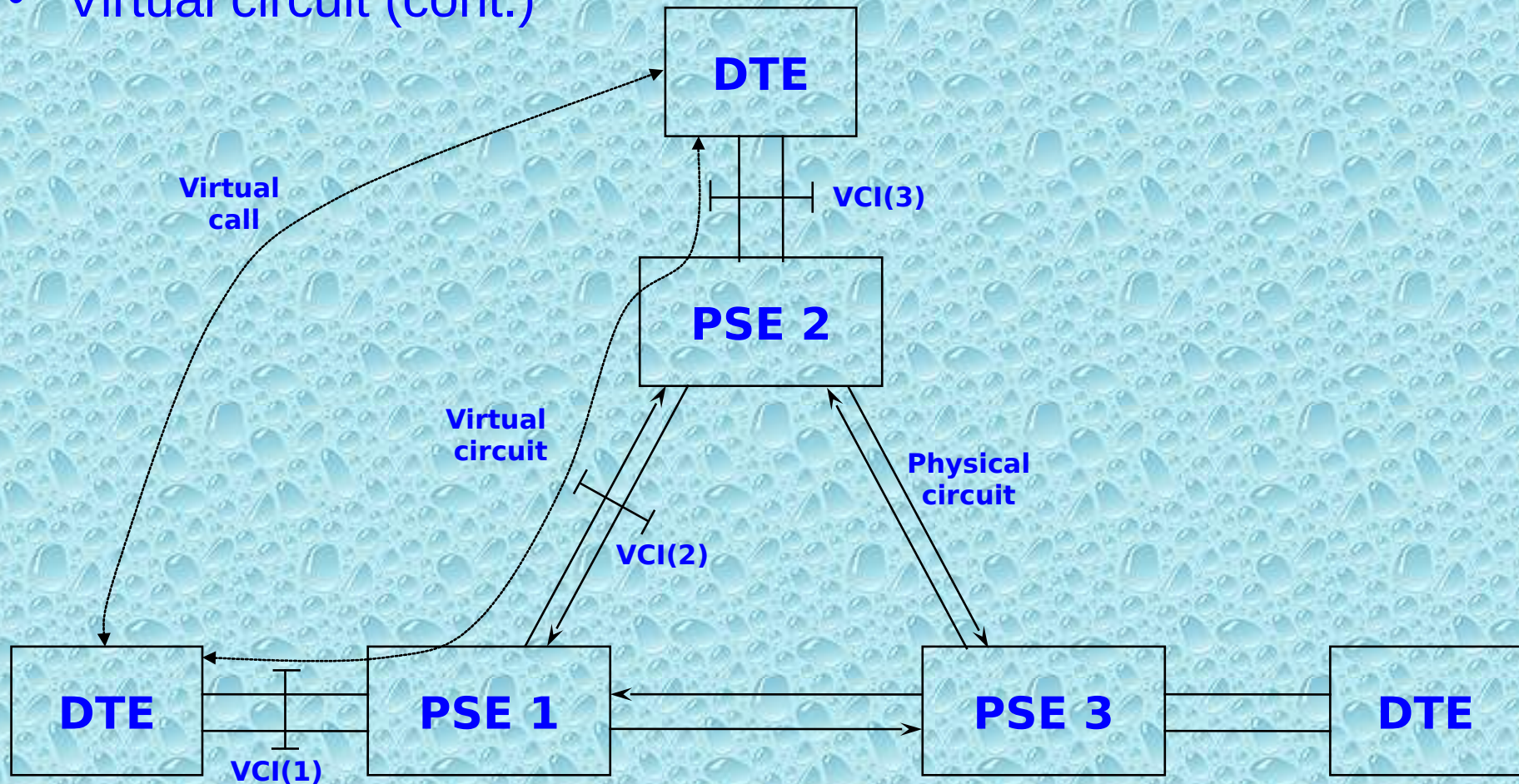
- Dua tipe packet switching :
 - Datagram (connectionless)
 - Setiap paket yang berasal dari suatu message yang sama yang masuk ke jaringan diperlakukan sebagai entitas yang *self-contained* (tidak ada hubungan dengan paket yang lain)
 - Pengiriman paket menjadi tanggung jawab jaringan
 - Paket-paket bisa sampai tidak teratur atau hilang

Analogi : Kantor Pos

- Virtual circuit (connection oriented)

Analogi : Jaringan Telepon

- Virtual circuit (cont.)



Virtual circuit = VCI(1) + VCI(2) + VCI(3)

VCI = Virtual circuit identifier
PSE = Packet switching exchange

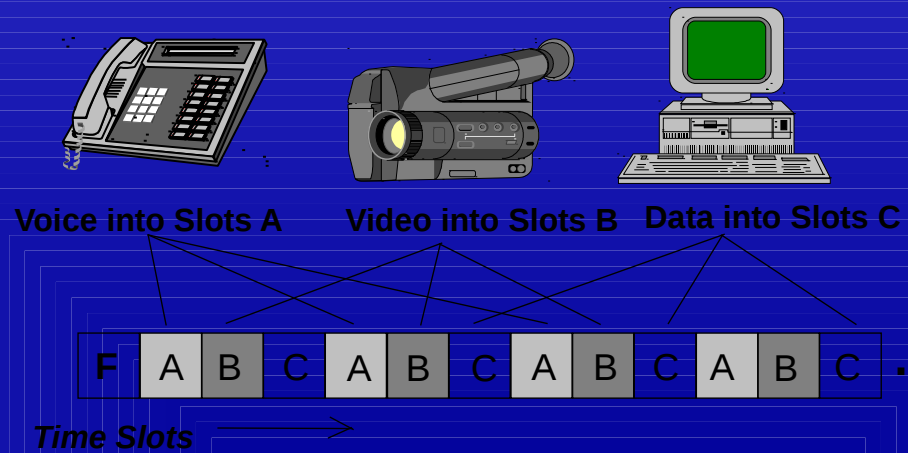
Circuit switching vs virtual circuit

- Circuit switching : dedicated transmission path
- Virtual circuit : dedicated path

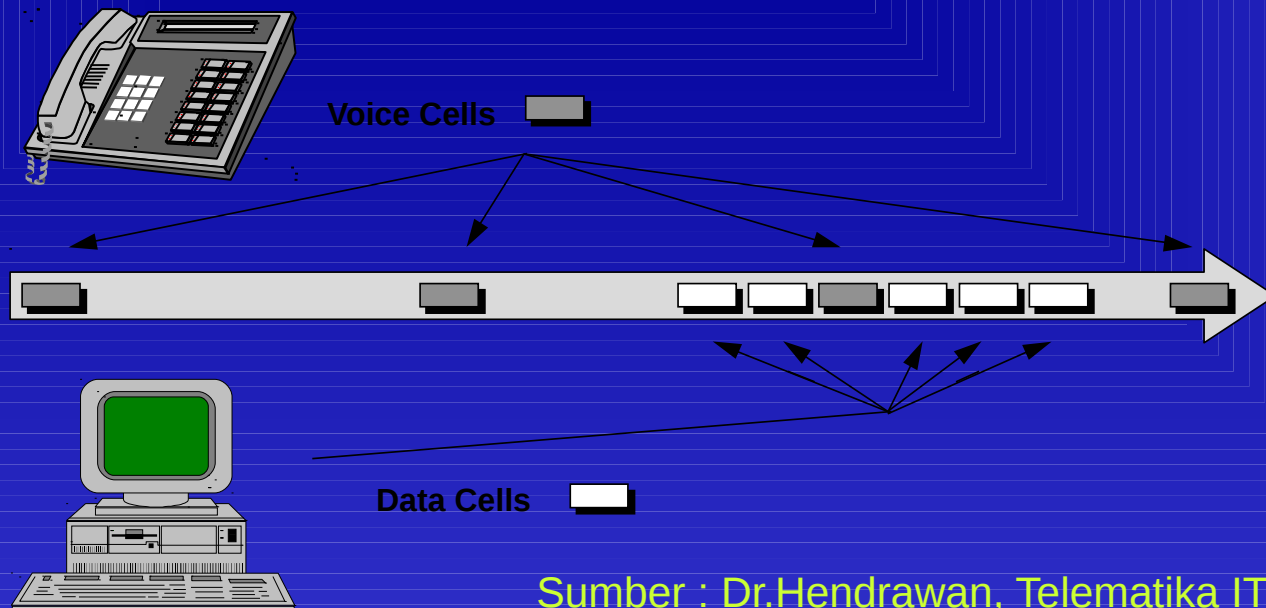
Perbedaan macam-macam switching

Feature	Circuit Switched	Packet Switched
Dedicated Path	Yes	No
Bandwidth Available	Fixed	Dynamic
Potentially wasted bandwidth	Yes	No
Store-and-forward transmission	No	Yes
Each packet follows the same route	Yes	No
Call Setup	Required	Not Needed
When can congestion occur	At setup time	On every packet
Charging	Per minute	Per Packet

▼ Statik TDM

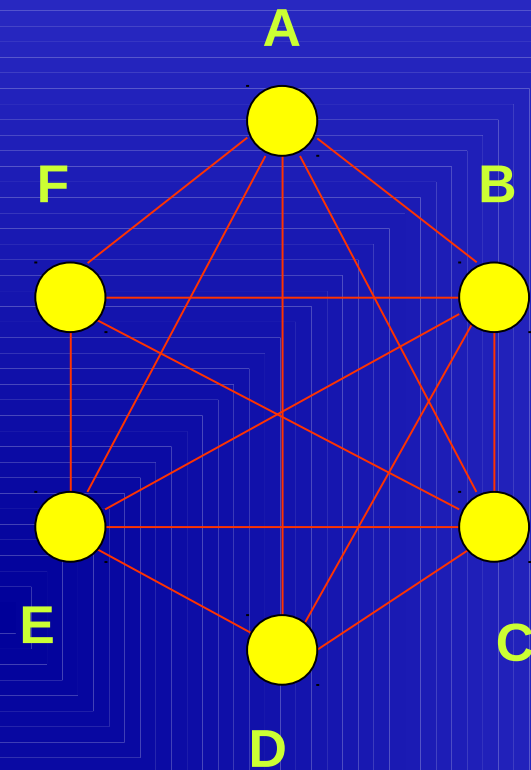


▼ Statistical TDM



Sumber : Dr.Hendrawan, Telematika ITB

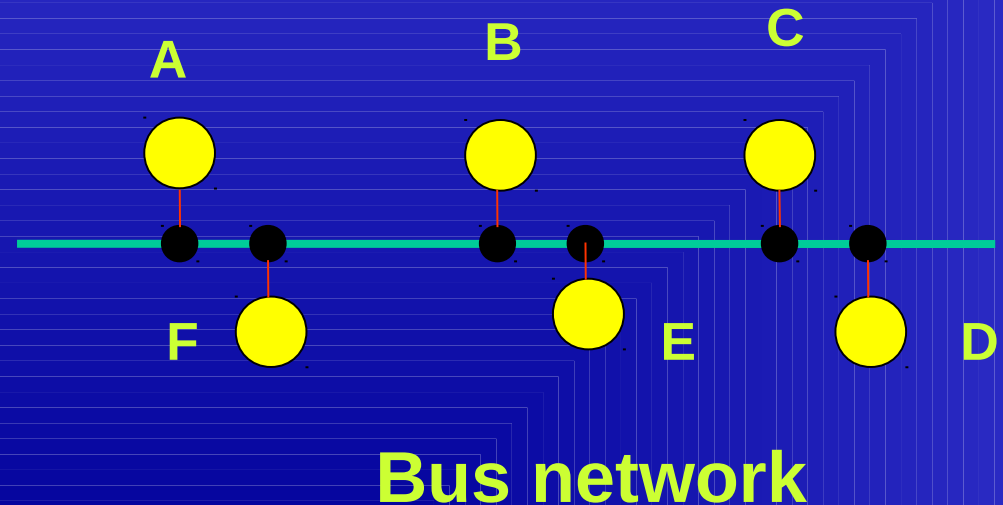
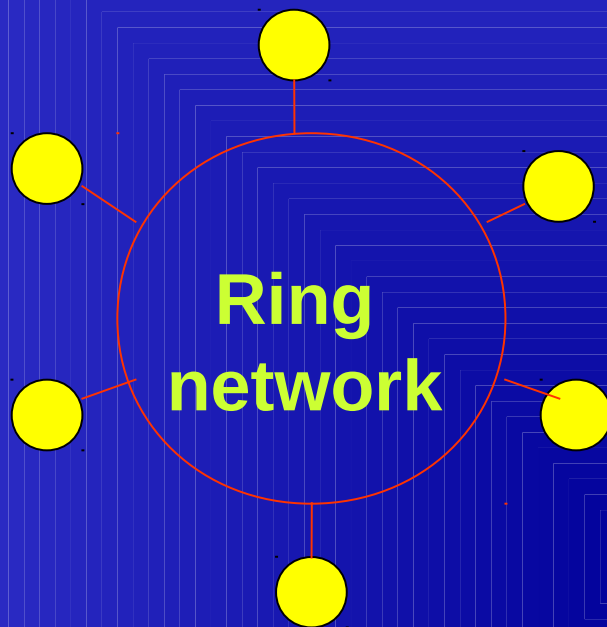
Struktur jaringan



Mesh network

- n = jumlah node
- Jumlah link total = $N = \frac{1}{2}n(n-1)$
Jika $n \gg 1$, maka N berbanding lurus dengan n^2
- Practicable bila n kecil dan saluran pendek
Semakin banyak n dan semakin panjang saluran →
much too expensive

Struktur jaringan (cont.)



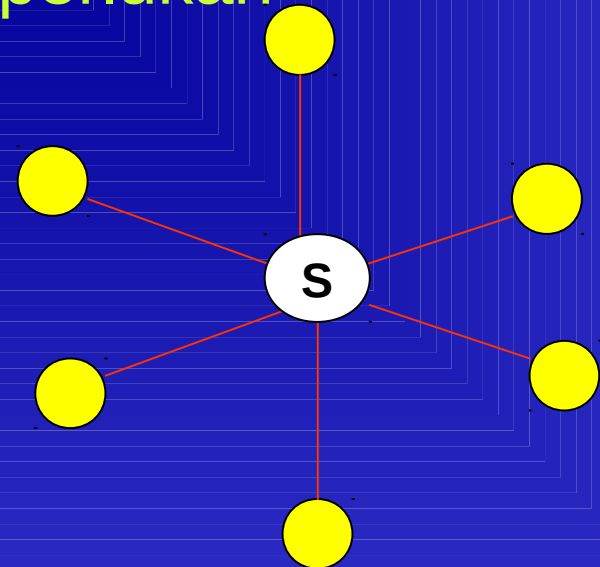
Bus network & Ring network

- Useless for telephony → hanya boleh ada satu percakapan yang berlangsung pada saat yang bersamaan
- Digunakan untuk LAN (local area network)

Struktur jaringan (cont.)

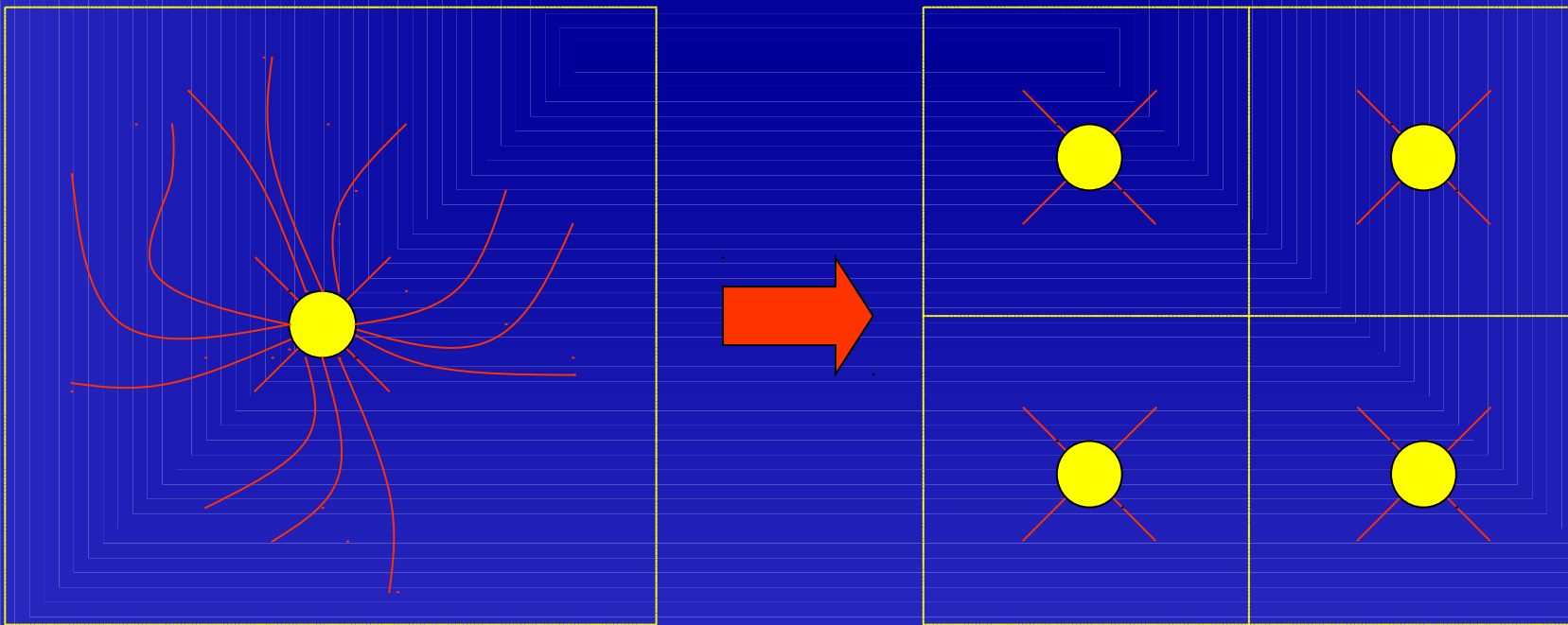
- Untuk telephony diperlukan tersedianya komunikasi dua arah (berdasarkan permintaan (on demand)) dan harus dimungkinkan adanya lebih dari satu pasang percakapan pada saat yang bersamaan
- Persyaratan ini dipenuhi dengan menyediakan satu saluran dari setiap stasiun user ke sebuah *switching centre* (sentral telepon) → sentral telepon menghubungkan setiap saluran bila diperlukan
- Konfigurasinya : star network

Jumlah saluran total = $N = n$



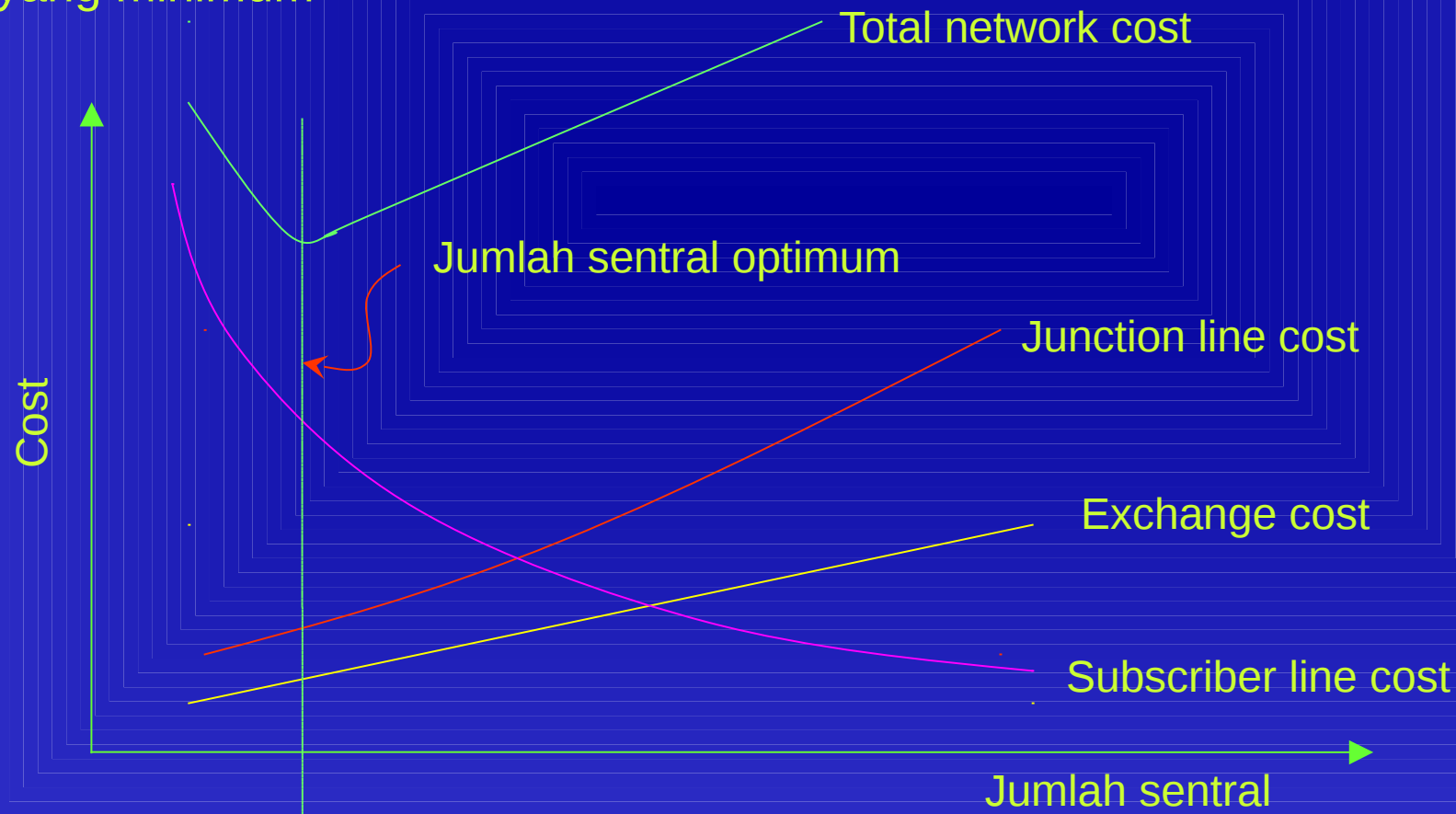
Struktur jaringan (cont.)

- Seiring dengan meningkatnya cakupan area dan jumlah stasiun user, maka biaya untuk saluran akan naik → akan lebih ekonomis bila jaringan dibagi menjadi jaringan-jaringan yang lebih kecil yang masing-masing dilayani oleh satu sentral



Struktur jaringan (cont.)

- Dengan melakukan pemecahan jaringan, panjang saluran pelanggan rata-rata turun → biaya untuk saluran total turun seiring dengan penambahan jumlah sentral → namun biaya untuk menyediakan sentral naik
- Gambar berikut menunjukkan jumlah optimum sentral dengan biaya total yang minimum



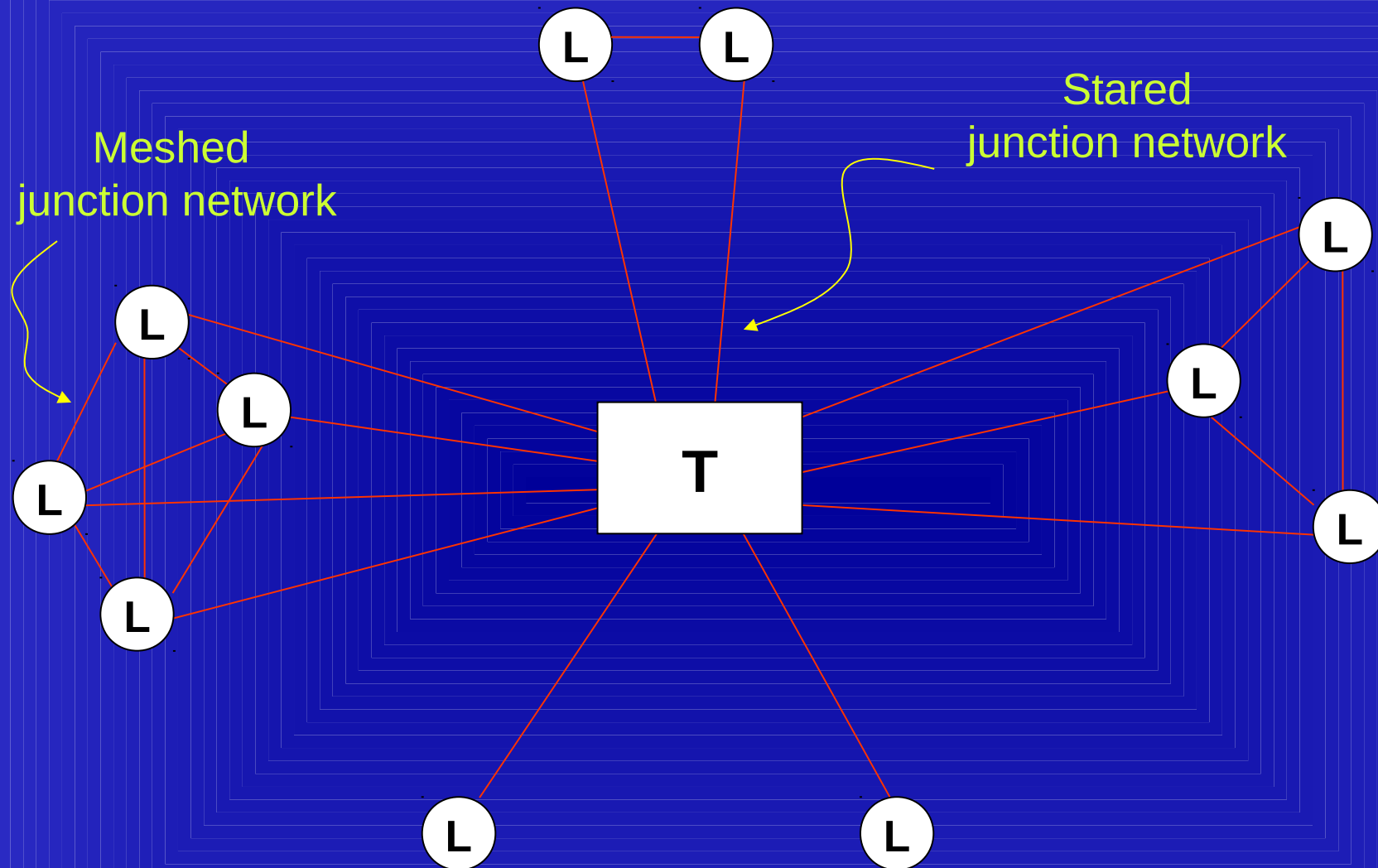
Struktur jaringan (cont.)

- Jika suatu area dilayani oleh beberapa sentral, pelanggan pada setiap sentral akan mempunyai keinginan untuk berkomunikasi dengan pelanggan lain yang berada pada sentral yang berbeda → perlu adanya sirkit antar sentral → sirkit *junction* → membentuk *junction network*
- Jika *junction* disediakan di antara semua sentral, *junction network* akan berbentuk mesh
- Jika *junction cost* tinggi maka akan tidak ekonomis bila semua sentral saling dihubungkan satu sama lain → akan lebih murah bila koneksi beberapa sentral dilakukan melalui sebuah sentral yang disebut sentral tandem → menghasilkan *junction network* yang berbentuk star

Struktur jaringan (cont.)

- Junction langsung (direct junction) antara dua sentral lokal akan ekonomis bila trafik antar sentral tersebut tinggi atau jika jarak antar sentral pendek (biaya transmisi rendah). Sebaliknya, *indirect routing* melalui sentral tandem akan lebih murah bila trafik rendah atau jaraknya jauh.
- Konsekuensinya, suatu *multi-exchange area* (MEA) biasanya mempunyai *direct junctions* antara beberapa sentral dan mempunyai *indirect route* melalui sentral tandem untuk sentral-sentral lainnya

Struktur jaringan di suatu MEA



L = Sentral lokal

T = Sentral tandem

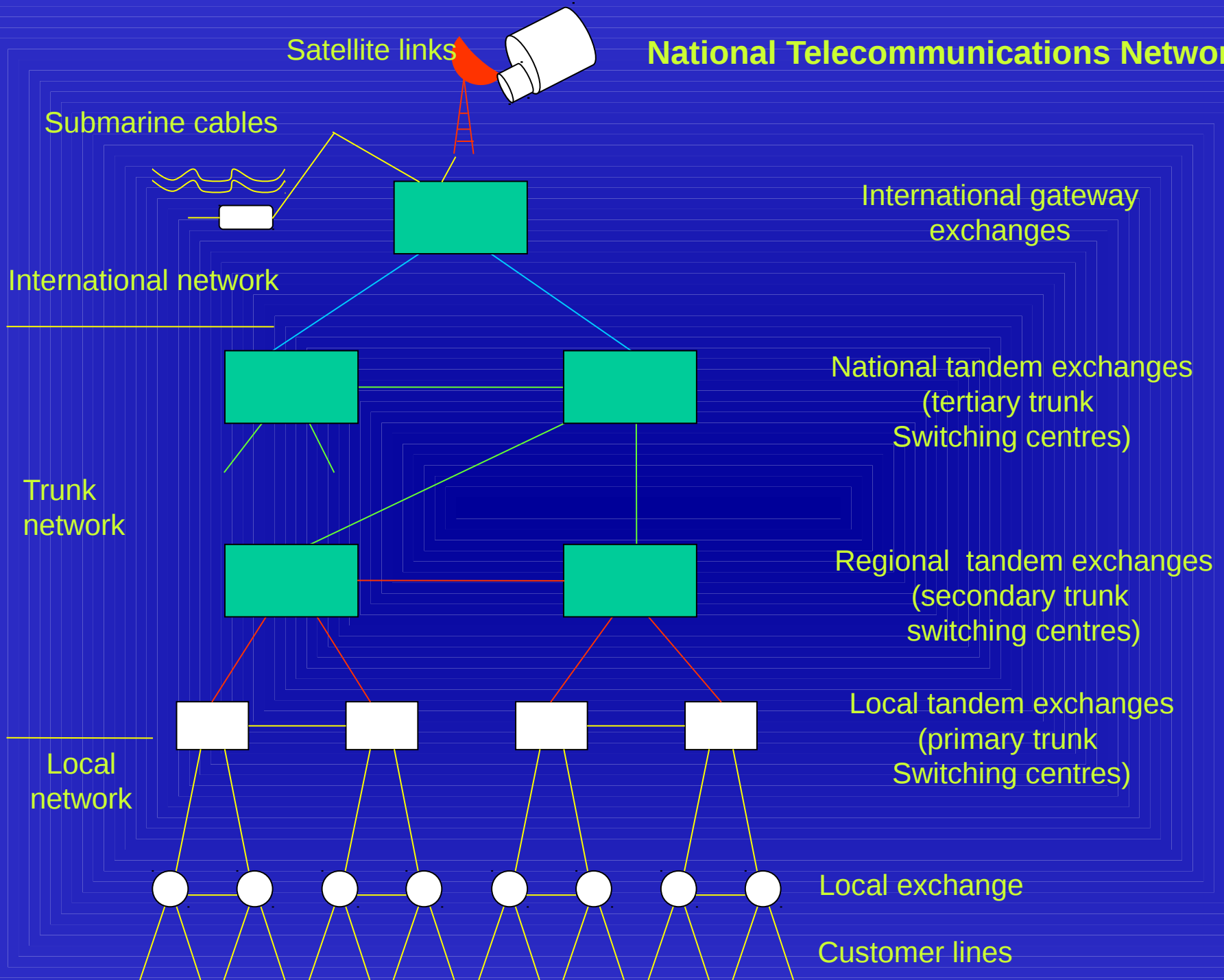
Struktur jaringan (cont.)

- Pelanggan biasanya juga menginginkan dapat berkomunikasi dengan pelanggan lain yang berada di MEA yang berbeda (berbeda kota)
- Untuk melaksanakan hal tersebut, MEA-MEA pada suatu negara saling dihubungkan menggunakan sirkit jarak jauh sehingga membentuk suatu *trunk network* atau *toll network*
- Akses ke *trunk network* bisa lewat sentral tandem. Untuk kota besar, biasanya melalui sentral khusus (trunk exchange). Seperti yang terjadi pada sentral lokal, akan tidak ekonomis bila setiap sentral trunk dihubungkan satu sama lain. Oleh karena itu ruting antara MEA yang berbeda biasanya dilakukan menggunakan koneksi tandem melalui *trunk transit exchange*
- Pada suatu jaringan nasional yang besar, setiap *trunk transit exchange* tidak sepenuhnya saling dihubungkan melainkan dengan mengenalkan konsep level sentral yang lebih tinggi untuk satu atau dua sentral → menghasilkan jaringan star yang beringkat

Struktur jaringan (cont.)

- Jaringan star bertingkat membentuk struktur *tree*
- Pada jaringan star bertingkat masih diterapkan praktek penggunaan *direct route* bila trafik tinggi dan biaya transmisi rendah → *backbone* berbentuk tree yang dilengkapi oleh rute langsung antar sentral yang sama tingkatannya
- Selain rute langsung antar sentral yang sama tingkatannya, dimungkinkan juga adanya rute alternatif antara sentral-sentral tersebut melalui sentral yang tingkatannya lebih tinggi → konsep *Automatic Alternative Routing (ARA)*

National Telecommunications Network



Struktur jaringan (cont.)

- Suatu jaringan telekomunikasi publik nasional memiliki hirarki sebagai berikut :
 1. *Local network*, yang menghubungkan stasiun pelanggan ke sentral lokalnya (disebut juga sebagai *subscriber's distribution network*, *customer access network*, *customer loop*)
 2. *Junction network*, yang menghubungkan sekelompok sentral lokal yang melayani suatu area dengan sebuah sentral tandem atau sentral trunk
 3. *Trunk network* atau *toll network*, yang menyediakan sirkit jarak jauh (long-distance) antara area lokal di seluruh negeri

Jaringan 2 dan 3 membentuk suatu *core network* (inner core = trunk network; outer core = junction network)
- Di atas hirarki tersebut di atas, terdapat *international network* yang menyediakan hubungan ke jaringan nasional yang berbeda negara. *National network* terhubung ke *international network* melalui *international gateway exchanges*

Struktur jaringan (cont.)

- Dibawah hirarki jaringan publik nasional, beberapa pelanggan mempunyai saluran internal yang melayani extension telepon. Saluran-saluran ini dihubungkan satu sama lain serta dihubungkan ke saluran yang berasal dari jaringan nasional oleh suatu *private branch exchange* (PBX)

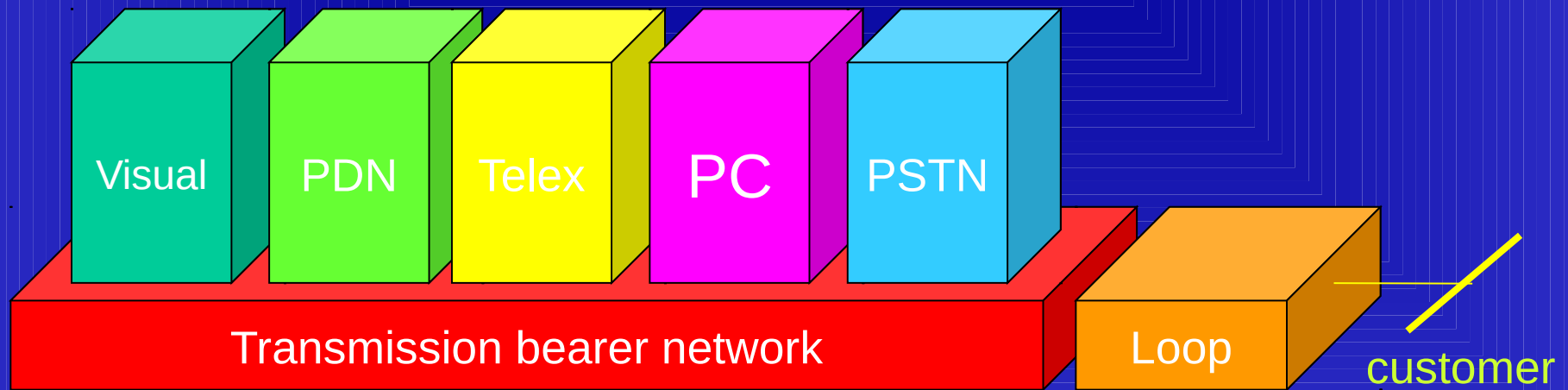
Struktur jaringan (cont.)

- Jaringan telekomunikasi dapat dipandang sebagai gabungan dari link transmisi dan node yang dapat memiliki tipe-tipe sebagai berikut :
 - a. Customer nodes
 - b. switching nodes
 - c. Transmission nodes
 - d. Service nodes
- Untuk membentuk dan memutuskan koneksi, pelanggan harus mengirimkan informasi ke sentral. Untuk koneksi yang melalui beberapa sentral, informasi tersebut harus ikut dikirimkan ke sentral-sentral yang dilalui. Pertukaran informasi ini disebut *signalling*. Dengan demikian, jaringan telekomunikasi dapat dipandang sebagai suatu sistem yang terbentuk dari interaksi subsistem-subsistem berikut
 - a. Transmission system
 - b. Switching system
 - c. Signalling system

Network Services

Layanan yang disediakan jaringan telekomunikasi dapat dibagi ke dalam dua katagori

1. Teleservices; dimana penyediaan layanan tergantung pada perangkat terminal tertentu (mis : telepon atau teleprinter)
2. Bearer service; yang menyediakan pelanggan dengan kapasitas transmisi yang dapat digunakan untuk setiap fungsi yang diinginkan (misal : private circuits)



Standard

- ITU-T (International Telecommunications Union Telecommunication Sector) : badan standard untuk telepon, telegraph dan komunikasi data
- ITU-R (ITU Radiocommunication sector) : badan standard untuk komunikasi radio
- ISO (International Standard Organization) : badan standard untuk berbagai bidang termasuk teknologi informasi
- ETSI (European Telecommunications Institute)
- ANSI (American National Standards Institute)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- Proprietaries (IBM, Bellcore etc.)

Terminology

Amerika Utara	Inggris
Customer's loop	Local network
	Access network
Central office	Exchange
End office	Local exchange
Class 5 office	
Inter-office trunk	Junction
Junctor	Trunk
Toll office	Trunk exchange
Toll network	Trunk network

Junctor : sirkit antara switch di dalam suatu sentral

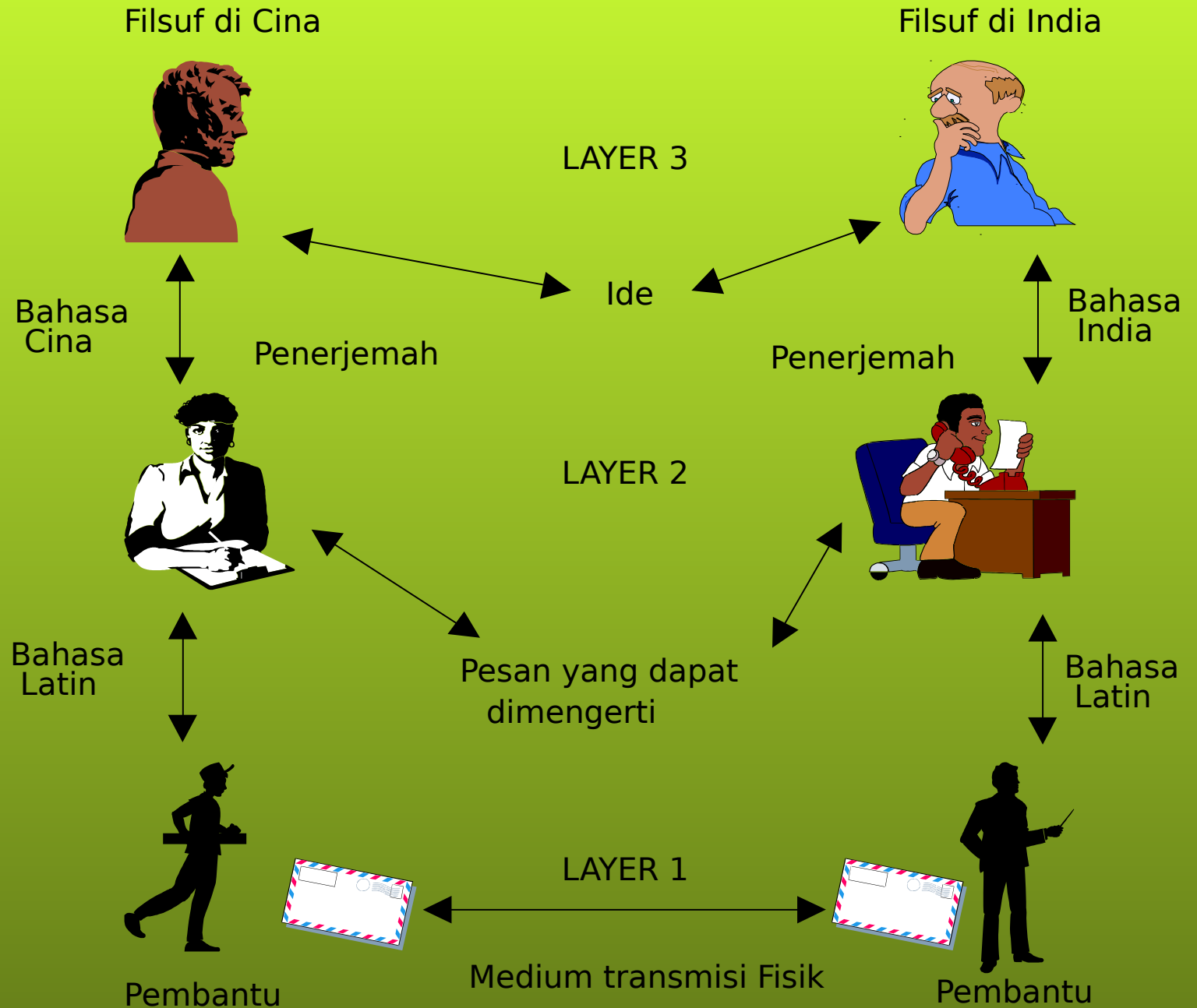
Arsitektur komunikasi data

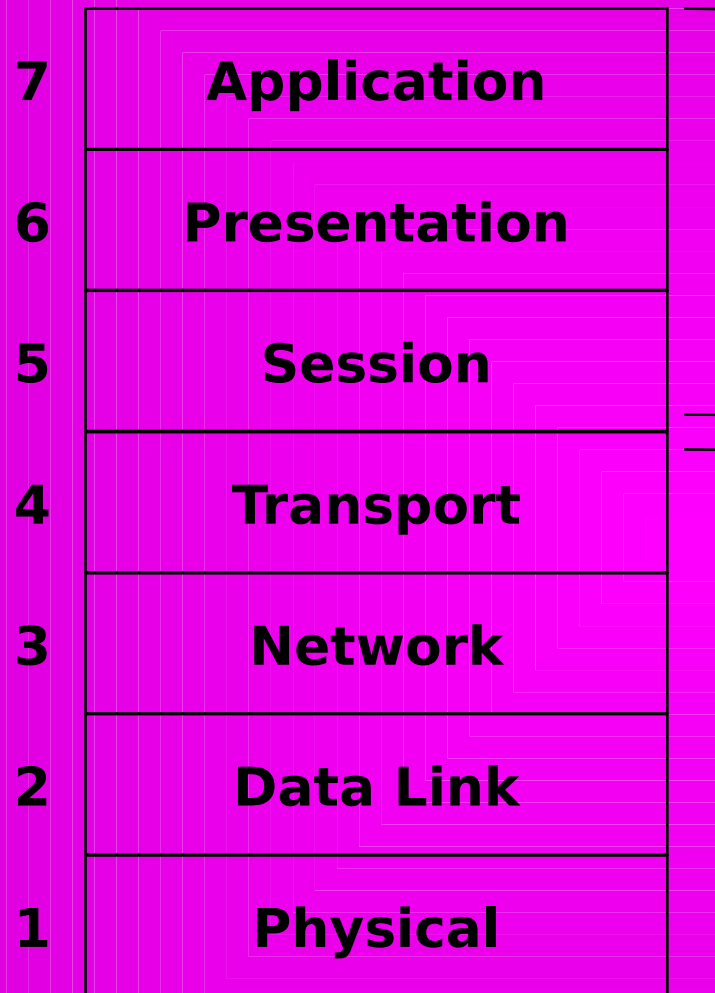
- Protokol
- Protokol komunikasi komputer :
 - Aturan-aturan dan perjanjian yang mengatur pertukaran informasi antar komputer melalui suatu medium jaringan
 - mendefinisikan
 - Syntax : susunan, format, dan pola bit serta bytes
 - Semantics : Kendali sistem dan konteks informasi (pengertian pola bit dan bytes)
- Protokol didefinisikan oleh suatu arsitektur protokol → Open System Interconnection Reference (OSI) Model → *layered protocols* → 7 layers
- OSI memungkinkan interkoneksi komputer multivendors

Open System Interconnection (OSI) Reference Model

- Dikembangkan oleh International Organization for Standardization (ISO) pada tahun 1984
- Model referensi OSI adalah suatu model konseptual yang terdiri atas tujuh layer, masing-masing layer mempunyai fungsi tertentu
- Setiap layer adalah *self-contained* → fungsi yang diberikan ke setiap layer dapat diimplementasikan secara *independent* → Updating fungsi suatu layer tidak akan mempengaruhi layer yang lain

OSI analogy





- **Upper layers → application issues**
→ pada umumnya diimplementasikan secara software
- **Application oriented**

- **Lower layers → data transport issues**
→ Layer 1 & 2 :h/w & s/w implemented
Layer 3 dan 4 : s/w implemented
- **Network oriented**

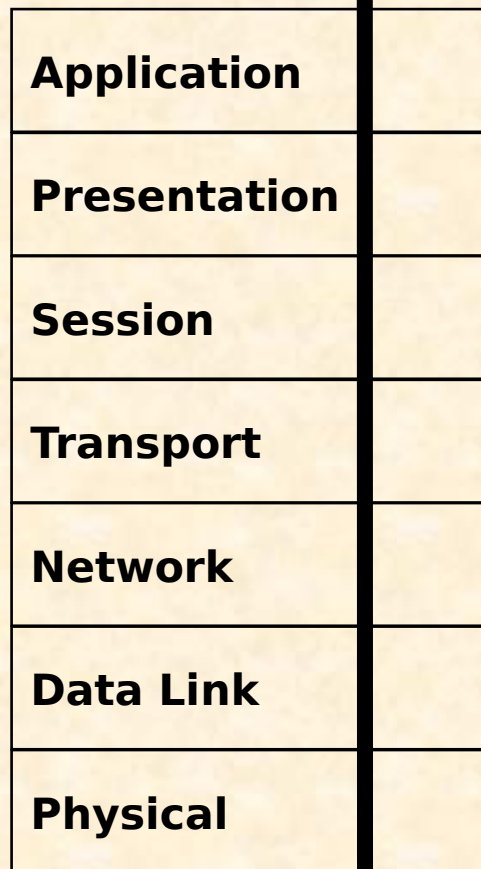
- OSI merupakan kerangka kerja komunikasi antar komputer tetapi bukan metoda berkomunikasi
- Komunikasi dapat dilangsungkan menggunakan protokol komunikasi
- Protokol menerapkan fungsi dari satu atau lebih layer-layer OSI
 - protokol LAN, protokol WAN, protokol ruting

Contoh

Protokol LAN : meliputi layer 1 dan 2

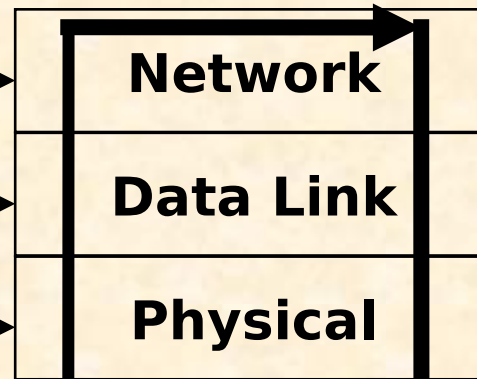
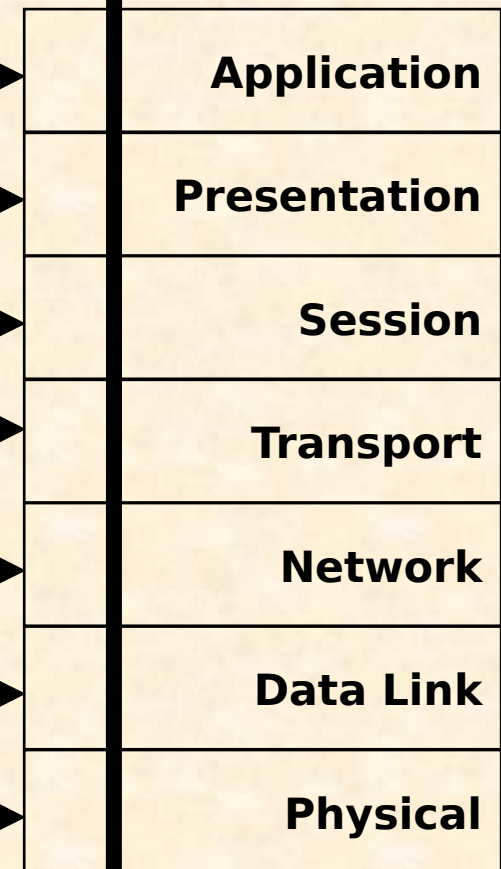
Model OSI dan komunikasi antar sistem

Sistem A



Peer-to-peer communications

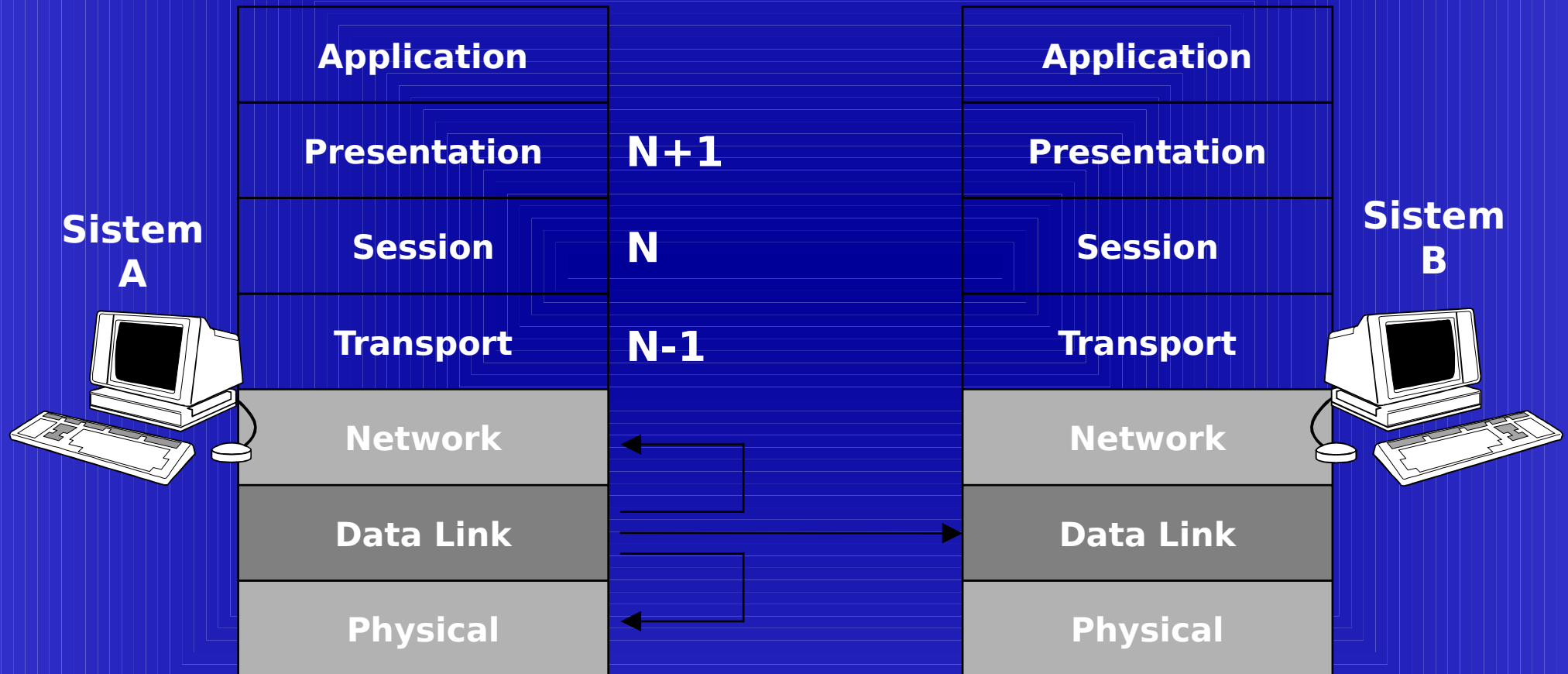
Sistem B



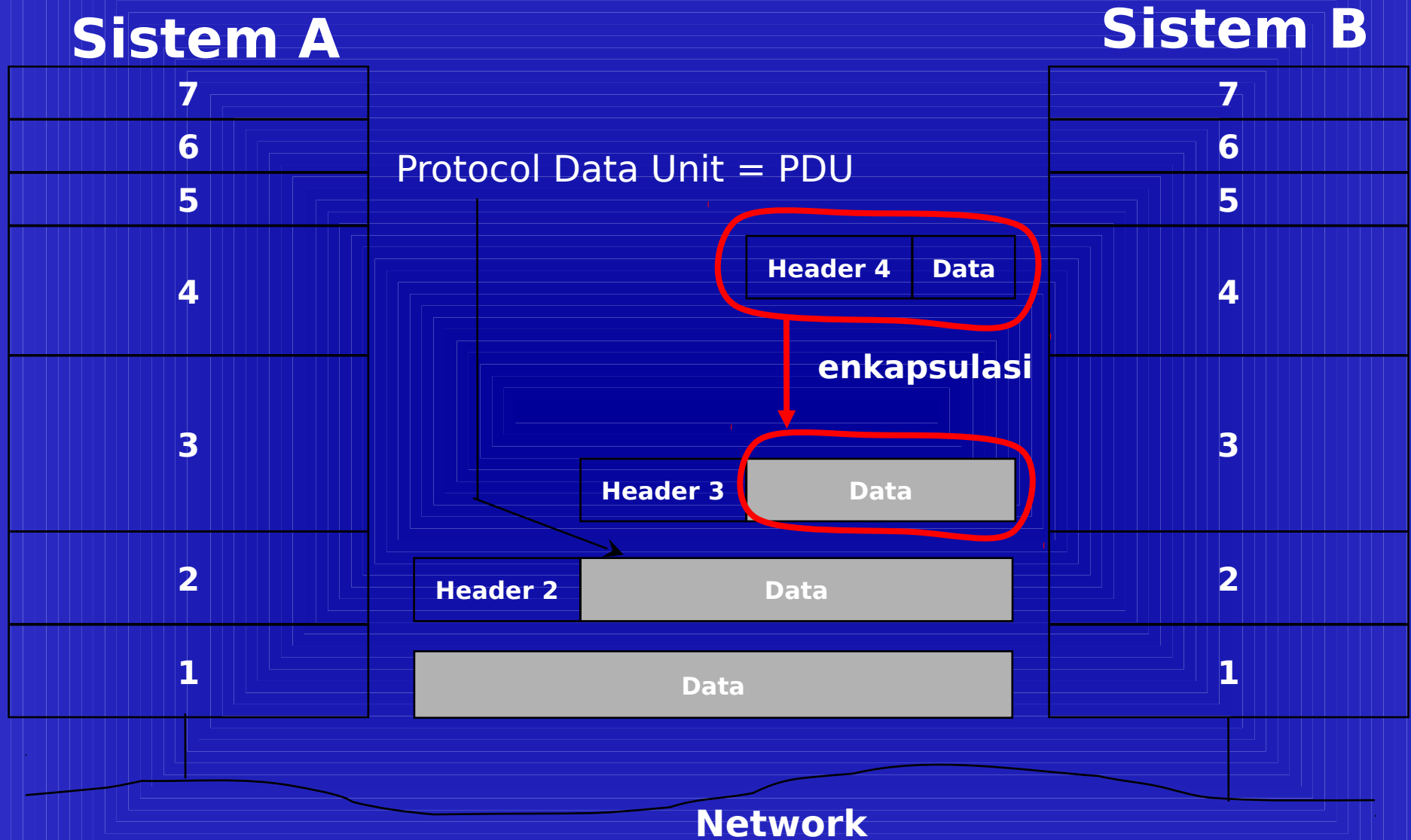
Intermediate node (repeater, bridge, router)

Interaksi antar layer OSI:

- Interaksi dengan layer di atasnya
- Interaksi dengan layer di bawahnya
- Interaksi dengan layer peer di sistem yang berbeda



Layer dan pertukaran informasi



Physical Layer

- Layer yang langsung berinteraksi dengan medium transmisi (bukan medium transmisinya)
- Mendefinisikan spesifikasi elektrik, mekanik, prosedur dan fungsional untuk mengaktifkan, mempertahankan dan me-nonaktifkan link fisik antara sistem yang berkomunikasi → level tegangan, timing perubahan level tegangan, data rate, jarak maksimum transmisi dan konektor fisik
- Contoh : EIA RS232C, EIA RS449, CCITT X.21/X.21 bis

Data Link Layer

- Menyediakan transit data yang andal melalui link fisik jaringan
 - Melaksanakan *error detection* dan mungkin *error correction*
 - Menyediakan mekanisme *flow control*
 - Pengalamatan fisik
 - Pengurutan frame
 - Metoda akses medium transmisi

Network Layer

- Fungsi
 - Merutekan paket
 - Mengendalikan kongesti
 - Melaksanakan internetworking
- Contoh: Open Shortest Path First (OSPF), Routing Information Protocol (RIP), dsb.

Transport Layer

- Menerapkan layanan transport data andal yang transparan terhadap *upper layers*
 - flow control, multiplexing, manajemen virtual circuit, serta error checking & error recovery
- Contoh : Transmission Control Protocol (TCP), Name Binding Protocol (NBP), OSI transport protocol

Session Layer

- Membentuk, me-manage, dan memutuskan session komunikasi antara entitas *presentation layer*
- Session komunikasi terdiri atas permintaan layanan (service request) dan tanggapan layanan (service response) yang terjadi antara aplikasi yang berlokasi pada device jaringan yang berbeda
- Contoh : CCITT X.225

Presentation Layer

- Menyediakan fungsi pengkodean dan konversi untuk data dari *application layer* → menjamin data yang berasal dari *application layer* suatu sistem dapat dibaca oleh *application layer* di sistem yang lain
- Contoh :
 - Format representasi data: EBDIC, ASCII
 - Skema kompresi : QuicTime, MPEG
 - Enkripsi

Application Layer

- Layer OSI yang paling dekat dengan *end user*
- Berinteraksi dengan aplikasi perangkat lunak yang menerapkan suatu komponen untuk berkomunikasi
- Fungsi :
 - Menentukan partner komunikasi
 - Menentukan ketersediaan *resource*
 - Sinkronisasi komunikasi
- Contoh :
 - Telnet, FTP, SMTP (TCP/IP suit)
 - OSI Common Management Information Protocol (CMIP)

Beberapa catatan penting

- Data-Link Layer: Komunikasi antara mesin di dalam jaringan yang sama
- Network Layer : Komunikasi antara mesin di dalam jaringan yang berbeda
- Transport Layer : Komunikasi antara proses yang berjalan pada mesin yang bisa berada di jaringan yang berbeda