



Jaringan Komunikasi Data E-Learning

Presents:

Physical Layer and Data Communication Concept




Minggu 2

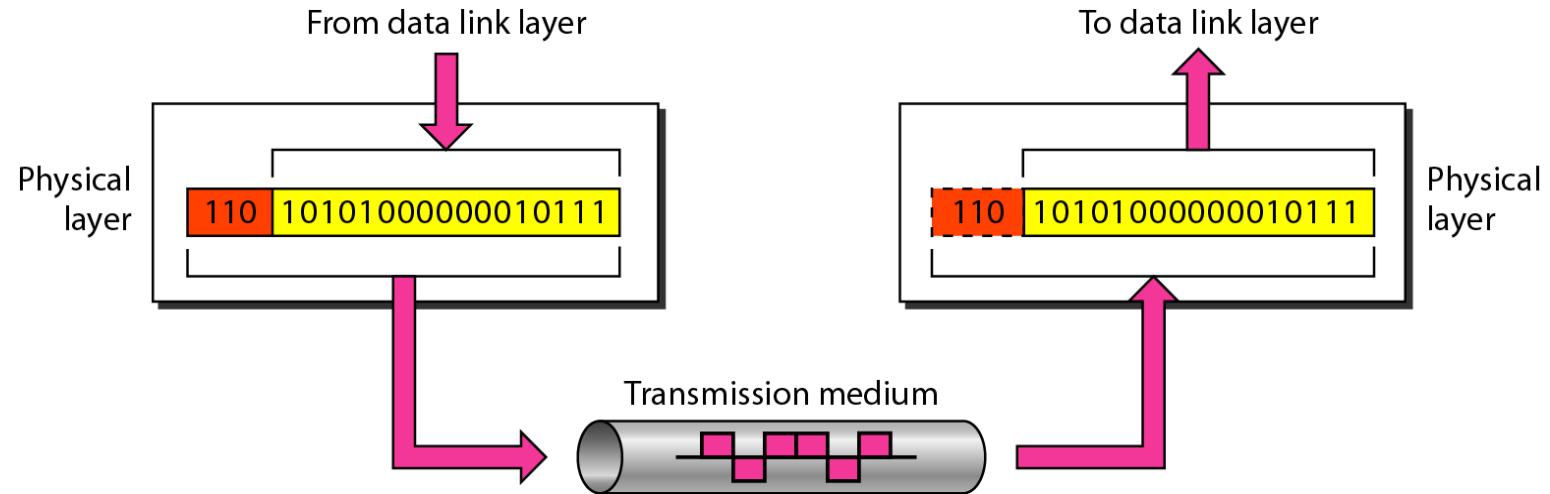




Outline

- Physical Layer
 - Data rate limits
 - Performance
 - Transmission modes
 - Transmission media
 - Switched networks
- 

Physical Layer



The physical layer is responsible for movements of individual bits from one hop (node) to the next.




Data Rate Limits







Data Rate Limits

Pertimbangan yang sangat penting dalam komunikasi data adalah seberapa cepat kita dapat mengirim data, dalam bit per second, melalui kanal komunikasi. Kecepatan data tergantung pada tiga faktor:

1. Bandwidth yang tersedia
 2. Tingkat sinyal yang digunakan
 3. Kualitas kanal (tingkat noise)
- 



Peningkatan level sinyal meningkatkan probabilitas terjadinya error, dengan kata lain akan menurunkan reliabilitas sistem. Mengapa??



Kapasitas Sistem

Bit rate suatu system meningkat seiring meningkatnya jumlah level sinyal yang kita gunakan untuk menunjukkan symbol.

Symbol dapat terdiri dari satu bit atau “n” bit.

Jumlah level sinyal = 2^n .

Dengan meningkatnya jumlah level, spacing antara level menurun -> meningkatkan probabilitas terjadinya error dalam transmisi.

Teorema Nyquist

Nyquist memberikan batas atas untuk bit rate sistem transmisi dengan menghitung bit rate langsung dari jumlah bit dalam simbol (atau level sinyal) dan bandwidth sistem (dengan asumsi 2 simbol / per siklus dan harmonik pertama).

Teorema Nyquist menyatakan bahwa untuk **noiseless** channel:

$$C = 2 B \log_2 2^n$$

C = kapasitas (bps)

B = bandwidth (Hz)



Contoh

Suatu noiseless channel dengan bandwidth 3000 Hz mentransmisikan sinyal dengan dua level sinyal. Bit rate maksimum dapat dihitung sebagai:

$$\text{BitRate} = 2 \times 3000 \times \log_2 2 = 6000 \text{ bps}$$


Contoh

Noiseless channel yang sama mentransmisikan sinyal dengan empat level sinyal (untuk setiap level, dikirimkan 2 bit).

Bit rate maksimum dapat dihitung sebagai:

$$\text{BitRate} = 2 \times 3000 \times \log_2 4 = 12,000 \text{ bps}$$

Contoh

Kita akan mengirimkan 265 kbps melalui noiseless channel dengan bandwidth 20 kHz. Berapa banyak level sinyal yang dibutuhkan?

Solusi

Rumus Nyquist dapat digunakan:

$$265,000 = 2 \times 20,000 \times \log_2 L$$
$$\log_2 L = 6.625 \quad L = 2^{6.625} = 98.7 \text{ levels}$$

Karena hasilnya bukan power of 2, kita perlu meningkatkan jumlah level atau mengurangi bit rate. Jika kita memiliki 128 level, bit rate 280 kbps. Jika kita memiliki 64 level, bit rate adalah 240 kbps.



Shannon's Theorem

Shannon's theorem gives the capacity of a system in the presence of noise.

$$C = B \log_2(1 + \text{SNR})$$


Contoh

▶ Suatu noisy channel memiliki nilai rasio signal-to-noise (SNR) hampir nol. Dengan kata lain, noise sangat kuat sehingga sinyalnya lemah. Untuk saluran ini, kapasitas C dihitung sebagai:

$$C = B \log_2 (1 + \text{SNR}) = B \log_2 (1 + 0) = B \log_2 1 = B \times 0 = 0$$

Ini berarti bahwa kapasitas saluran adalah nol, berapapun nilai bandwidth. Dengan kata lain, kita tidak dapat menerima data apapun melalui saluran ini.

Contoh

▶ Kita dapat menghitung bit rate tertinggi dari saluran telepon biasa. Saluran telepon biasanya memiliki bandwidth 3000. Nilai SNR biasanya 3162. Untuk saluran ini, kapasitas dihitung sebagai

$$\begin{aligned} C &= B \log_2 (1 + \text{SNR}) = 3000 \log_2 (1 + 3162) = 3000 \log_2 3163 \\ &= 3000 \times 11.62 = 34,860 \text{ bps} \end{aligned}$$

Bit rate tertinggi untuk saluran telepon adalah 34,860 kbps. Jika ingin mengirim data lebih cepat daripada ini, kita dapat meningkatkan bandwidth saluran atau meningkatkan SNR.

Contoh

Signal-to-noise ratio dapat diberikan dalam decibel.
Misalkan $\text{SNR}_{\text{dB}} = 36$ dan bandwidth kanal 2 MHz.
Kapasitas kanal dapat dihitung sebagai

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \text{SNR} \quad \rightarrow \quad \text{SNR} = 10^{\text{SNR}_{\text{dB}}/10} \quad \rightarrow \quad \text{SNR} = 10^{3.6} = 3981$$
$$C = B \log_2 (1 + \text{SNR}) = 2 \times 10^6 \times \log_2 3982 = 24 \text{ Mbps}$$

Contoh

Dalam praktik, ketika SNR sangat tinggi, kita dapat mengasumsikan bahwa $\text{SNR} + 1$ hampir sama dengan SNR, sehingga kapasitas kanal dapat disederhanakan menjadi

$$C = B \times \frac{\text{SNR}_{\text{dB}}}{3}$$

Sebagai contoh, kapasitas kanal pada contoh sebelumnya yaitu:

$$C = 2 \text{ MHz} \times \frac{36}{3} = 24 \text{ Mbps}$$

Contoh

▶ Suatu kanal memiliki bandwidth 1 MHz. SNR kanal 63. Berapa bit rate dan level sinyal yang sesuai?

Solusi

Pertama, gunakan rumus Shannon untuk mencari upper limit.

$$C = B \log_2 (1 + \text{SNR}) = 10^6 \log_2 (1 + 63) = 10^6 \log_2 64 = 6 \text{ Mbps}$$


Nilai upper limit yaitu 6 Mbps. Untuk performa lebih baik, kita pilih nilai yang lebih rendah, misalnya 4 Mbps. Kemudian gunakan rumus Nyquist untuk mendapatkan level sinyal.

$$4 \text{ Mbps} = 2 \times 1 \text{ MHz} \times \log_2 L \quad \rightarrow \quad L = 4$$



Note

The Shannon capacity gives us the upper limit; the Nyquist formula tells us how many signal levels we need.






Performance





Performance


Isu penting dalam jaringan adalah **performance** jaringan—seberapa baguskah?

- Bandwidth - capacity of the system
 - Throughput - no. of bits that can be pushed through
 - Latency (Delay) - delay incurred by a bit from start to finish
 - Bandwidth-Delay Product
- 




Note

In networking, we use the term bandwidth in two contexts.

- The first, bandwidth in hertz, refers to the range of frequencies in a composite signal or the range of frequencies that a channel can pass.
 - The second, bandwidth in bits per second, refers to the speed of bit transmission in a channel or link. Often referred to as Capacity.
- 



Example

- The bandwidth of a subscriber line is 4 kHz for voice or data. The bandwidth of this line for data transmission can be up to 56,000 bps using a sophisticated modem to change the digital signal to analog.
 - If the telephone company improves the quality of the line and increases the bandwidth to 8 kHz, we can send 112,000 bps.
- 

Example

▶ A network with bandwidth of 10 Mbps can pass only an average of 12,000 frames per minute with each frame carrying an average of 10,000 bits. What is the throughput of this network?

Solution

We can calculate the throughput as

$$\text{Throughput} = \frac{12,000 \times 10,000}{60} = 2 \text{ Mbps}$$


The throughput is almost one-fifth of the bandwidth in this case.



Propagation & Transmission delay

Propagation speed - speed at which a bit travels through the medium from source to destination.

Transmission speed - the speed at which all the bits in a message arrive at the destination. (difference in arrival time of first and last bit)

- Propagation Delay = Distance/Propagation speed
 - Transmission Delay = Message size/bandwidth bps
 - Latency = Propagation delay + Transmission delay + Queueing time + Processing time
- 

Contoh

▶ Berapa waktu propagasi jika jarak antara 2 titik 12.000 km?
▶ Kecepatan propagasi $2,4 \times 10^8$ m/s di kabel.

Solusi

$$\text{Propagation time} = \frac{12,000 \times 1000}{2.4 \times 10^8} = 50 \text{ ms}$$

Contoh tersebut menunjukkan bahwa sebuah bit dapat melintasi Samudra Atlantik hanya dalam 50 ms jika ada kabel langsung antara sumber dan tujuan.

Contoh

- ▶ Berapa waktu propagasi dan waktu transmisi untuk pesan 2,5 kbyte (email) jika bandwidth jaringan adalah 1 Gbps? Asumsikan bahwa jarak antara pengirim dan penerima adalah 12.000 km dan kecepatan cahaya $2,4 \times 10^8$ m/s.

Solusi

$$\text{Propagation time} = \frac{12,000 \times 1000}{2,4 \times 10^8} = 50 \text{ ms}$$

$$\text{Transmission time} = \frac{2500 \times 8}{10^9} = 0.020 \text{ ms}$$

Contoh

▶ Berapa waktu propagasi dan waktu transmisi untuk pesan 5-Mbyte (gambar) jika bandwidth jaringan 1 Mbps?
Asumsikan bahwa jarak antara pengirim dan penerima adalah 12.000 km dan kecepatan cahaya $2,4 \times 10^8$ m/s.

Solusi

$$\text{Propagation time} = \frac{12,000 \times 1000}{2,4 \times 10^8} = 50 \text{ ms}$$

$$\text{Transmission time} = \frac{5,000,000 \times 8}{10^6} = 40 \text{ s}$$




Transmission Modes



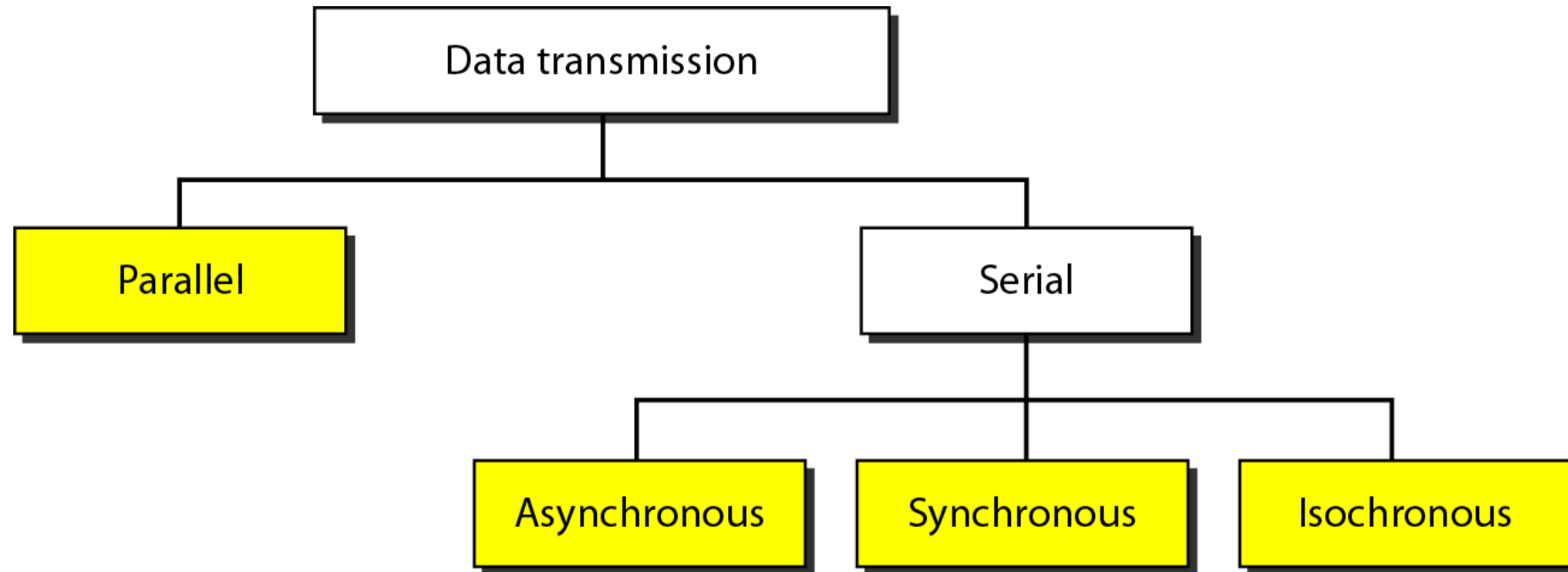


Mode Transmisi

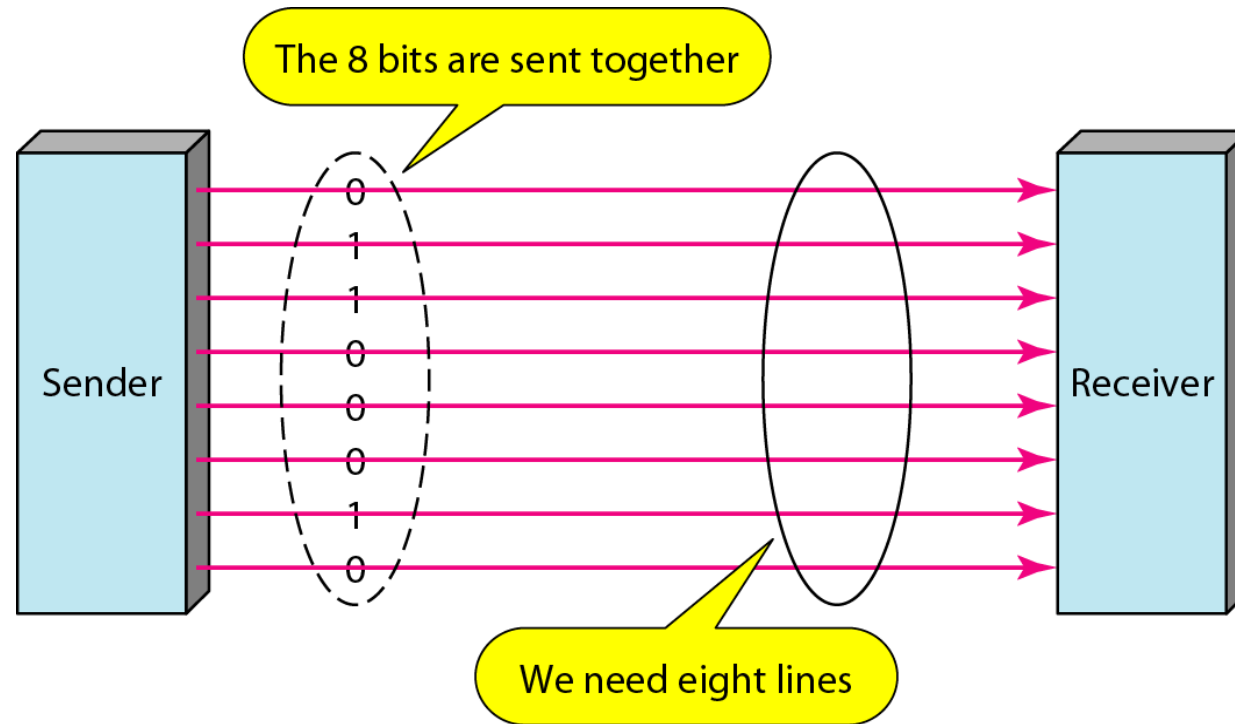
Transmisi data biner melalui link dapat dilakukan dalam mode paralel atau serial. Dalam mode paralel, beberapa bit dikirim dengan setiap clock tick. Dalam mode serial, 1 bit dikirim dengan setiap clock tick. Untuk mengirim data secara paralel hanya ada satu cara, sedangkan secara serial ada tiga subkelas: asynchronous, synchronous, and isochronous.



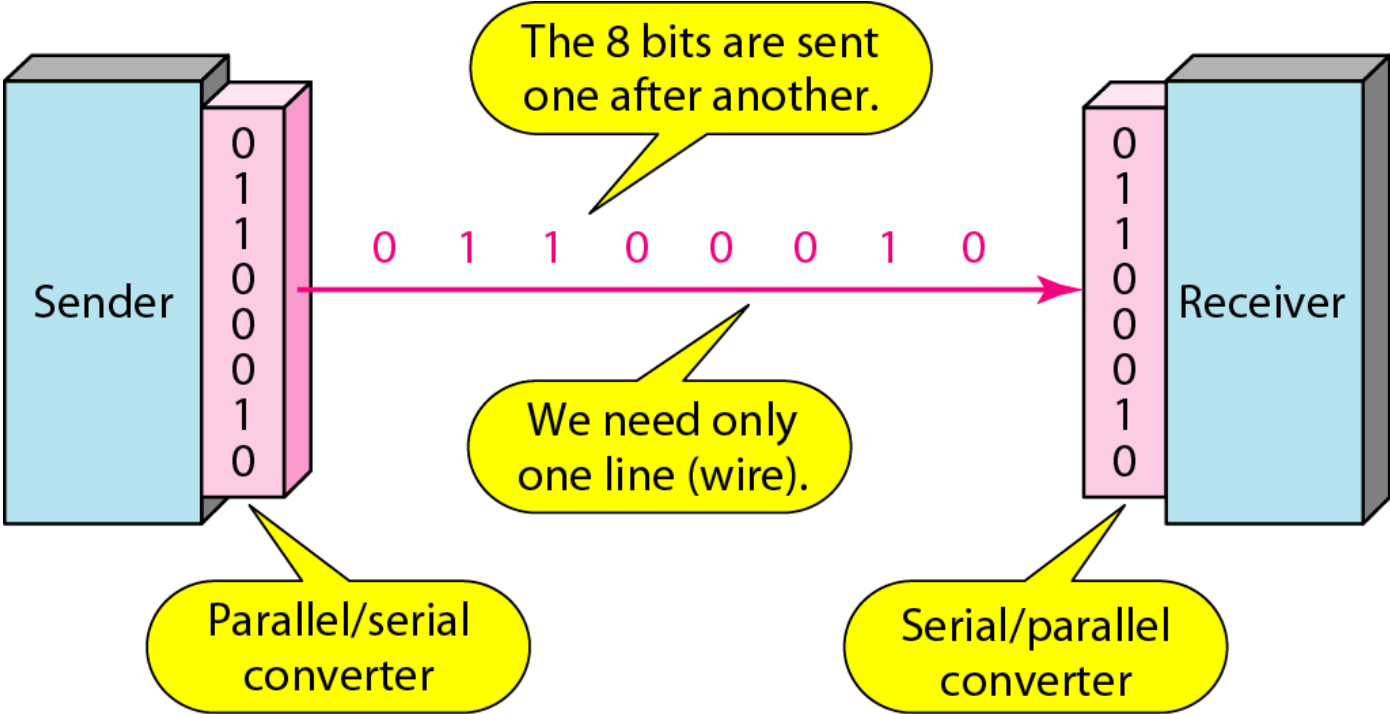
Data transmission and modes



Parallel transmission



Serial transmission






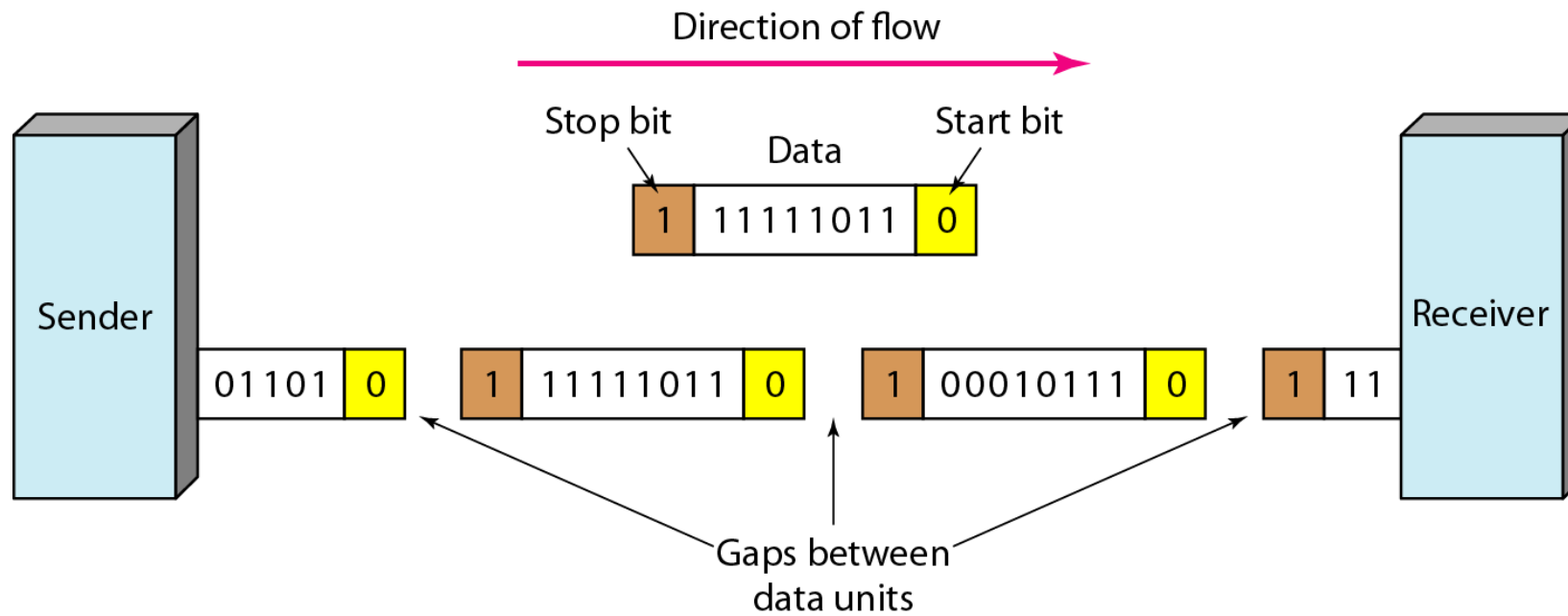
Note

In asynchronous transmission, we send 1 start bit (0) at the beginning and 1 or more stop bits (1s) at the end of each byte. There may be a gap between each byte.

Asynchronous here means “asynchronous at the byte level,” but the bits are still synchronized; their durations are the same.




Asynchronous transmission



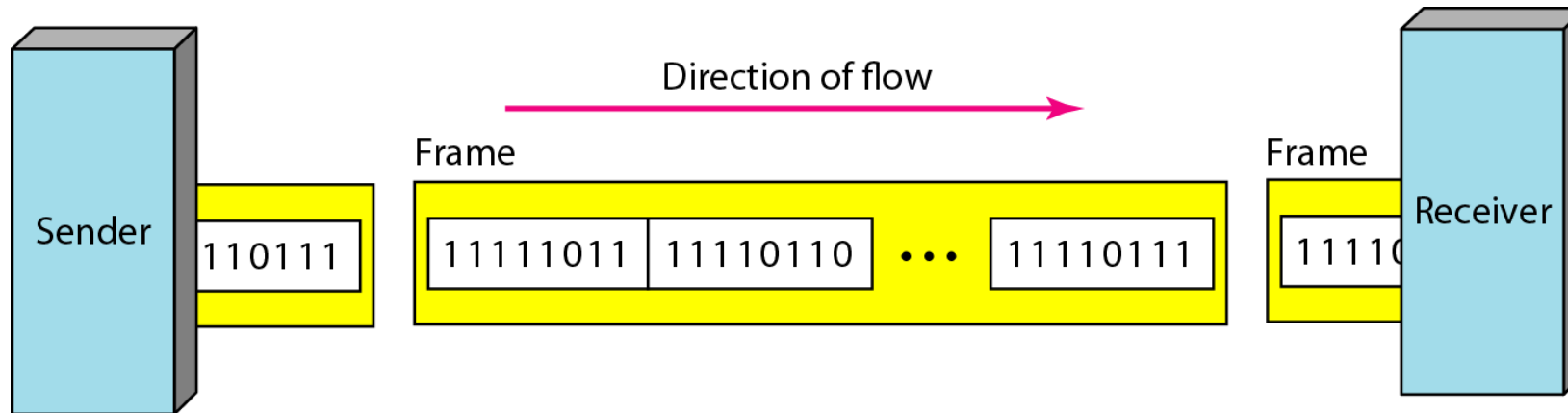


Note

In synchronous transmission, we send bits one after another without start or stop bits or gaps. It is the responsibility of the receiver to group the bits. The bits are usually sent as bytes and many bytes are grouped in a frame. A frame is identified with a start and an end byte.



Synchronous transmission





Isochronous

In isochronous transmission we cannot have uneven gaps between frames.

Transmission of bits is fixed with equal gaps.






Transmission Media





Network Planning

Faktor Perancangan jaringan

1. Bandwidth → menentukan laju data yang dicapai
 2. Keterbatasan transmisi → menentukan coverage(cakupan), contohnya : noise, redaman, derau
 3. Interferensi → gangguan dari sinyal yang pita frekuensinya sama dapat menyebabkan distorsi, bahkan menghancurkan sinyal kirim.
 4. Jumlah penerima → guided media yang digunakan sebagai shared link dapat menyebabkan peningkatan redaman dan distorsi.
- 



Medium Type

Guided Media

1. Twisted pair (10 Hz - 100 MHz)
2. Kabel koaksial (1 kHz – 1 GHz)
3. Serat optik (100 – 1000 THz)

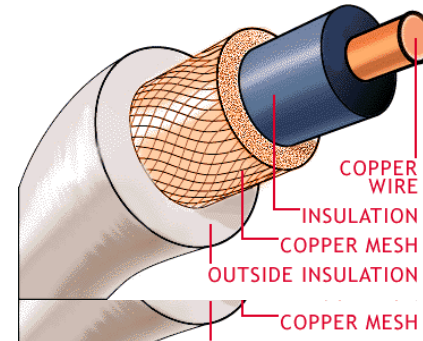
Unguided Media

1. Radio
 2. Gelombang Mikro
- 

Media Fisik Jaringan

Terdapat beberapa media yang sering digunakan dalam mentransmisikan data dari node-1 ke node yang lain, diantaranya:

- 1) Twisted Pair
- 2) Coaxial Cabel
- 3) Optic Fiber
- 4) Wireless

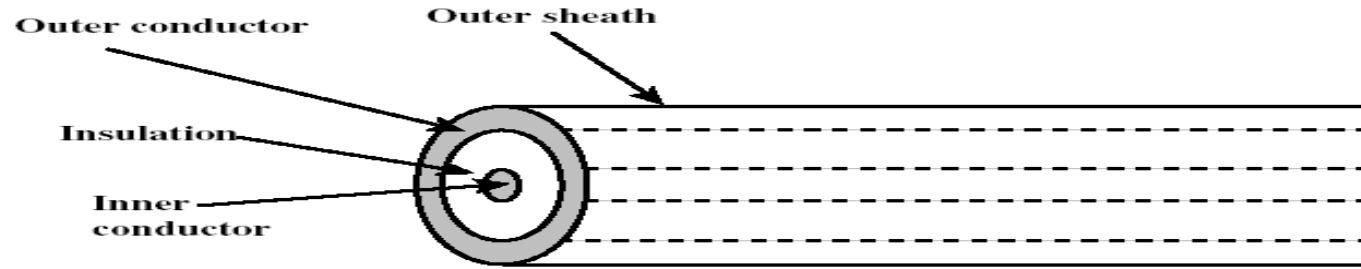
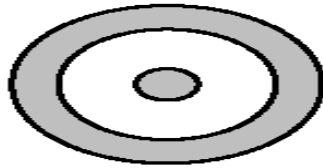


Media Fisik Jaringan

- Separately insulated
- Twisted together
- Often "bundled" into cables
- Usually installed in building during construction

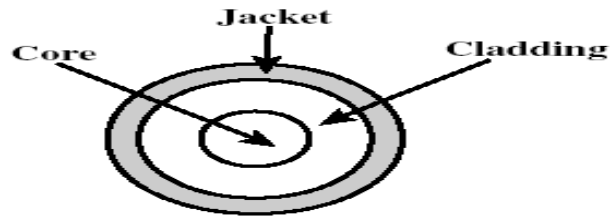


(a) Twisted pair



- Outer conductor is braided shield
- Inner conductor is solid metal
- Separated by insulating material
- Covered by padding

(b) Coaxial cable



- Glass or plastic core
- Laser or light emitting diode
- Specially designed jacket
- Small size and weight

Light at less than critical angle is absorbed in jacket

(c) Optical fiber



Switching





Problems...

Permasalahan yang timbul jika jaringan memiliki banyak perangkat:

Boros

semakin banyak perangkat akan makin banyak dan makin panjang link → tidak efisien dalam cost

Mayoritas link akan idle dalam suatu waktu






Solution...

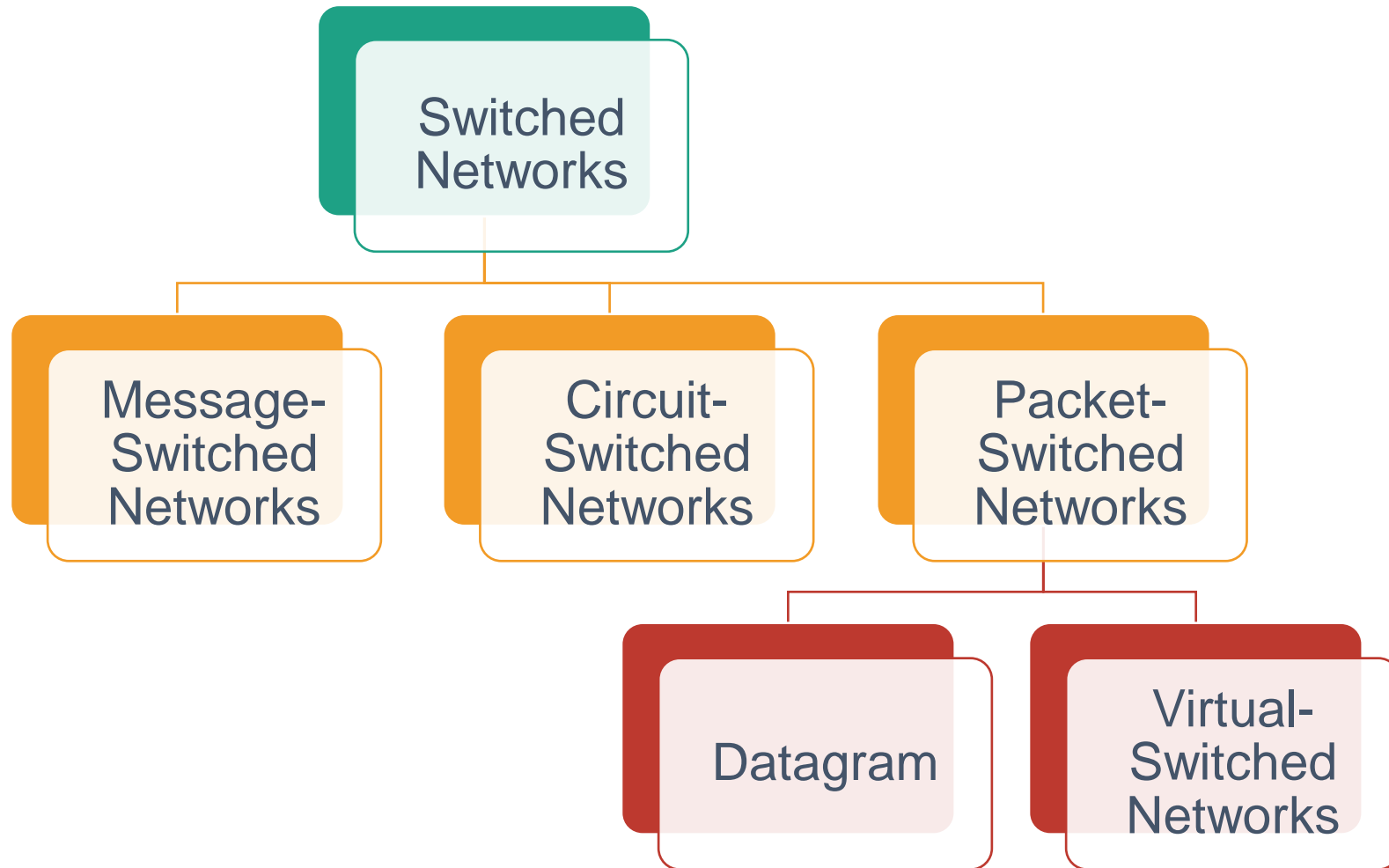
SWITCHING !

Sebuah jaringan switching akan terdiri dari satu set node interlink yang disebut switch.

Switch merupakan perangkat yang mampu menciptakan koneksi sementara (temporary connection) antara 2 atau lebih perangkat yang terhubung ke switch.



Taksonomi Jaringan Switching



1. Message Switching

Digunakan pada jaringan telegraph

Telegraphy : writing in distance

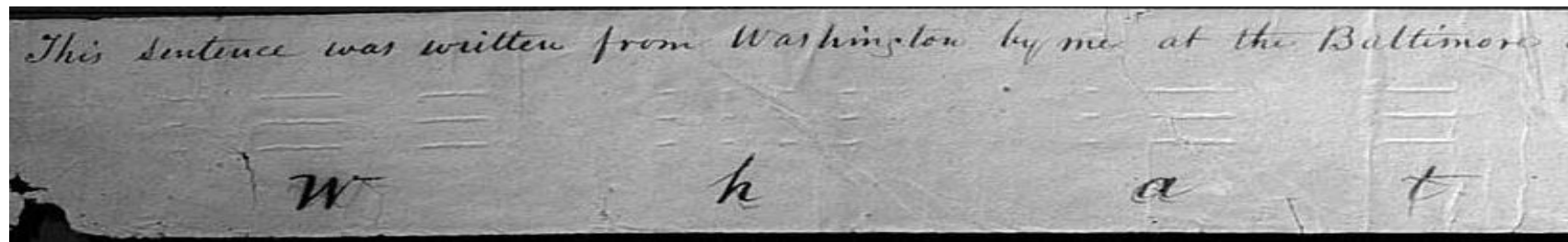
Sinyal-sinyal morse dari suatu stasiun telegraph ditransfer ke stasiun yang lain (bisa jadi melalui beberapa perantara)




Samuel F.B. Morse
1791-1872

Copyrighted

A Short History of Telegraphy
AG Hobbs & SM Hallas



WHAT HATH GOD WROUGHT” The first telegraph message sent by Morse

- 
- ▶ Stasiun perantara akan menerima keseluruhan message lalu memeriksa stasiun berikutnya yang harus dituju, kemudian meneruskan message ke stasiun berikutnya. Ini merupakan proses Store-and-Forward

Proses Store-and-Forward ini diulangi sampai message tiba di tujuan

Tidak ada proses pembentukan dan pemutusan koneksi







2. Circuit Switching

▶ Digunakan pada jaringan telepon

▶ Komunikasi berlangsung di dalam tiga tahap :


1. Pembentukan koneksi antara dua pihak yang berkomunikasi
Proses ini ditujukan untuk mendefinisikan jalur yang harus ditempuh oleh informasi yang akan dikirimkan
Koneksi yang dibentuk (resource jaringan yang sudah dialokasikan bagi suatu panggilan) bersifat dedicated (tidak di-share bersama panggilan lain)
Baik ada maupun tidak ada informasi yang ditransfer, koneksi terhubung terus
 2. Transfer informasi
 3. Pemutusan koneksi
- 



Berdasarkan adanya keharusan pembentukan koneksi sebelum transfer informasi berlangsung maka teknik circuit switching disebut bersifat ***connection oriented***

Teknik circuit switching cocok untuk mentransfer voice

Sifat koneksi yang dedicated dapat menjamin delay dan jitter yang disyaratkan untuk transfer voice



3. Packet Switching

▶ Digunakan pada jaringan untuk mentransfer informasi data
▶ Sebelum dikirimkan ke jaringan, message dipecah ke dalam beberapa message yang ukurannya lebih pendek

Message-message yang ukurannya pendek ini disebut paket

Di penerima, paket-paket itu akan disusun kembali membentuk message semula

Resource jaringan di-share oleh user-user yang ada pada jaringan (tidak dedicated)

Bila suatu user tidak mentransfer informasi maka user tsb tidak akan menggunakan resource jaringan

Ada dua macam teknik Packet Switching:

Datagram Packet Switching

Virtual-Circuit Packet Switching



3a. Datagram Packet Switching



Connectionless

Tidak ada pembentukan koneksi dahulu

Paket-paket yang dikirimkan diberi identifier node pengirim dan tujuan

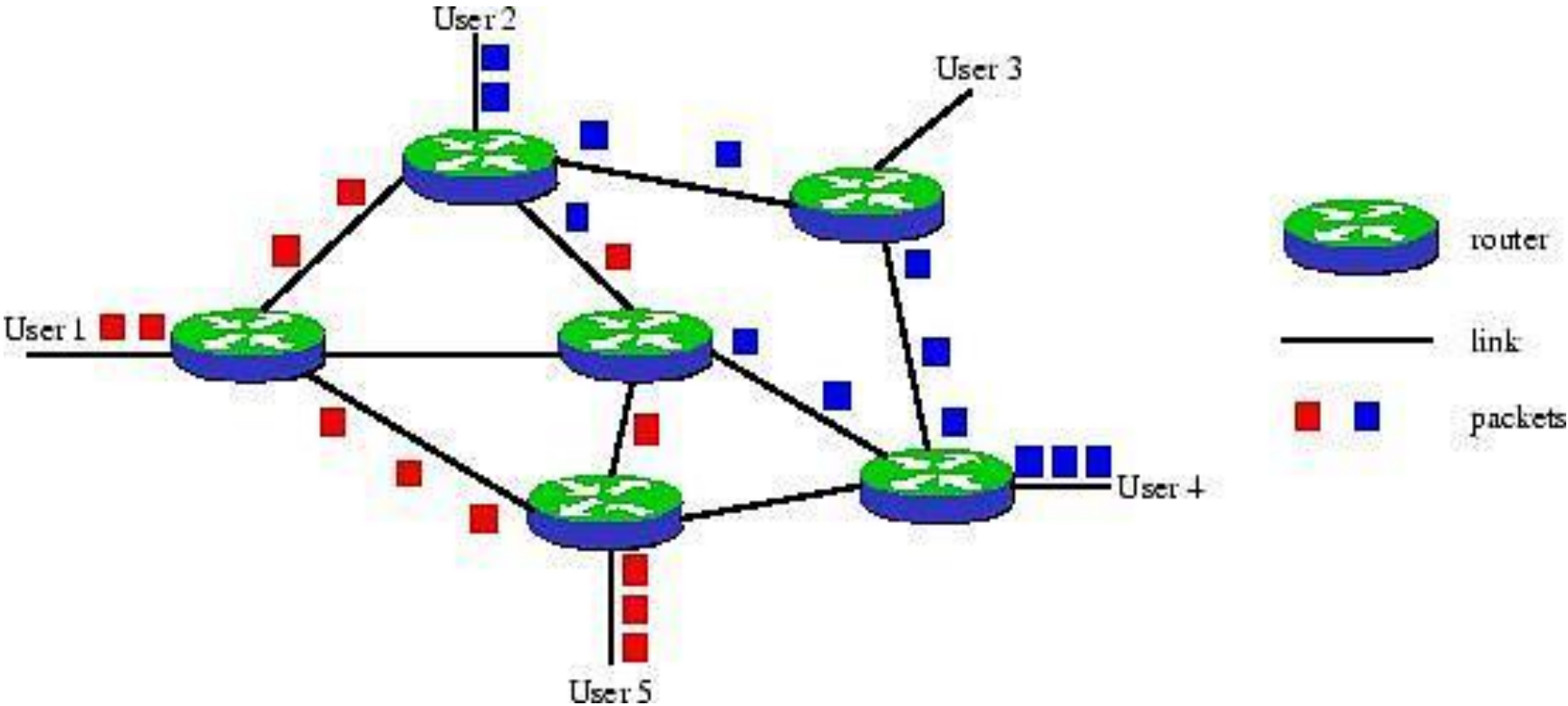
Paket yang sampai di *intermediate node* akan diteruskan ke node berikutnya (bila memungkinkan)

Intermediate node tidak perlu menunggu sampainya semua paket yang berasal dari suatu message

Merupakan proses Store-and-Forward (seperti pada Message Switching)



Ilustrasi Datagram Packet Switching





3b. Virtual-Circuit Packet Switching

- ▶ Memadukan keunggulan circuit switching dan datagram packet switching

Connection oriented ; komunikasi berlangsung di dalam tiga tahap seperti pada circuit switching

Pemakaian resource jaringan tidak dedicated

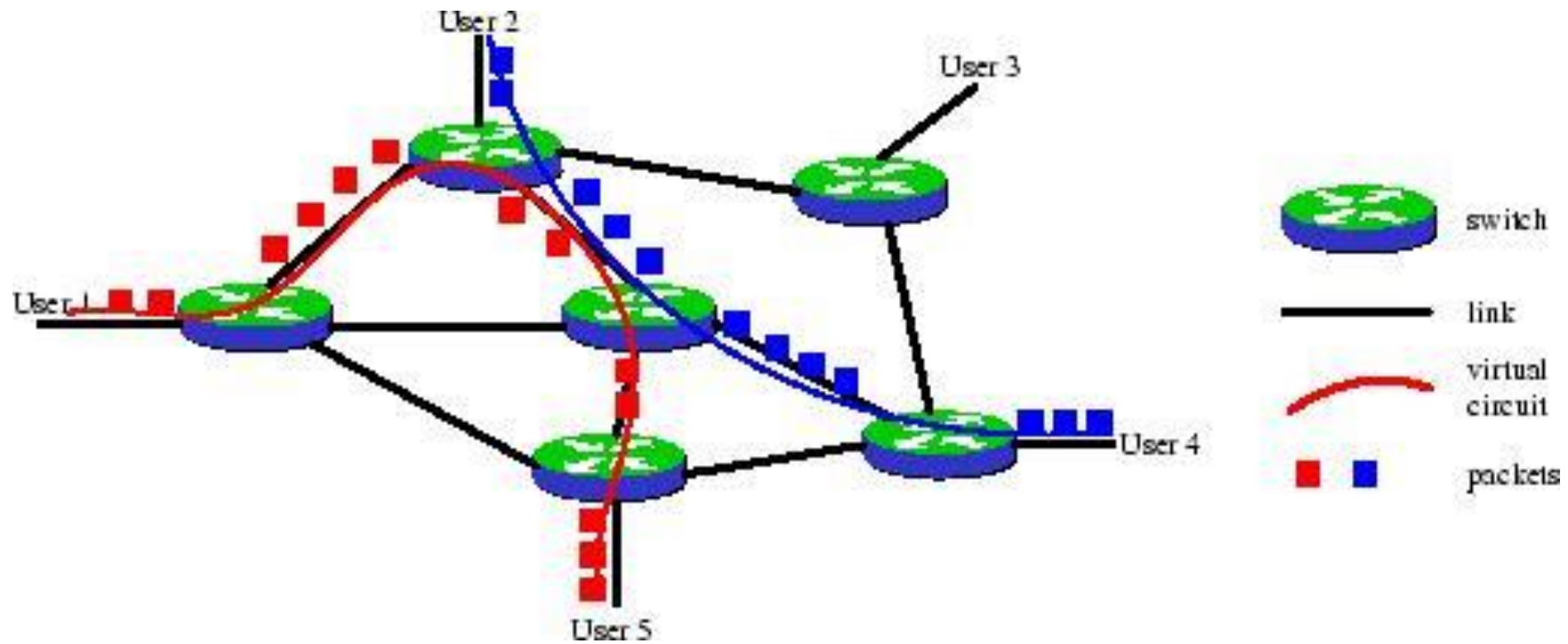
Store-and-forward process masih berlangsung

Setelah koneksi terbentuk, paket-paket yang berasal dari suatu message yang sama akan dikirimkan melalui jalur yang sudah ditentukan ketika pembentukan koneksi

Paket-paket tiba di tujuan secara terurut



Ilustrasi Virtual-Circuit Packet Switching





References

- *Data Communications and Networking*, 5th Edition, Behrouz A. Forouzan, McGraw Hill, 2013
 - *Data and Computer Communications*, 10th Edition, William Stallings, Pearson Education, 2014
- 