

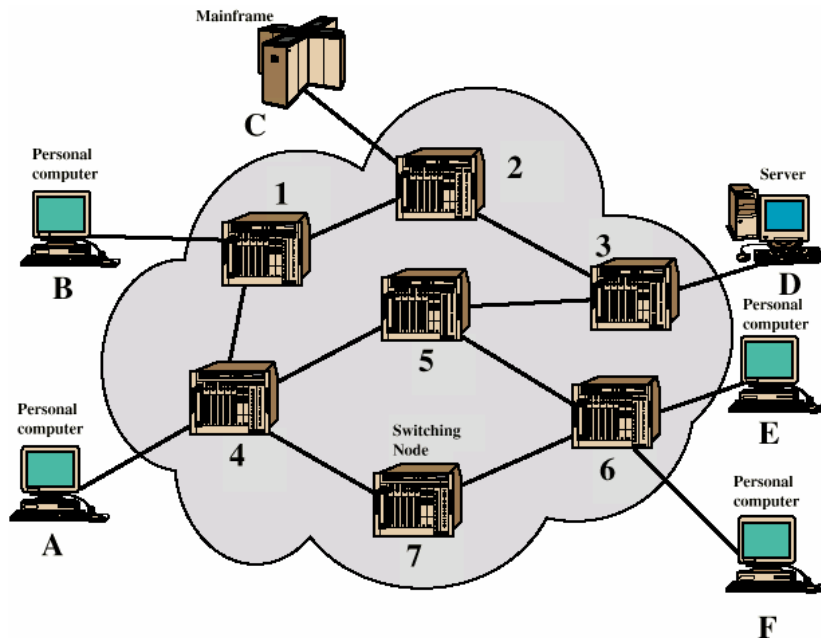
SWITCHING

- Transmisi jarak jauh biasanya akan melewati jaringan melalui node-node yang di switch.
- Node tidak khusus untuk suatu konteks data tertentu. Dimana **End device** adalah station : komputer, terminal, telepon, dll.
- Sejumlah node dan koneksinya merupakan bagian dari jaringan komunikasi.
- Data akan diarahkan melalui switch dari node ke node.

NODE

- Node akan dihubungkan dengan node itu sendiri atau dihubungkan dengan station, atau dengan node lain.
- Link dari node ke node biasanya *multiplexed*
- Jaringan biasanya secara parsial akan terhubung : sangat memungkinkan terjadinya koneksi yang redundan.
- Terdapat 2 teknologi switch :
 - Circuit switching
 - Packet switching

JARINGAN SWITCH SEDERHANA



TEKNOLOGI SWITCH

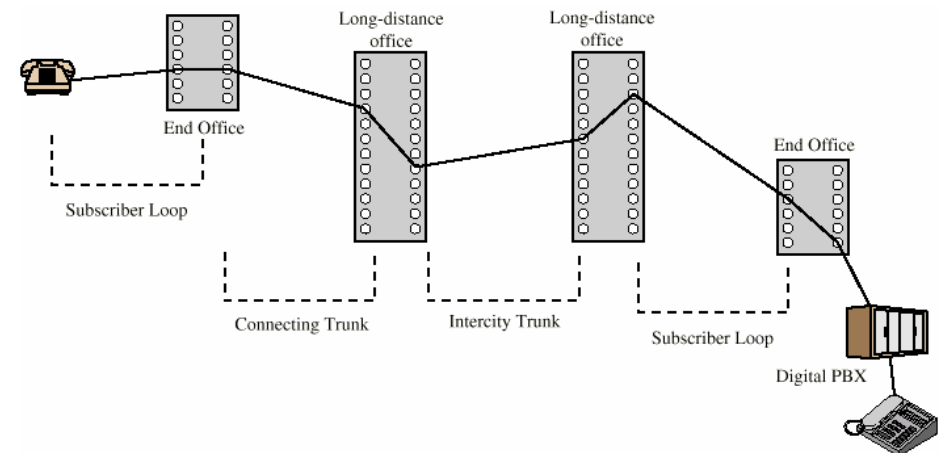
1. CIRCUIT SWITCHING

- Dibuat untuk mengadakan jalur komunikasi antara dua station
- Melewati 3 fase :
 - Establish (mempersiapkan koneksi)
 - Transfer (memindahkan data ketika koneksi)
 - Disconnect (memutuskan koneksi)
- Harus memiliki switch dan channel dalam kapasitas yang cukup untuk dapat menyediakan koneksi.
- Harus memiliki 'intelligence' dalam mengarahkan data (proses routing).

APLIKASI CIRCUIT SWITCHING

- Sangat In-efisien
 - Kapasitas channel hanya untuk durasi dari koneksi
 - Jika tidak ada data, Kapasitas wasted
- Set up (proses koneksi) memerlukan waktu
- Sekali terkoneksi, transfer amat transparan
- Dikembangkan untuk trafik voice (telepon)

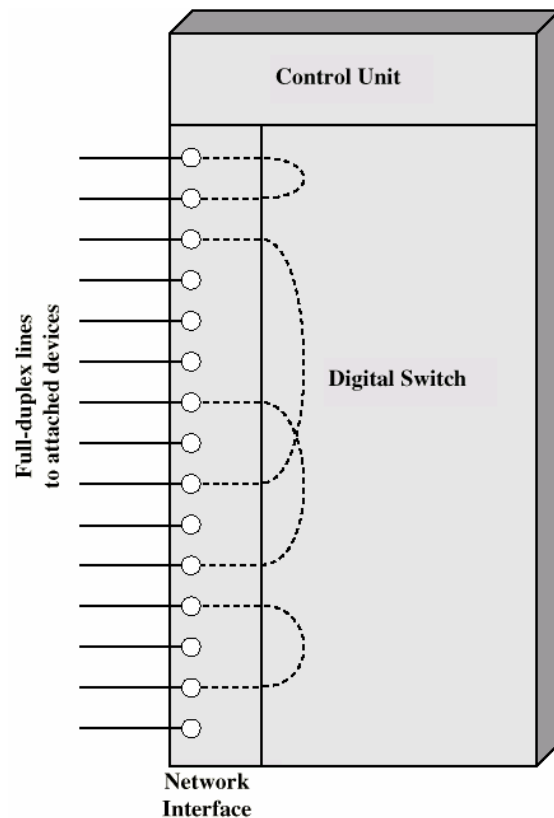
PUBLIC CIRCUIT SWITCHED NETWORK



KOMPONEN TELEKOMUNIKASI

- Subscriber : Device yang terhubung dengan network
- Local Loop
 - Subscriber loop
 - Koneksi ke network
- Exchange
 - Pusat kegiatan switch (Switching centers)
 - End office – merupakan bagian yang men-support subscriber
- Trunks
 - Percabangan antara exchange
 - Multiplexed

ELEMEN CIRCUIT SWITCH



KONSEP CIRCUIT SWITCH

- Digital Switch : Menyediakan jalur sinyal yang transparan antar device.
- Network Interface
- Control Unit
 - Mempersiapkan koneksi
 - Pada umumnya dalam keadaan siap berkoneksi.
 - Menangani dan mengirimkan sinyal acknowledge request.
 - Siap sedia jika tujuan dalam keadaan bebas.
 - Membangun jalur (path)
 - Memelihara koneksi
 - Melakukan Disconnect bila koneksi sudah selesai

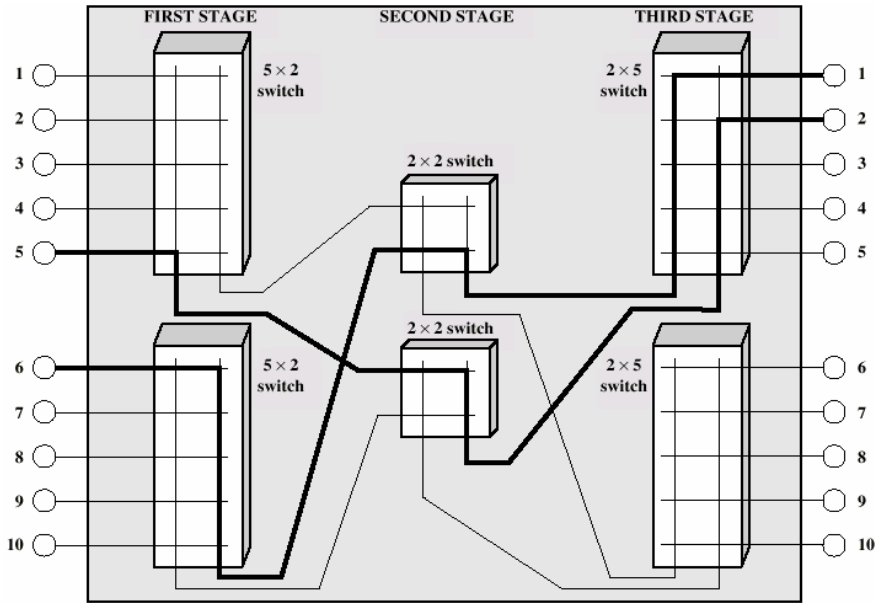
BLOCKING DAN NON-BLOCKING

- Blocking
 - Jaringan tidak dapat terkoneksi karena semua jalur sedang digunakan.
 - Digunakan dalam sistem voice : untuk call yang berdurasi pendek.
- Non-blocking
 - Mengizinkan semua station untuk terkoneksi pada suatu waktu
 - Digunakan untuk koneksi data

MULTI STAGE SWITCH

- z Mengandung beberapa crosspoint
- z Lebih dari 1 jalur (path) yang berada dalam network : mempertinggi reliabilitas.
- z Lebih kompleks dalam pengontrolan.
- z Dapat saja mengalami blocking

SWITCH DENGAN 3 STAGE



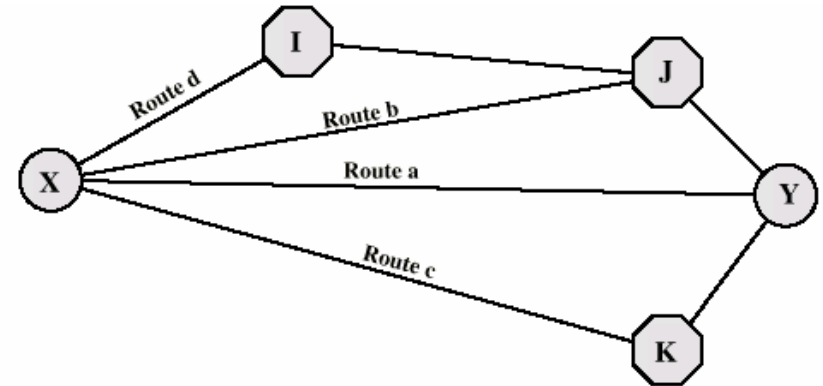
PROSES ROUTING

- Banyak koneksi akan membutuhkan jalur yang tersedia pada lebih dari satu switch.
- Membutuhkan suatu pencarian rute, agar
 - Efisien
 - Resilience
- Public telephone switches merupakan struktur **tree** : dimana Statik routing digunakan dengan pendekatan yang sama untuk setiap waktu.
- Dinamik routing memungkinkan untuk mengubah proses routing dengan bergantung pada trafik : memanfaatkan struktur **peer** untuk setiap nodenya.

PROSES ROUTING ALTERNATIF

- z Memungkinkan untuk melewati rute antara end office yang belum didefinisikan sebelumnya.
- z Switch selects appropriate route
- z Routes listed in preference order
- z Different sets of routes may be used at different times

DIAGRAM PROSES ROUTING ALTERNATIF



Route a: $X \rightarrow Y$
 Route b: $X \rightarrow J \rightarrow Y$
 Route c: $X \rightarrow K \rightarrow Y$
 Route d: $X \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow Y$

○ = end office

○ = intermediate switching node

(a) Topology

Time Period	First route	Second route	Third route	Fourth and final route
Morning	a	b	c	d
Afternoon	a	d	b	c
Evening	a	d	c	b
Weekend	a	c	b	d

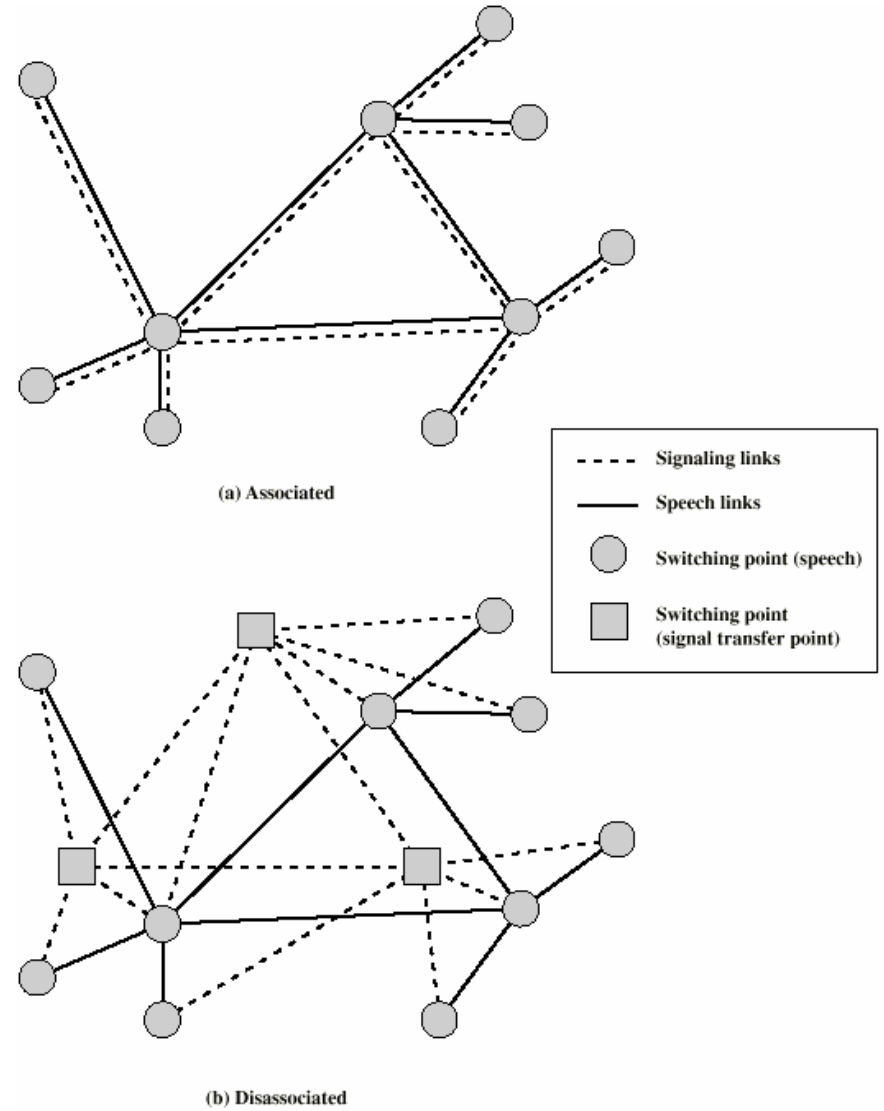
(b) Routing table

SINYAL KONTROL

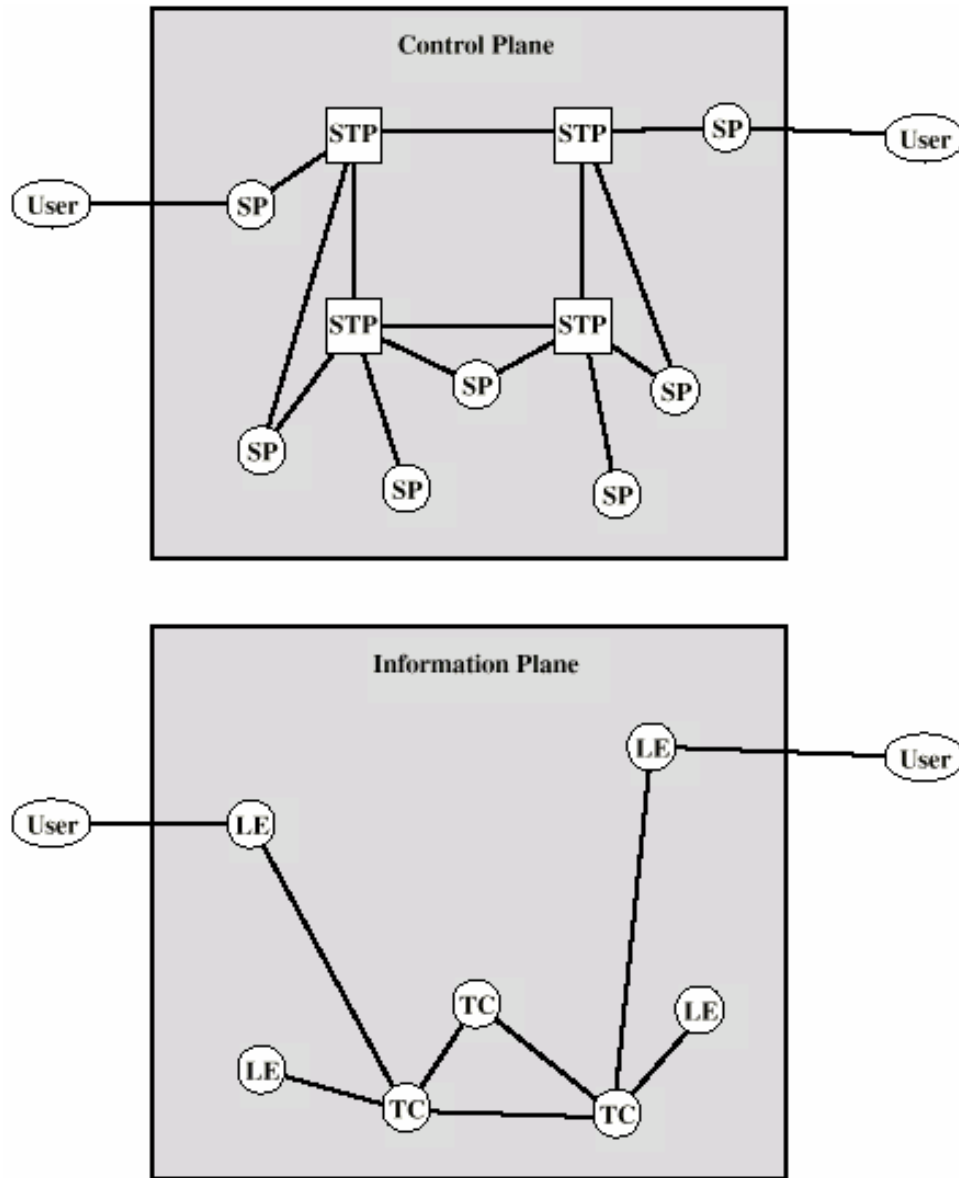
MODE PENSINYALAN

Name of Signal	Calling Station	Originating End Office	Intermediate Exchanges(s)	Terminating End Office	Called Station
Connect	↑	↑	↑	↑	↑
Disconnect	↑	↑	↑	↑	↑
Answer (off-hook)		↓	↓	↓	
Hang-up (on-hook)		↓	↓	↓	
Delay-dial (delay pulsing)		↓	↓	↓	
Wink-start		↓	↓	↓	
Start dial (start pulsing)	↓				
Dial tone					
Called station identity		↑	↑		
DTMF pulsing		↑	↑		
Dial pulsing		↑	↑		
Multifrequency pulsing		↑	↑		
Calling station identity		↑	↑		
Verbal		↑	↑		
MF pulsed digits		↑	↑		
Line busy		↑	↑		
Reorder		↑	↑		
No circuit		↑	↑		
Ringing		↑	↑		
Audible ringing		↑	↑		
Ringing start		↑	↑		
Recorder warning tone		↑	↑		
Announcements		↑	↑		
					↑
					↑

Note: A broken line indicates repetition of a signal at each office, whereas a solid line indicates direct transmittal through intermediate offices.



TRANSFER POIN



STP = Signaling transfer point
SP = Signaling point
TC = Transit center
LE = Local Exchange

2. PAKET SWITCHING

PRINSIP

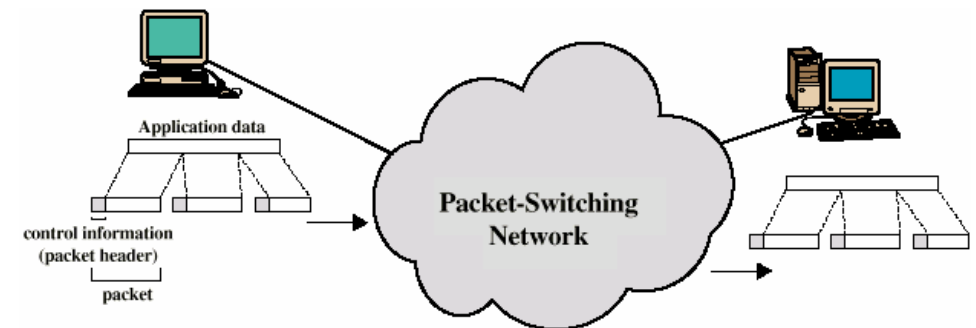
Circuit switching

- didesain untuk komunikasi voice
- Resource diperuntukkan melayani panggilan
- Banyak waktu koneksi yang idle, jika tidak ada panggilan.
- Rasio data sudah ditetapkan besarnya : kedua end node mesti memiliki rasio yang sama.

Paket Switching

- Data ditransmisikan dalam paket-paket kecil
 - Biasanya 1000 oktet
 - Pesan yang panjang akan di-split dalam seri paket.
 - Setiap paket mengandung data user dan informasi kontrol.
- Informasi kontrol : informasi routing (pengalamatan).
- Paket diterima, disimpan dalam buffer dan dilanjutkan ke node selanjutnya : Store dan forward

PENGGUNAAN PAKET



KEUNTUNGAN

- Efisiensi Jalur (Line)
 - Node tunggal ke link node dapat dibagi pakai oleh banyak paket setiap waktu.
 - Paket akan diantri dan ditransmisikan secepat yang dimungkinkan.
- Konversi Rasio data
 - Setiap station terkoneksi ke node lokal dengan kecepatannya sendiri.
 - Buffer data pada node dapat mengatur rasio kecepatannya juga.
- Paket tetap dapat diterima pada saat network sibuk (busy) : pengantaran akan lebih lambat.
- Dapat menggunakan skala prioritas.

TEKNIK SWITCHING

- Station akan mendorong pesan yang panjang dalam paket-paket kecil.
- Paket dikirim satu per satu dalam waktu tertentu ke jaringan.
- Paket ditangani dengan 2 cara, yaitu :
 - Datagram
 - Virtual circuit

DATAGRAM

- Setiap paket berdiri sendiri
- Paket dapat memilih setiap route yang mungkin dilaluinya.
- Paket dapat saja datang dalam keadaan *out of order*, karena terlalu lama dalam perjalanannya.
- Paket dapat saja hilang
- Penerima dapat meminta kembali pengiriman bagi paket-paket yang hilang.

VIRTUAL CIRCUIT

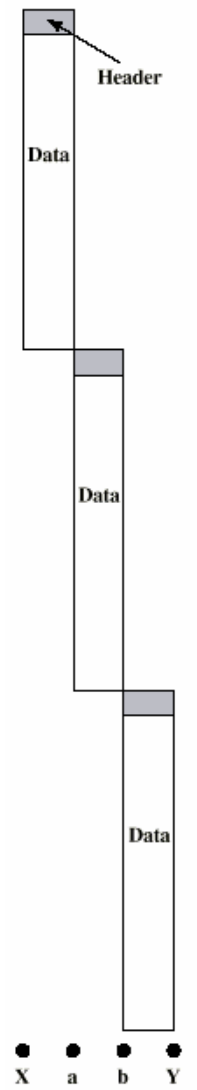
- Rute dapat disiapkan sebelum paket dikirim.
- *Call request* dan *call accept* bagi paket akan mempersiapkan koneksi (handshake)
- Setiap paket mengandung *virtual circuit identifier* termasuk alamat tujuannya.
- Tidak ada kemampuan memilih rute untuk setiap paket, karena sudah didefinisikan sebelumnya.
- Tidak diperlukan jalur dedicated.

VIRTUAL CIRCUIT VS DATAGRAM

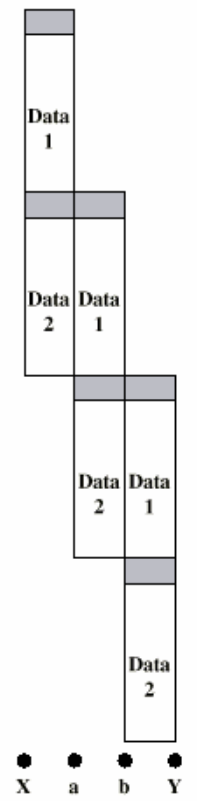
- Virtual circuit
 - Jaringan dapat mengatur urutan dan kontrol kesalahan.
 - Paket di-forward lebih cepat : tidak membutuhkan pemilihan rute dalam perjalanan.
 - Kurang reliabel : Kehilangan suatu node akan menghilangkan seluruh sirkuit setelah node tersebut.
- Datagram
 - Tidak membutuhkan fase persiapan ketika terjadi *call* : sangat baik jika paketnya sedikit.
 - Lebih fleksibel : Routing dapat digunakan untuk menghadapi bagian network yang sibuk atau tidak aktif.

UKURAN PAKET

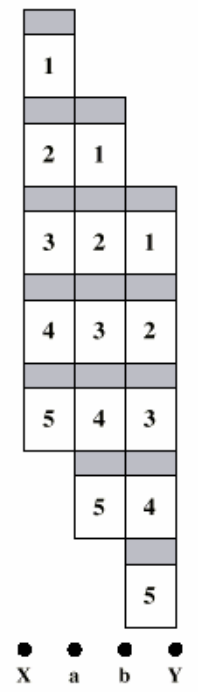
(a) 1-packet message



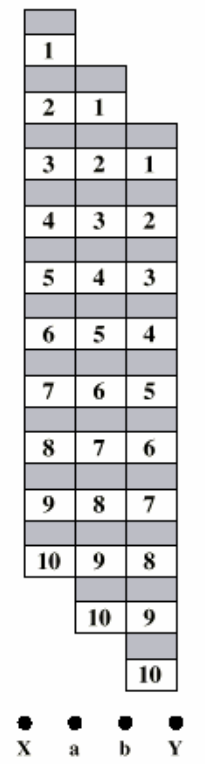
(b) 2-packet message



(c) 5-packet message



(d) 10-packet message

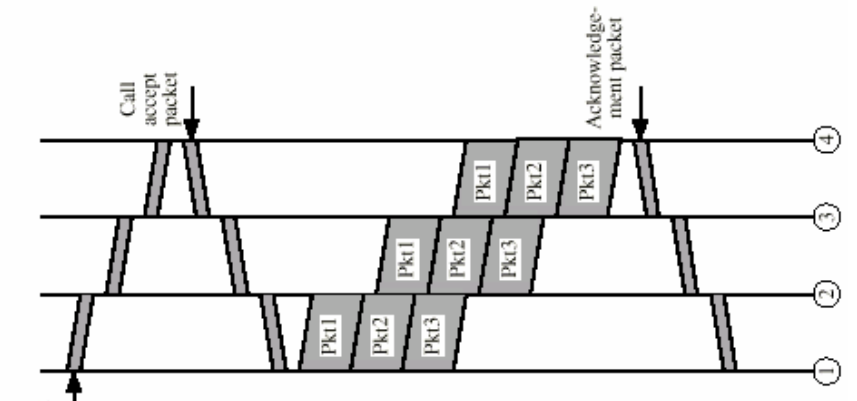


TIMING EVEN

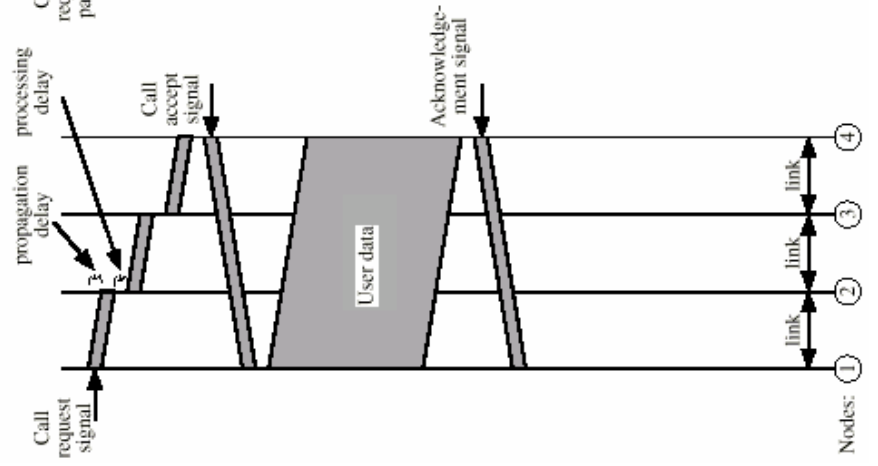
(c) Datagram packet switching



(b) Virtual circuit packet switching



(a) Circuit switching



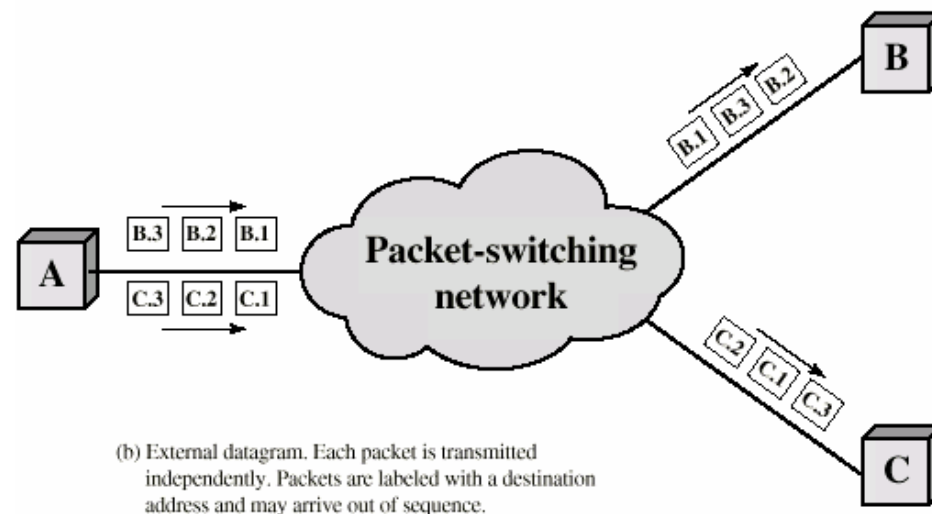
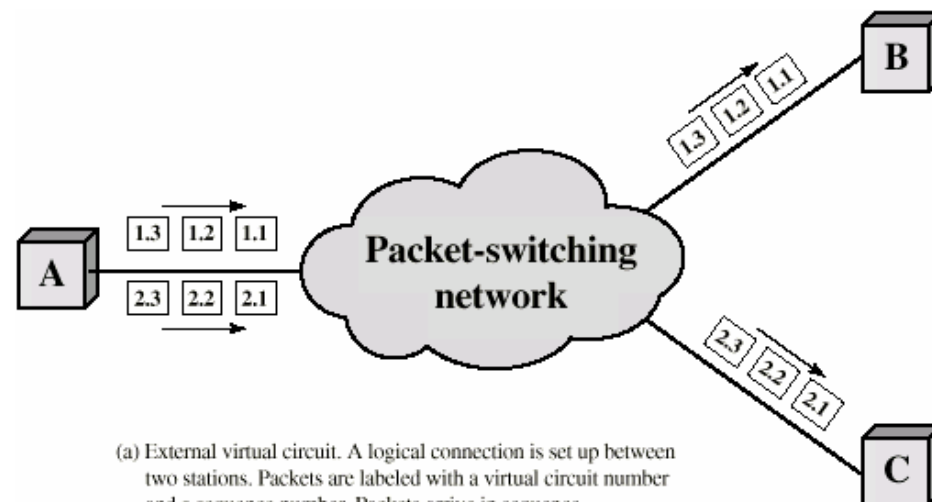
OPERASI INTERNAL DAN EKSTERNAL

- Paket switching - datagram atau virtual circuit
- Interface antara station dan node network
 - Berorientasi pada koneksi
 - Station meminta koneksi secara logikal (virtual circuit)
 - Semua paket diidentifikasi sepanjang koneksi tersebut dan secara berurutan diberi nomor.
 - Network meletakkan paket dalam urutannya.
 - Kemudian dilayani dengan eksternal virtual circuit.
 - Contoh : jaringan X.25
 - Connectionless
 - Paket ditangani secara independen.
 - Dilayani oleh External datagram.

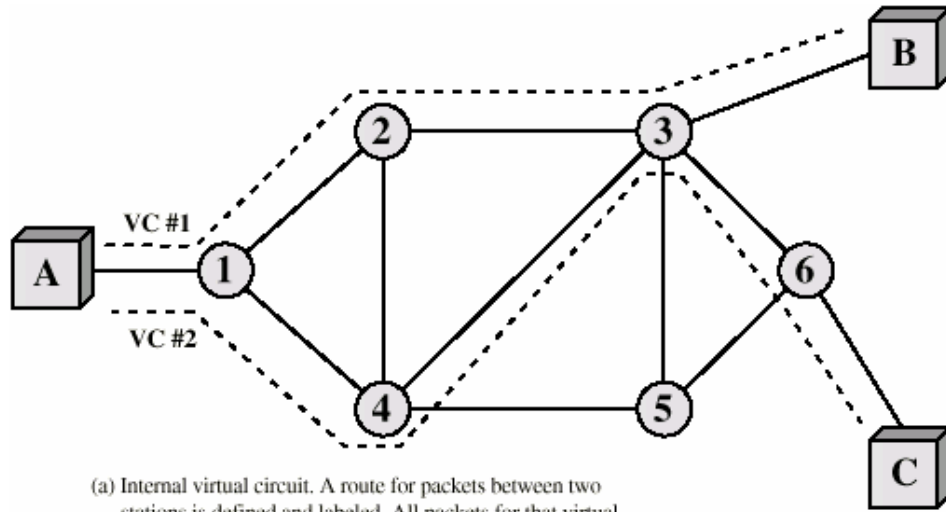
KOMBINASI OPERASI

- Eksternal virtual circuit, internal virtual circuit
 - Membuat *dedicated route* untuk seluruh network
- Eksternal virtual circuit, internal datagram
 - Network menangani paket secara berkesinambungan
 - Paket yang berbeda untuk external virtual circuit yang sama akan menghasilkan perbedaan dalam internal route.
 - Buffer network pada node tujuan dipersiapkan untuk re-ordering
- Eksternal datagram, internal datagram
 - Paket ditangani secara independen oleh network maupun oleh user.
- Eksternal datagram, internal virtual circuit
 - User eksternal tidak melihat koneksi
 - User eksternal mengirim 1 paket setiap waktu.
 - Network akan men-setup koneksi logikal.

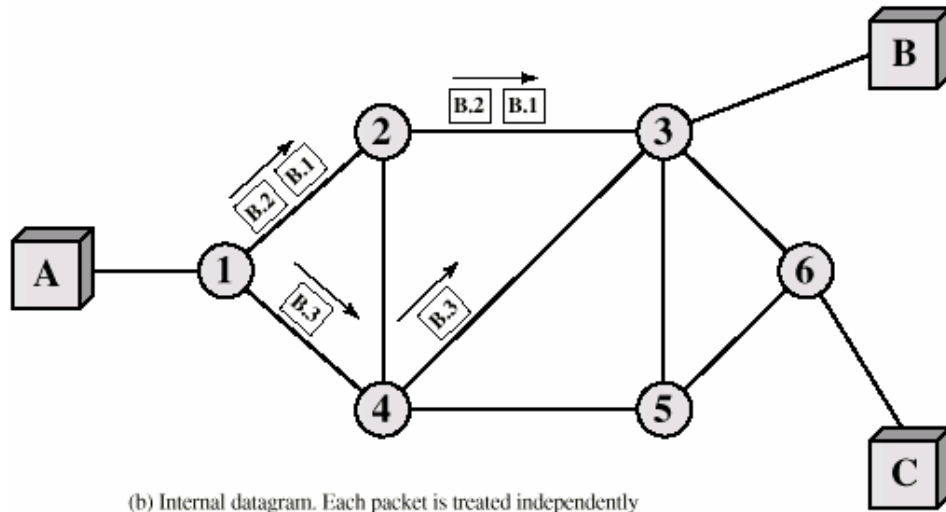
EKSTERNAL VIRTUAL CIRCUIT DAN DATAGRAM



OPERASI INTERNAL VIRTUAL CIRCUIT DAN DATAGRAM



(a) Internal virtual circuit. A route for packets between two stations is defined and labeled. All packets for that virtual circuit follow the same route and arrive in the same sequence.



(b) Internal datagram. Each packet is treated independently by the network. Packets are labeled with a destination address and may arrive at the destination node out of sequence.

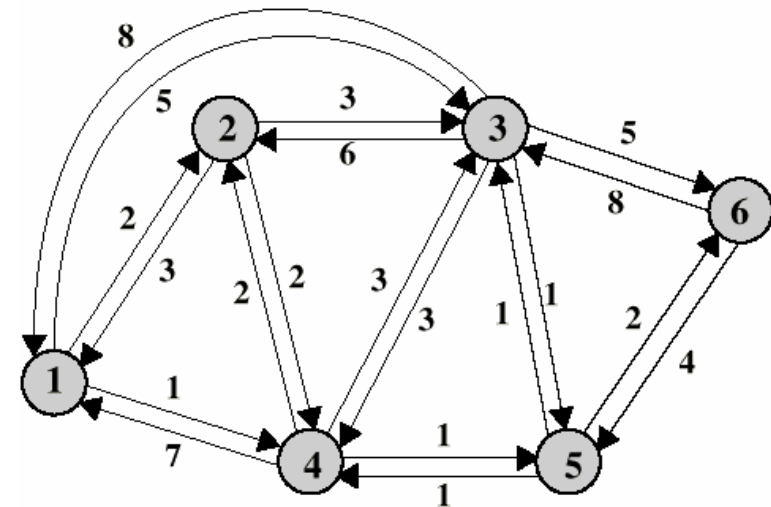
PROSES ROUTING

- Kompleks, banyak aspek penting bagi paket-paket pada jaringan switch
- Karakteristik yang dibutuhkan :
 - Correctness
 - Simplicity
 - Robustness
 - Stability
 - Fairness
 - Optimality
 - Efficiency

KINERJA ROUTING

- Menggunakan rute yang sudah dipilih dengan tepat.
- Minimum hop
- Nilai harga yang murah

PEMILIHAN NILAI ROUTING



STRATEGI OPERASI ROUTING

1. Fixed Routing

- z Rute permanen tunggal untuk setiap jalur dari sumber ke tujuan.
- z Rute diatur menggunakan algoritma harga terendah
- z Rute sudah fixed, sampai terjadinya perubahan tipologi jaringan.
- z Tabel Fixed routing :

CENTRAL ROUTING DIRECTORY

		From Node					
		1	2	3	4	5	6
To Node	1	—	1	5	2	4	5
	2	2	—	5	2	4	5
	3	4	3	—	5	3	5
	4	4	4	5	—	4	5
	5	4	4	5	5	—	5
	6	4	4	5	5	6	—

Node 1 Directory

Destination	Next Node
2	2
3	4
4	4
5	4
6	4

Node 2 Directory

Destination	Next Node
1	1
3	3
4	4
5	4
6	4

Node 3 Directory

Destination	Next Node
1	5
2	5
4	5
5	5
6	5

Node 4 Directory

Destination	Next Node
1	2
2	2
3	5
5	5
6	5

Node 5 Directory

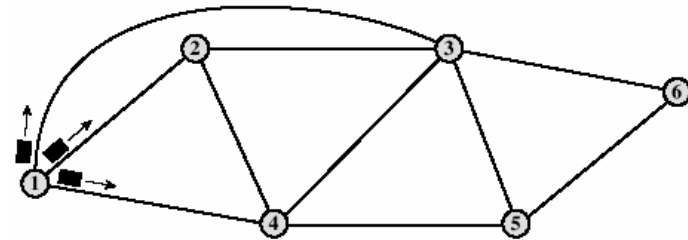
Destination	Next Node
1	4
2	4
3	3
4	4
6	6

Node 6 Directory

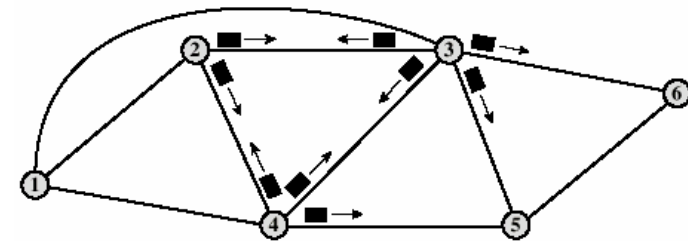
Destination	Next Node
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5

2. Flooding

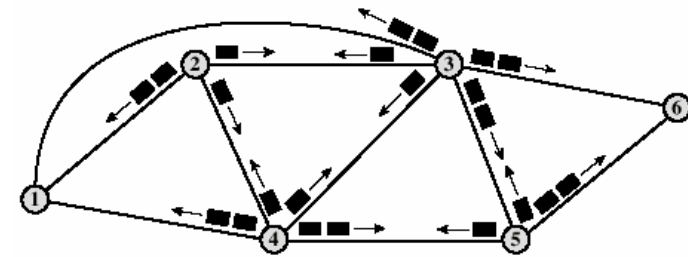
- z Tidak membutuhkan informasi jaringan.
- z Paket dikirim oleh node ke setiap node tetangganya.
- z Paket yang datang di re-transmisi ke setiap link kecuali link kedatangan tersebut.
- z Kadangkala sejumlah copy paket akan datang pada node tujuan.
- z Setiap paket memiliki nomor yang unik, jadi duplikatnya pasti akan dibuang.
- z Node dapat mengingat paket yang sudah di forward untuk membuat *network load* tetap aman.
- z Dapat pula termasuk menghitung hop pada paket tersebut.
- z Contoh :



(a) First hop



(b) Second hop



(c) Third hop

3. Random Routing

- z Node memilih salah satu jalur keluar untuk me-retransmisikan paket yang tiba.
- z Pilihan jalur secara random atau dengan cara round robin
- z Dapat memilih jalur keluar berdasarkan perhitungan probabilitas tertentu.
- z Tidak membutuhkan informasi tentang network.

4. Adaptive Routing

- z Digunakan oleh hampir semua jaringan paket switching.
- z Pemilihan Routing berubah berdasarkan kondisi pada network yang terus berubah :
 - y Failure (gagal)
 - y Congestion (sibuk)
- z Membutuhkan informasi tentang network.
- z Pemilihan amat kompleks.
- z Akan terjadi 'persaingan ketat' antara kualitas jaringan dengan beban jaringan.
- z Bereaksi terlalu cepat akan menyebabkan terjadinya *oscillation*
- z Proses komunikasi akan lebih lambat.