
Bab 10

Packet Switching

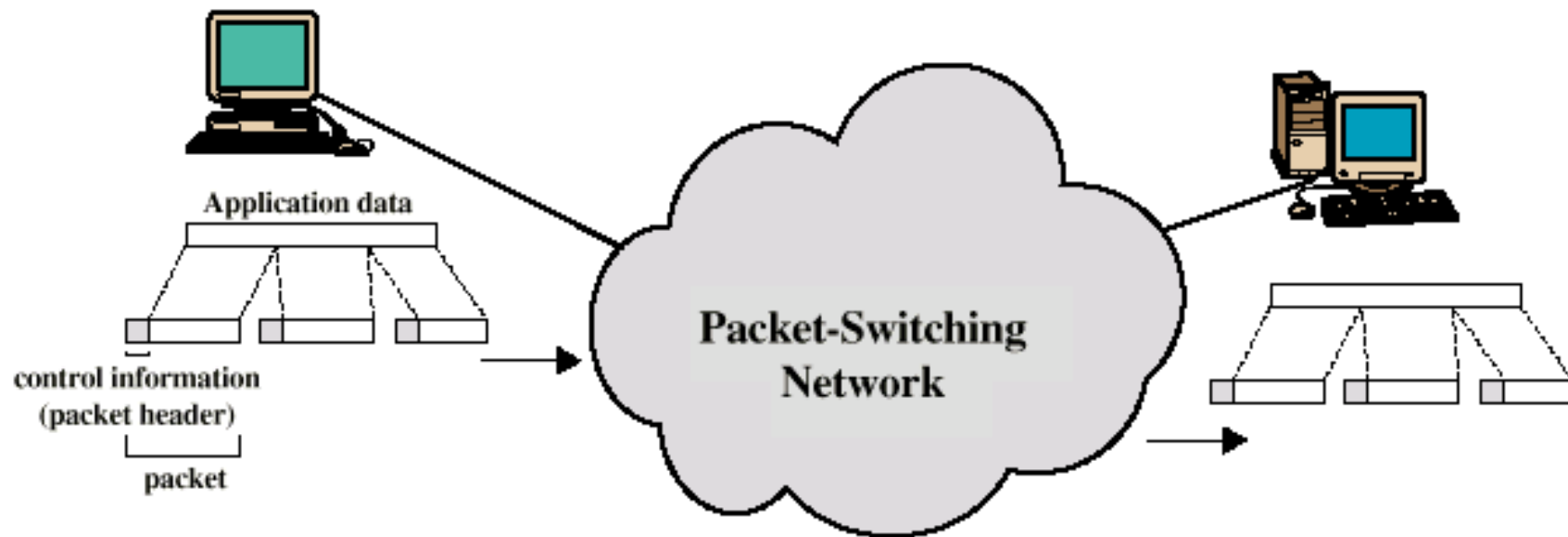
Prinsip-prinsip

- Dirancang untuk mengendalikan lalu lintas suara
 - ▣ Sumberdaya ditujukan untuk panggilan tertentu
 - ▣ Sebagian besar waktu koneksi data tidak terpakai
 - ▣ Rate data konstan
 - ▣ Dua perangkat yang dihubungkan saling mentransmisi dan menerima pada rate data yang sama

Operasi Dasar

- Data ditransmisi dalam bentuk paket pendek
 - ▬ Panjang paket 1000 octet (byte)
 - ▬ Pesan yang panjang dipecah menjadi beberapa paket
 - ▬ Setiap paket berisi data pemakai dan beberapa informasi kontrol
- Informasi Kontrol
 - ▬ Informasi alamat
- Paket diterima, disimpan dan diteruskan ke simpul berikutnya
 - ▬ Simpan dan diteruskan

Penggunaan Paket



Kelebihan

- Jalur efisiensi yang lebih besar
 - ▣ Jalur simpul ke simpul dibagi secara dinamik beberapa paket sepanjang waktu
 - ▣ Paket diantri dan ditransmisi secepat mungkin
- Konversi rate data
 - ▣ Setiap stasiun terhubung ke simpul lokal pada rate data yang sesuai
 - ▣ Simpul penyangga data dibutuhkan untuk menyamakan rate
- Paket dapat diterima meskipun jaringan sibuk
 - ▣ Pengiriman dapat saja terlambat
- Skala prioritas dapat digunakan

Tehnik Switching

- Stasiun memecah pesan yang panjang dalam bentuk paket
- Paket dikirim segera ke jaringan
- Paket dikemas dalam 2 cara
 - /// Datagram
 - /// Sirkuit Virtual

Datagram

- Setiap paket diperlakukan terpisah
- Paket dapat menggunakan jalur yang praktis
- Paket dapat saja terlambat
- Paket dapat hilang
- Penerima dapat meminta ulang paket

Sirkuit Virtual

- Rute sudah direncanakan dahulu, sebelum paket-paket dikirim
- Koneksi dibangun antara permintaan dan penerimaan
- Setiap paket mempunyai identifikasi sirkuit virtual sebagai alamat tujuan
- Setiap paket dapat mencari jalurnya sendiri

Sirkuit Virtual v Datagram

□ Sirkuit Virtual

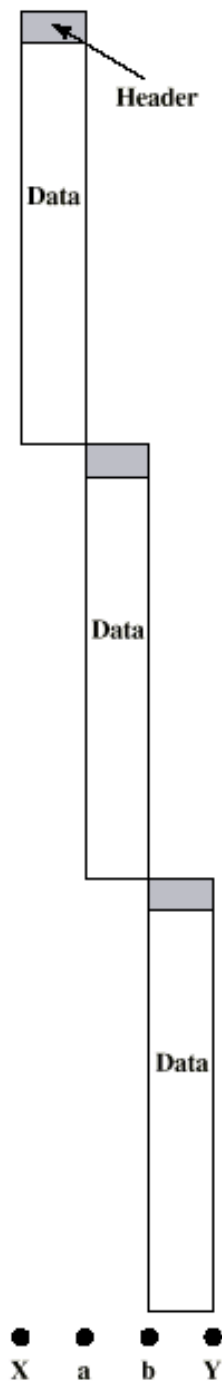
- /// Jaringan dapat melakukan deretan dan kontrol kesalahan
- /// Paket diteruskan lebih cepat
 - /// Tidak perlu jalur khusus
- /// Kurang handal
 - /// simpul mengalami kegagalan seluruh sirkuit virtual yang melintasi simpul bisa hilang

□ Datagram

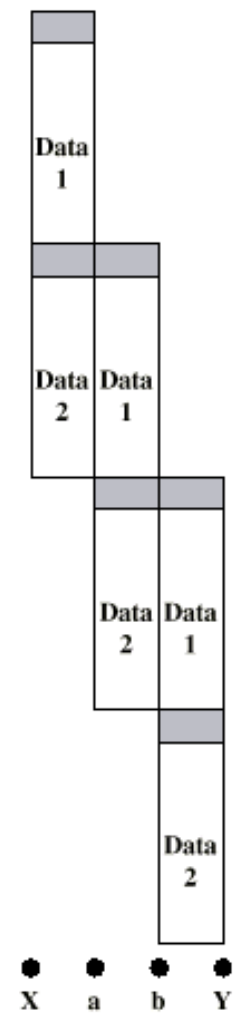
- /// Panggilan untuk set up fase dapat dihindari
 - /// Lebih baik pada paket-paket yang sedikit
- /// Lebih fleksibel
 - /// Jika sebuah simpul gagal paket berikutnya dapat menemukan rute pengganti

Ukuran Paket

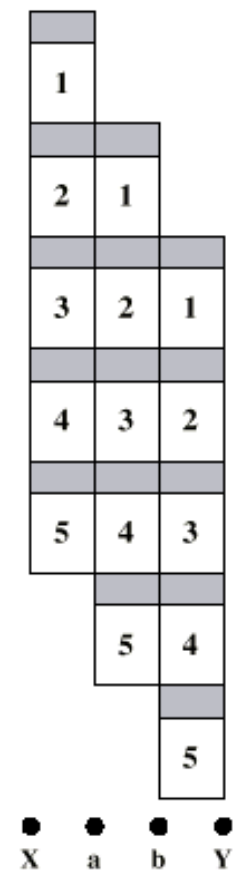
(a) 1-packet message



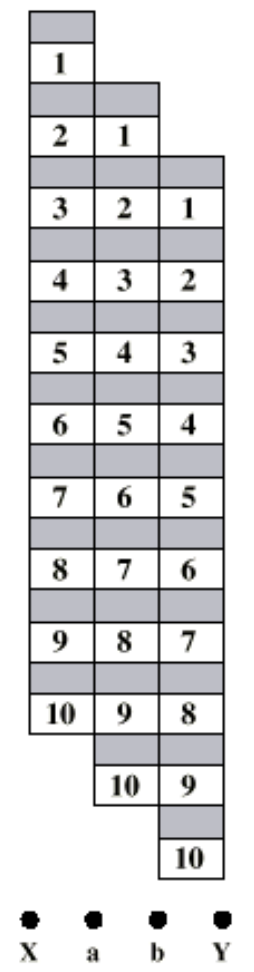
(b) 2-packet message



(c) 5-packet message



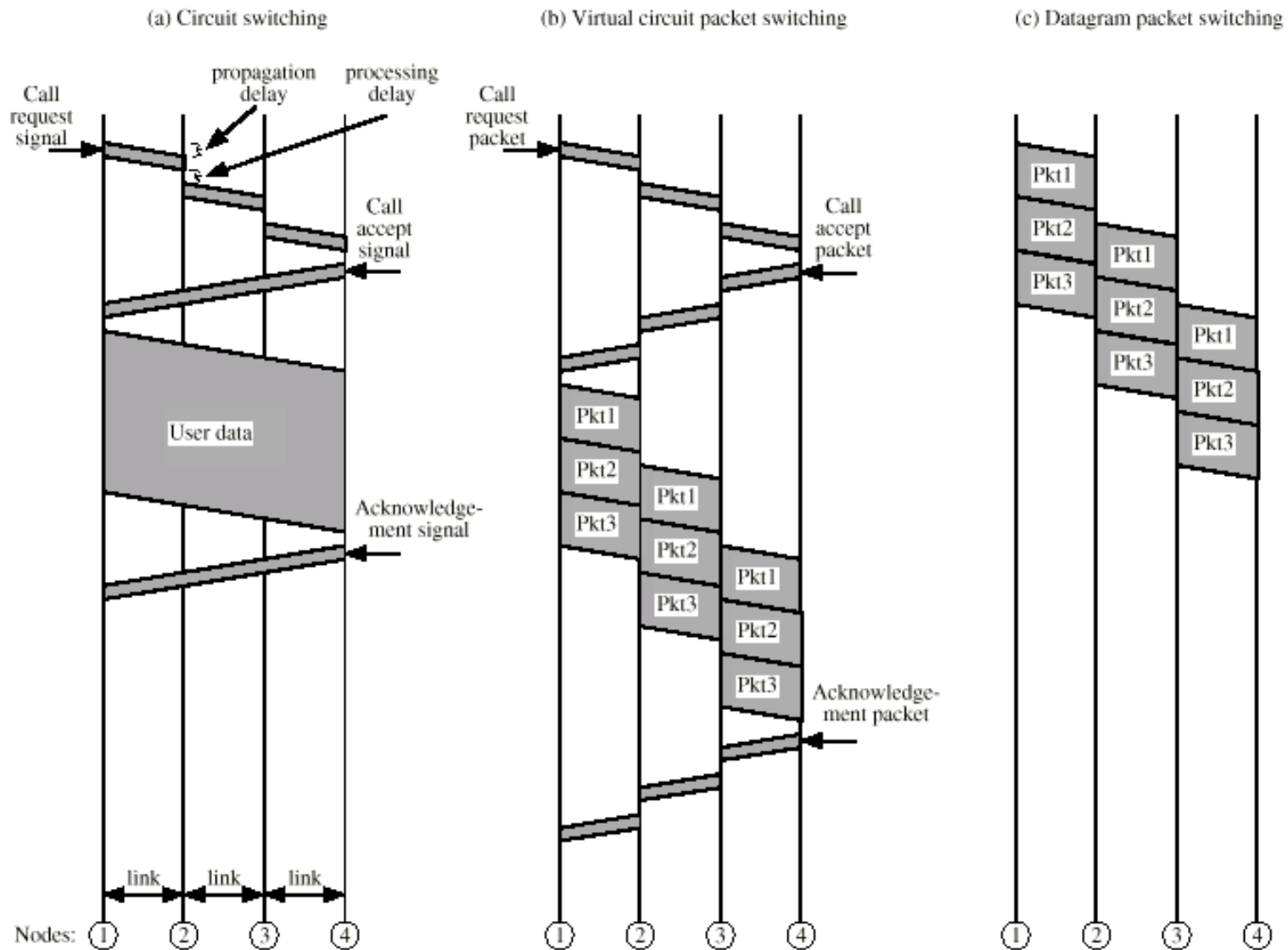
(d) 10-packet message



Perbandingan Circuit dan Packet Switching

- Kinerja
 - /// Penundaan perambatan
 - /// Waktu Transmisi
 - /// Penundaan simpul

Event Timing



Operasi Eksternal dan Internal

- Packet switching datagrams atau virtual circuits
- Interface antara stasiun dan simpul
 - /// Orientasi koneksi
 - /// Stasiun meminta koneksi logik (virtual circuit)
 - /// Semua paket diidentifikasi sebagai milik koneksi logik tertentu dan diberi nomor berurutan
 - /// Jaringan mengirim paket sesuai nomor urutan
 - /// Sebagai layanan External virtual circuit
 - /// contoh. X.25
 - /// Beda dari operasi internal virtual circuit
 - /// Tanpa koneksi
 - /// Paket ditangani terpisah
 - /// Sebagai layanan External datagram
 - /// Beda dari operasi internal datagram

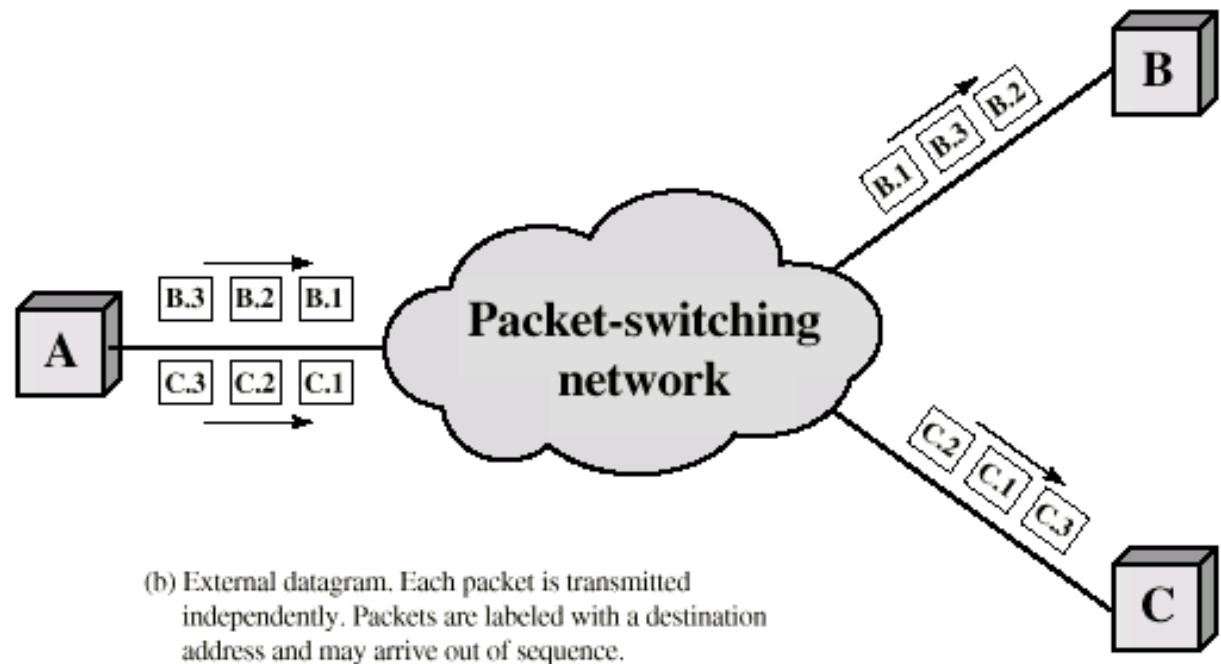
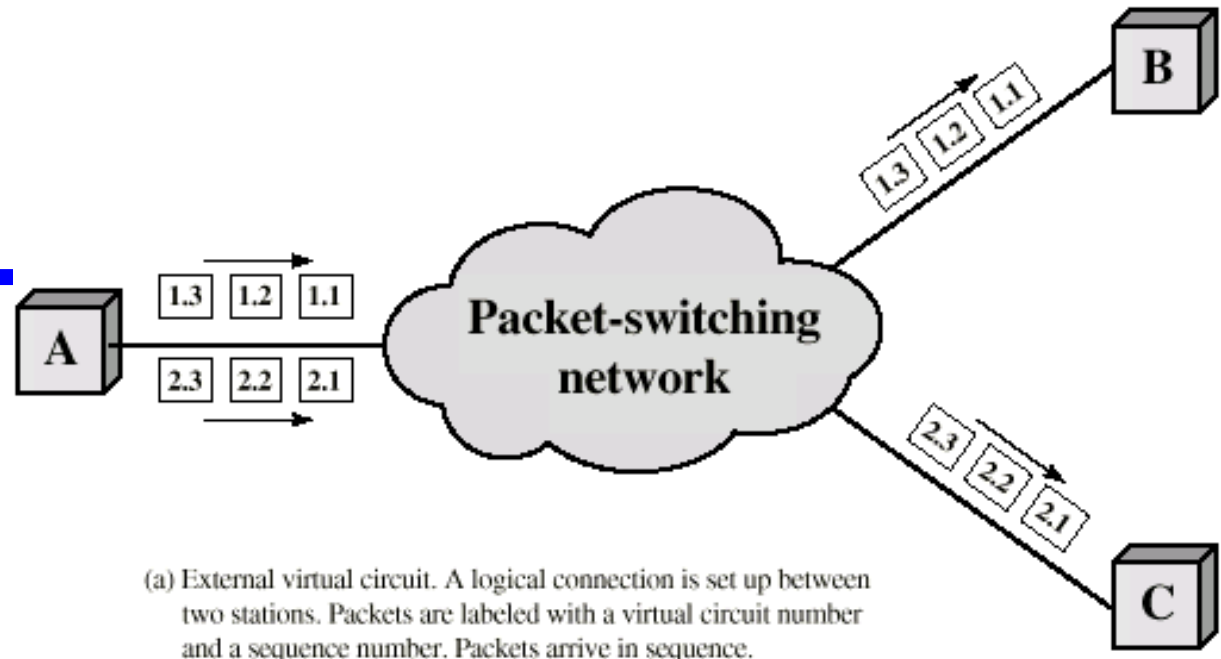
Kombinasi (1)

- External virtual circuit, internal virtual circuit
 - ▣ Seluruh paket mengikuti rute yang sama
- External virtual circuit, internal datagram
 - ▣ Jaringan menangani setiap paket terpisah
 - ▣ Paket yang berbeda dari external virtual circuit yang sama memungkinkan memiliki rute internal yang berbeda
 - ▣ Jaringan penyangga pada simpul tujuan

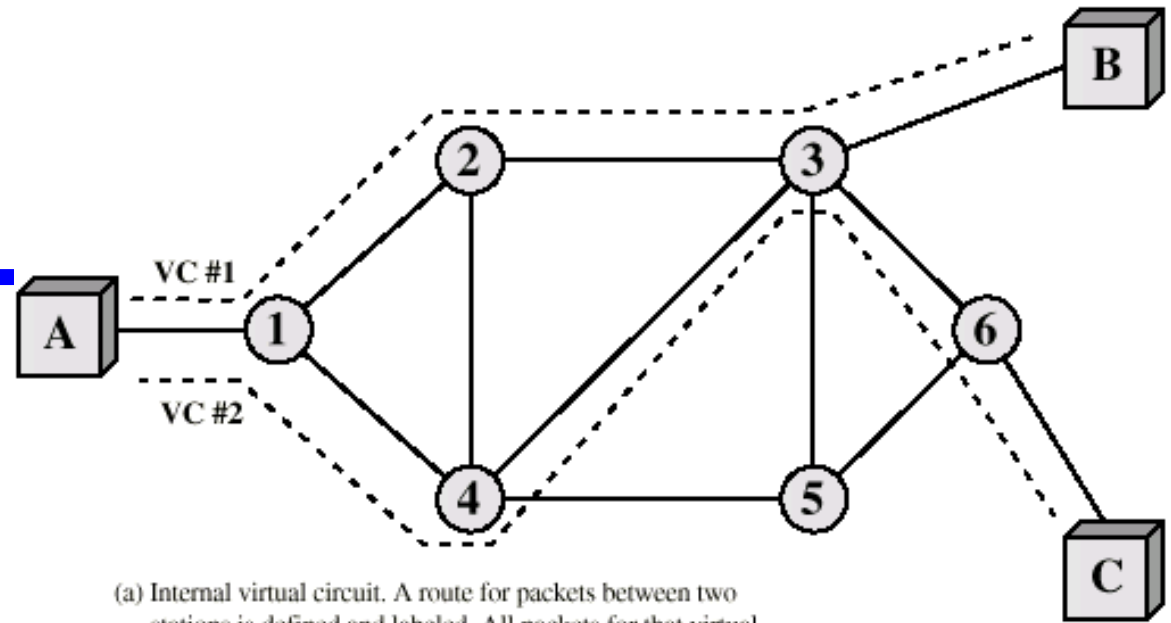
Kombinasi (2)

- External datagram, internal datagram
 - /// Paket diperlakukan secara terpisah, baik secara jaringan dan pengguna
- External datagram, internal virtual circuit
 - /// Pengguna luar tidak melihat koneksi apapun
 - /// Pengguna luar mengirim paket begitu saja
 - /// Jaringan menyusun koneksi logik diantara stasiun yang di maksud

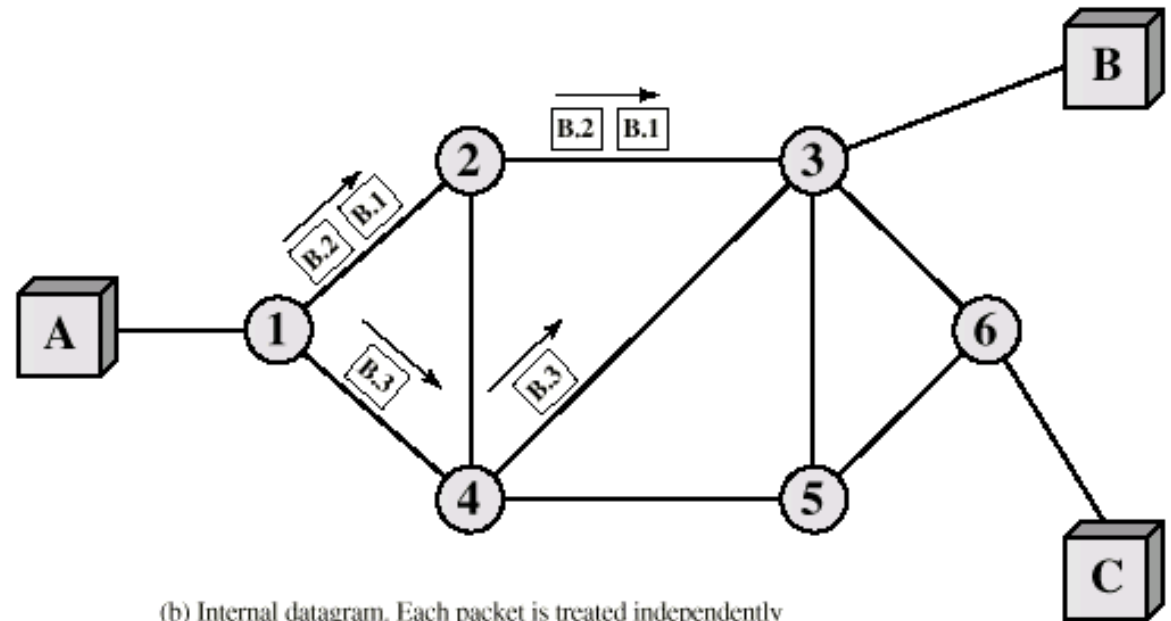
External Virtual Circuit and Datagram Operation



Internal Virtual Circuit and Datagram Operation



(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.

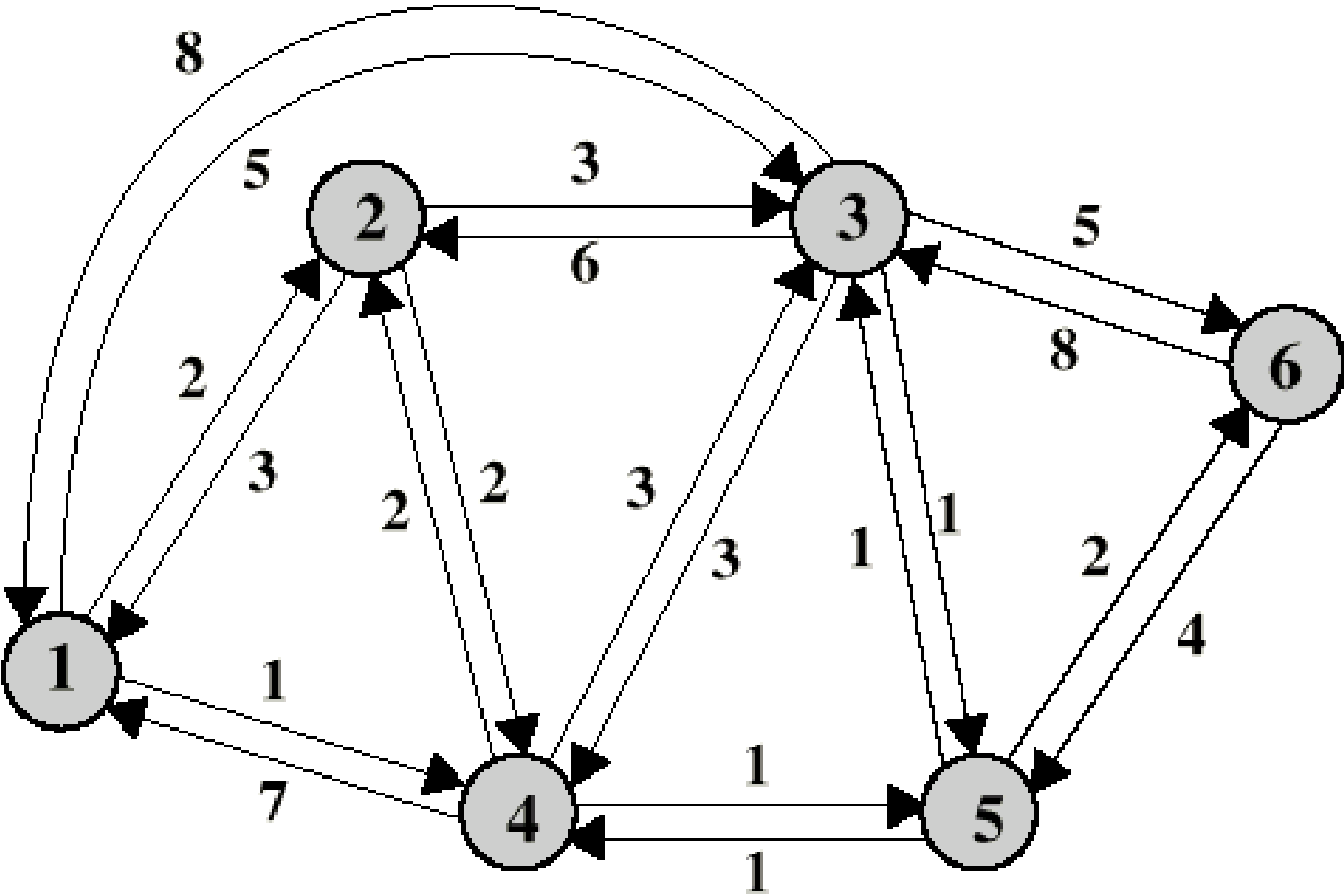
Routing

- Kompleks, Aspek penting dari jaringan packet switching
- Karakteristik
 - /// Pembetulan
 - /// Kesederhanaan
 - /// Kekokohan
 - /// Stabilitas
 - /// Kejelasan
 - /// Optimal
 - /// Efisien

Kinerja Kriteria

- Menggunakan rute tertentu
- Minimum hop
- **Biaya rendah**

Costing of Routes



Keputusan Waktu dan Tempat

- Waktu

- /// Berdasar Packet atau virtual circuit

- Tempat

- /// Distribusi

- /// Dibuat oleh tiap simpul

- /// Sentralisasi

- /// Sumber

Sumber Informasi Jaringan dan Pewaktuan Perbaruan

- Strategi routing umumnya didasari oleh pengetahuan topologi jaringan
- Routing distribusi
 - ▣ Simpul menggunakan informasi lokal
 - ▣ Mengumpulkan informasi dari simpul yang berdekatan
 - ▣ Mengumpulkan informasi dari seluruh simpul pada rute yang berkepentingan
- Routing sentral
 - ▣ Mengumpulkan informasi dari seluruh node
- Pewaktuan Perbaruan
 - ▣ Jika tidak ada informasi yang digunakan, tidak ada pembaruan informasi

Strategi Routing

- (Fixed) Tetap
- Flooding (Kebanjiran)
- Random
- Adaptive

Fixed Routing

- Rute tunggal untuk setiap pasangan sumber dan tujuan
- Rute tetap, sampai ada perubahan pada topologi jaringan

Table 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 |

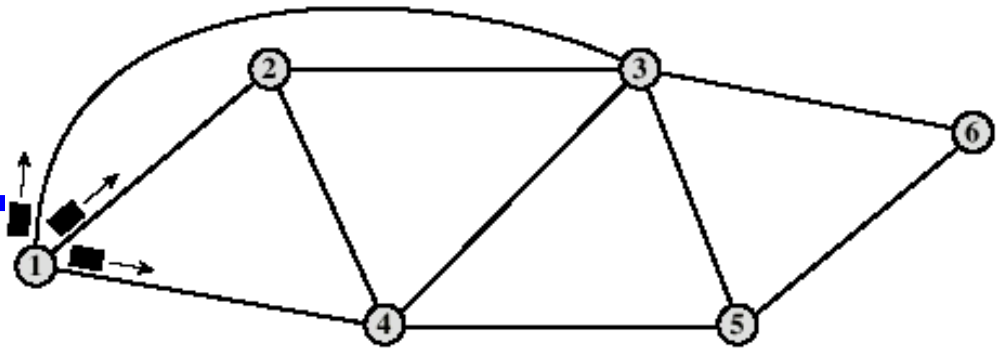
Node 6 Directory

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

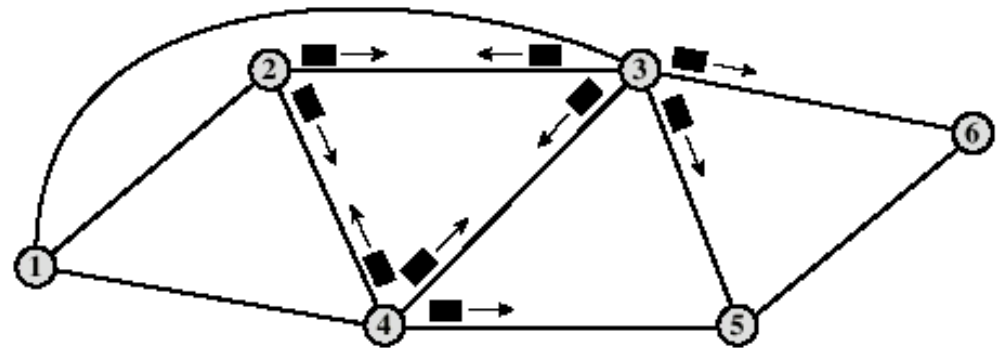
Flooding

- Tidak memerlukan informasi apapun
- Paket dikirim dari sebuah simpul ke simpul yang berdekatan
- Paket yang datang ditransmisi ke setiap jalur kecuali jalur datangnya paket tersebut
- Setiap paket mempunyai nomor yang unik sehingga duplikasinya dapat dibuang
- Setiap simpul harus mengingat indentitas paket yang ditransmisikan

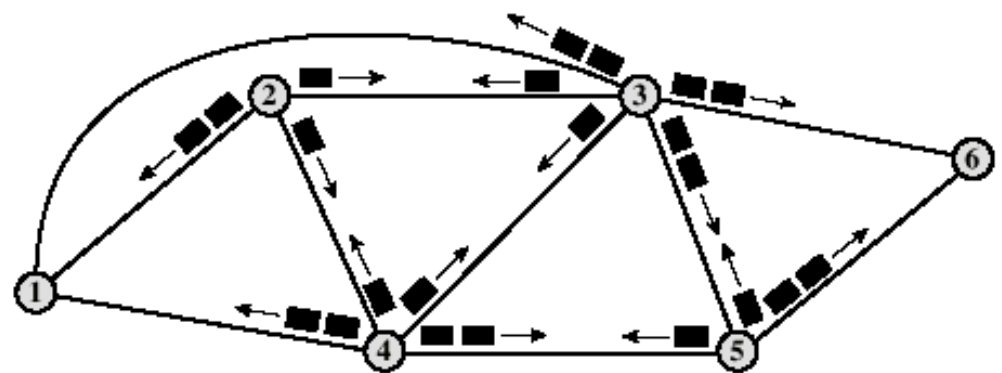
Contoh Flooding



(a) First hop



(b) Second hop



(c) Third hop

Random Routing

- Simpul memilih satu jalur untuk keluar untuk mentransmisikan kembali paket yang datang
- Pemilihan secara random atau round robin
- Dapat memilih jalur keluar berdasarkan perhitungan probabilitas
- Tidak memerlukan informasi jaringan
- Biasanya rute yang dipilih bukan rute minimum atau rute dengan lompatan minimum

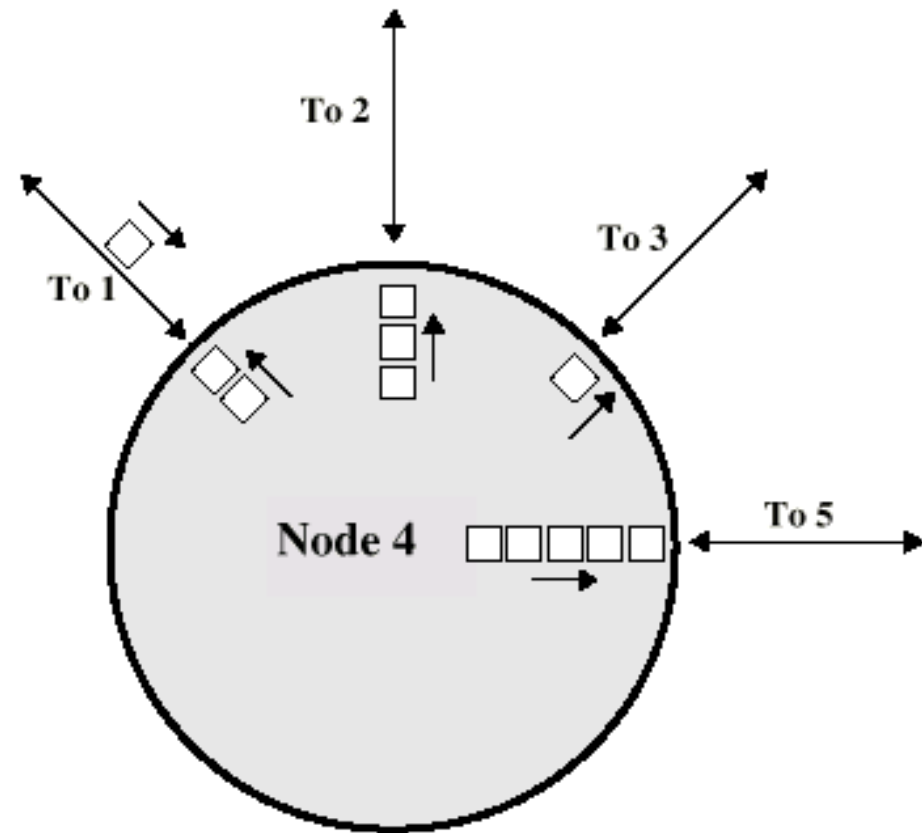
Adaptive Routing

- Digunakan hampir pada semua jaringan paket switching
- Keputusan routing berubah bila kondisi jaringan berubah
- Membutuhkan informasi jaringan
- Keputusan lebih kompleks
- Beban pengolahan pada simpul meningkat
- Bereaksi terlalu cepat sehingga dapat menimbulkan kemacetan ,ketidakstabilan

Adaptive Routing Terisolasi

Node 4's Bias
Table for
Destination 6

| Next Node | Bias |
|-----------|------|
| 1 | 9 |
| 2 | 6 |
| 3 | 3 |
| 5 | 0 |



Strategi Routing ARPANET (1)

- Generasi pertama
 - /// 1969
 - /// Distribusi adaptive
 - /// Estimasi penundaan sebagai kriteria kinerja
 - /// Algoritma Bellman-Ford
 - /// Simpul menukar vektor penundaan dengan vektor terdekat
 - /// Pembaruan routing berdasarkan informasi yang datang
 - /// Tidak mempertimbangkan kecepatan jalur, hanya panjang antrian

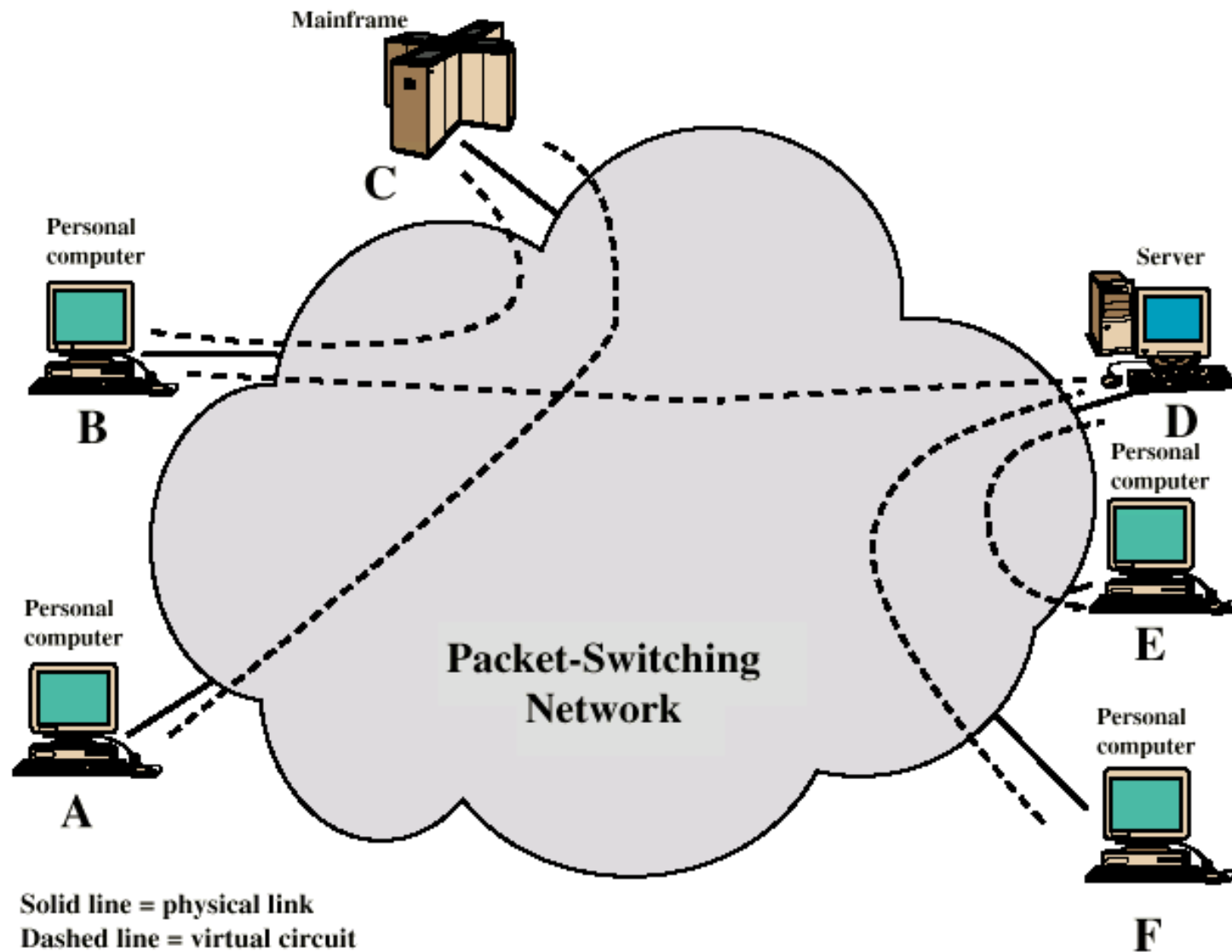
Strategi Routing ARPANET (2)

- Generation Kedua 1979
 - /// Menggunakan penundaan sebagai kriteria kinerja
 - /// Penundaan diukur langsung
 - /// Menggunakan algoritma Dijkstra's
 - /// Baik pada muatan kecil atau sedang

Strategi Routing ARPANET (3)

- Generasi ketiga 1987
 - /// Perubahan perhitungan biaya jalur
 - /// Perhitungan penundaan tiap 10 detik
 - /// Normalisasi berdasarkan nilai saat itu dan hasil sebelumnya

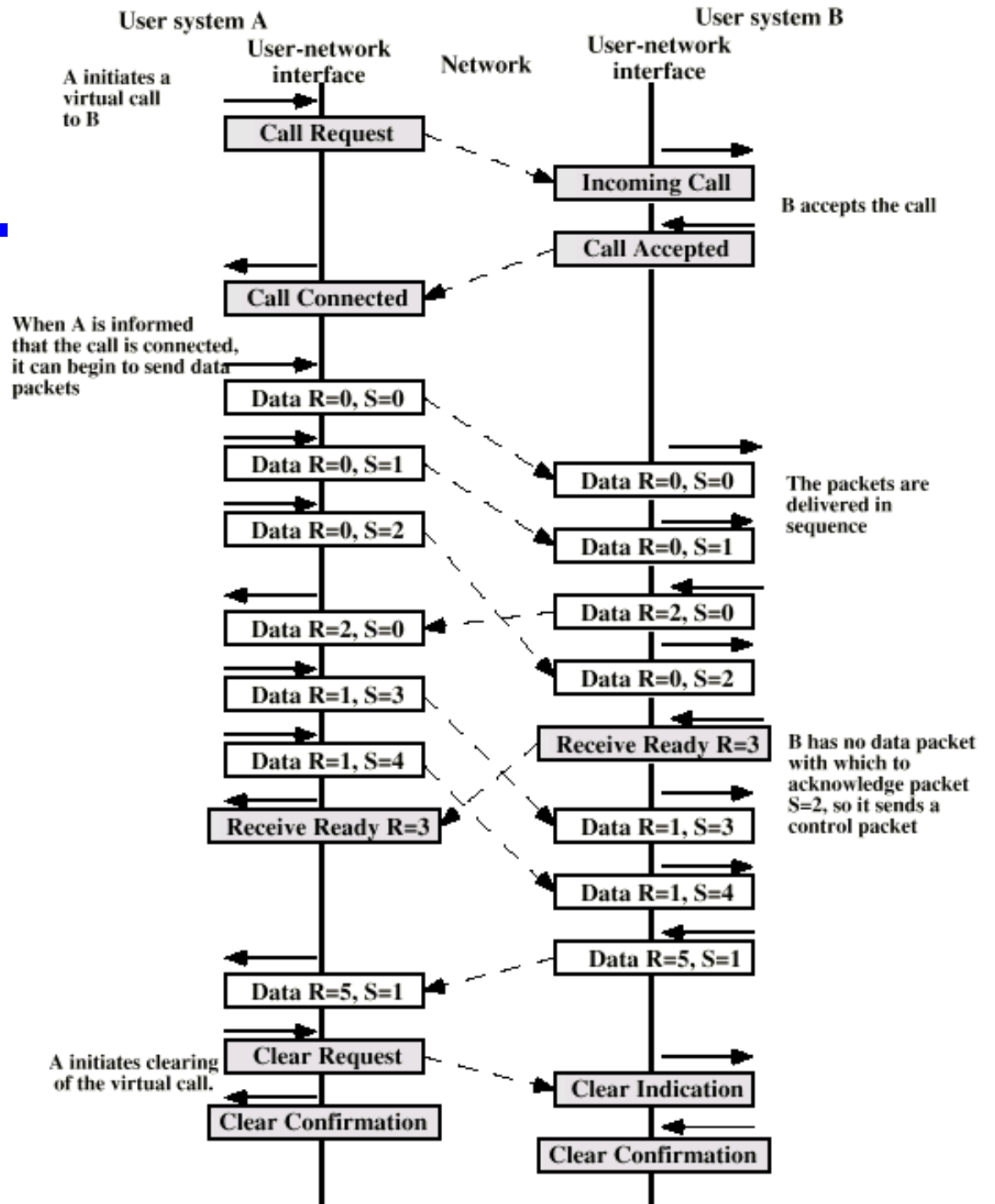
Penggunaan Virtual Circuits



Layanan Virtual Circuit

- Panggilan Virtual
 - ▬ Dibuat dinamis
- Virtual circuit permanen
 - ▬ sirkuit virtual yang ditetapkan jaringan

Virtual Call



Packet Format

| | | | | | | | |
|----------------|---|---|---|--------------|------|--|---|
| Q | D | 0 | 1 | Group Number | | | |
| Channel Number | | | | | | | |
| P(R) | | | | M | P(S) | | 0 |
| User Data | | | | | | | |

(a) Data packet with 3-bit sequence numbers

| | | | | | | | |
|----------------|---|---|---|--------------|--|--|---|
| Q | D | 1 | 0 | Group Number | | | |
| Channel Number | | | | | | | |
| P(S) | | | | | | | 0 |
| P(R) | | | | | | | M |
| User Data | | | | | | | |

(d) Data packet with 7-bit sequence numbers

| | | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|--------------|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Q | D | 1 | 1 | Group Number | | | |
| Channel Number | | | | | | | |
| P(S) – low order | | | | | | | 0 |
| P(S) – high order | | | | | | | |
| P(R) – low order | | | | | | | M |
| P(R) – high order | | | | | | | |
| User Data | | | | | | | |

(g) Data packet with 15-bit sequence numbers

| | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|--------------|--|--|---|
| X | 0 | 0 | 1 | Group Number | | | |
| Channel Number | | | | | | | |
| Packet Type | | | | | | | 1 |
| Additional Information | | | | | | | |

(b) Control packet for virtual calls with 3-bit sequence numbers

| | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|--------------|--|--|---|
| X | 0 | 1 | 0 | Group Number | | | |
| Channel Number | | | | | | | |
| Packet Type | | | | | | | 1 |
| Additional Information | | | | | | | |

(e) Control packet for virtual calls with 7-bit sequence numbers

| | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|--------------|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X | 0 | 1 | 1 | Group Number | | | |
| Channel Number | | | | | | | |
| Packet Type | | | | | | | 1 |
| Additional Information | | | | | | | |

(h) Control packet for virtual calls with 15-bit sequence numbers

| | | | | | | | |
|----------------|---|---|---|--------------|--|---|--|
| 0 | 0 | 0 | 1 | Group Number | | | |
| Channel Number | | | | | | | |
| P(R) | | | | Packet Type | | 1 | |

(c) RR, RNR, and REJ packets with 3-bit sequence numbers

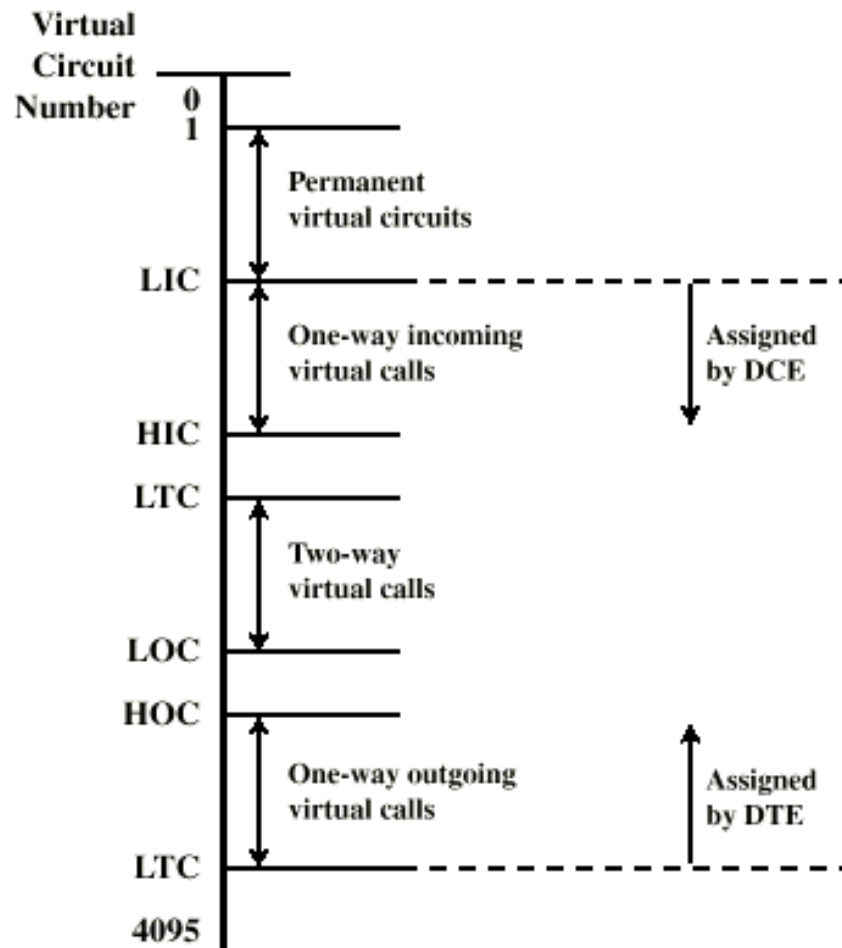
| | | | | | | | |
|----------------|---|---|---|--------------|--|--|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | Group Number | | | |
| Channel Number | | | | | | | |
| Packet Type | | | | | | | 1 |
| P(R) | | | | | | | 0 |

(f) RR, RNR, and REJ packets with 7-bit sequence numbers

| | | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|--------------|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X | 0 | 1 | 1 | Group Number | | | |
| Channel Number | | | | | | | |
| Packet Type | | | | | | | 1 |
| P(R) – low order | | | | | | | 0 |
| P(R) – high order | | | | | | | |

(i) RR, RNR, and REJ packets with 15-bit sequence numbers

Penetapan jumlah Virtual Circuit



LIC = Lowest incoming channel
HIC = Highest incoming channel
LTC = Lowest two-way channel

HOC = Highest two-way channel
LOC = Lowest outgoing channel
HOC = Highest outgoing channel

Virtual circuit number =
logical group number and
logical channel number