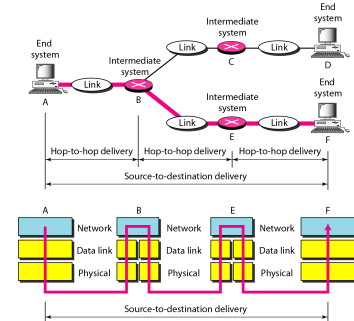


Quality of Service

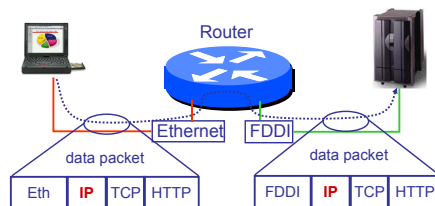
Susmini Indriani Lestaringati, M.T

Network Layer

- The network layer is responsible for host to host delivery and for routing the packets through the routers.
- Routers forwards packets from source to destination
 - May cross many separate networks along the way
- All packets use a common Internet Protocol
 - Any underlying data link protocol
 - any higher layer transport protocol



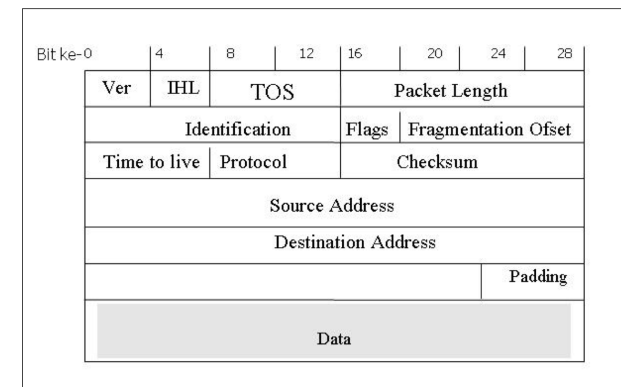
IP Networking



So what does IP do?

- Addressing
- Fragmentation
 - e.g. FDDI maximum packet is 4500 bytes while Ethernet is 1500 byte, how to manage this?
- Some error detection
- Routers only forward packets to the next hop
 - they do not:
 - detect packet loss, packet duplication
 - Reassemble or retransmit packets

IP Header

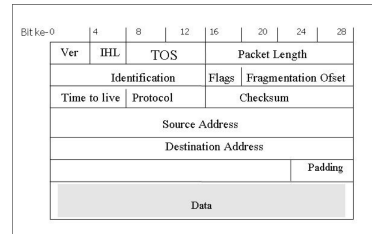


IP Header

- **Ver** : Which version of IP is this?
- **HL** : Header Length
 - How big is IP header? (in bytes/octets)
- **TOS** : Type of Services
 - care/don't care for delay, throughput, reliability, cost
- **Length** : How long is whole packet in bytes/octets?
 - Includes header
 - Limits total packet to 64K
 - Redundant?
- **TTL**: Time To Live

How many more routers can this packet pass through/

 - Designed to limit packet from looping forever
 - Each router decrements TTL fields
 - If TTL is 0 then router discards packet
- **Protocol**: Which transport protocol is the data using?
 - i.e how should a host interpret the data
- **Checksum**
 - Header contains simple checksum
 - validates content of header only
 - Recalculated at each hop
 - Routers need to update TTL
 - Hence straightforward to modify



Alokasi Sumber Daya

- Banyak permasalahan di jaringan IP yang disebabkan oleh alokasi sumber daya jaringan
- Delay paket menjadi lama atau bisa saja paket dibuang dari jaringan karena sumber daya yang tersedia tidak dapat memenuhi permintaan trafik yang ada
- Karakteristik dasar jaringan IP saat ini tidak mendukung alokasi sumber daya secara aktif
- Jaringan memberikan perlakuan yang sama ke semua paket
- Jaringan IP menawarkan layanan best effort yang hanya cocok bagi beberapa aplikasi tertentu (misalnya file transfer), tetapi tidaklah cocok bagi aplikasi yang sifatnya realtime
- Untuk mendukung QoS, jaringan harus mengalokasikan sumber daya dan perangkat yang tersedia serta memutuskan seberapa besar sumber daya tersebut dialokasikan sesuai dengan kebutuhan

Latar Belakang dibutuhkannya QoS Pada Jaringan IP

- Selama bertahun-tahun jaringan IP umumnya dimanfaatkan untuk aplikasi yang tidak sensitif terhadap waktu, seperti email dan file transfer
- Jaringan IP tidak dapat menyediakan sumber daya yang ada di jaringannya : layanannya adalah **best effort**
- Jaringan IP tidak menyediakan **service differentiation** : seluruh paket mendapat perlakuan yang sama
- Saat ini banyak bermunculan aplikasi-aplikasi real time seperti aplikasi VoIP, video conference, yang sensitif terhadap waktu.
- Aplikasi-aplikasi tersebut membutuhkan persyaratan **delay**, **packet loss**, dan **jitter** yang rendah --> dibutuhkan pembedaan perlakuan paket untuk jenis-jenis aplikasi tertentu
- **Karakteristik dasar jaringan IP:**
 - Menggunakan model layanan best effort
 - Tidak ada jaminan waktu dan pengiriman
 - Tidak ada diskriminasi layanan
 - Adanya permasalahan network congestion
 - Waktu respon jaringan tidak dapat diprediksi

Definisi dan Tujuan QoS

- QoS adalah kemampuan penyediaan jaminan sumber daya dan pembedaan layanan (service differentiation) pada berbagai jenis aplikasi sehingga performansi dari aplikasi yang sensitif terhadap **delay**, **jitter** dan **packet loss** dapat memuaskan
- QoS dapat disediakan melalui pemberian prioritas terhadap suatu paket terhadap paket lainnya melalui alokasi sumber daya yang ada untuk aliran/paket berbeda dalam suatu jaringan
- Tujuan utama QoS: memberikan prioritas kepada trafik tertentu yang mencakup **bandwidth** yang tetap, **delay**, serta **jitter** yang terkontrol dan pengurangan **packet loss**
- **Parameter QoS:**
 - **Latency atau delay** : waktu yang dibutuhkan sejak data dikirim hingga diterima
 - **Jitter** : perbedaan delay antar paket
 - **Packet Loss** : Paket yang hilang selama transmisi berlangsung
packet loss disebabkan utilitas yang tinggi pada jaringan, sehingga waktu pengirimannya melebihi TTL (time to live) yang sudah ditetapkan

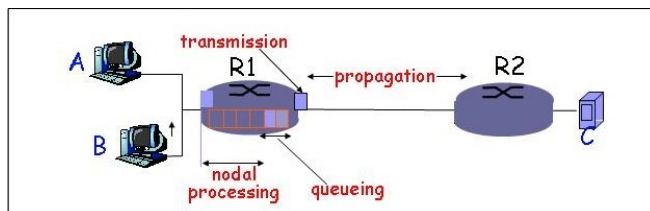
Kebutuhan QoS pada beberapa aplikasi

- Kebutuhan QoS beberapa aplikasi secara kualitatif dijelaskan dalam tabel berikut:

Jenis aplikasi	Kebutuhan kualitas layanan			
	Throughput	Latency	Jitter	Packet Loss
E-mail	Low to Moderate	-	-	-
File Transfer	Bursty High	-	-	-
Telnet	Bursty Low	Moderate	-	-
Video Conferencing	Sustained High	Critical	Critical	Sensitive
Voice over IP	Sustained Moderate	Critical	Critical	Sensitive

Dimana Delay terjadi?

- Sebuah paket tiba pada router 1 (R1)
- Packet header di analisa, dan diteruskan ke interface link menuju router 2 (R2)
- Jika interface link R2 sedang mentransmisikan paket yang lain, maka paket tersebut ditampung dalam buffer untuk mengantri proses transmisi (*queue*)
- Kemudian paket dikirim melalui link R2



$$d_{total} = d_{proc} + d_{queue} + d_{trans} + d_{prop}$$

Mengapa Jaringan IP Membutuhkan QoS?

- Penggunaan jaringan IP semakin sensitif, dengan semakin banyaknya aplikasi-aplikasi baru yang menarik bagi realtime maupun non-realtime yang digunakan di jaringan IP.
- Akibatnya utilitas jaringan naik, tetapi kualitas menurun
- Trafik data pada jaringan IP sulit diprediksi sehingga perlu perbedaan perlakuan untuk trafik data *realtime* maupun *non realtime* sehingga performansi jaringan meningkat
- Dengan pemberlakuan QoS dan pemberian Service Level yang berbeda pada setiap jenis paket akan menguntungkan pengguna. Pelanggan hanya akan membayar harga suatu layanan ICT sesuai dengan Service Level yang diberikan oleh Operator Jaringan

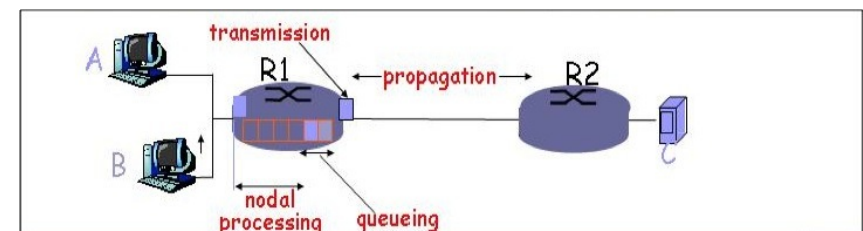
4 (Empat) Sumber Delay

1. Nodal Processing (Pada Router)

- Cek bit errors
- Menentukan output link
- Orde waktu microdetik, atau bahkan kurang

2. Queueing (Antrian)

- Waktu menunggu pada output link untuk ditransmisikan
- Orde waktu tergantung pada tingkat kepadatan trafik dalam router



3. Transmission Delay

R = link bandwidth (bps)

L = packet length (bits)

Waktu untuk mengirim paket pada link = L/R

Orde waktu microdetik atau milidetik

4. Propagation Delay

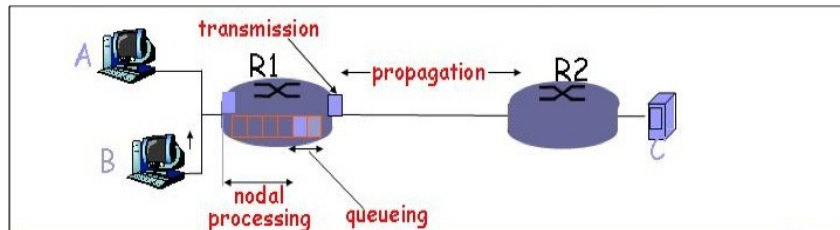
d = panjang link fisik

s = kecepatan propagasi

$\approx (\sim 2 \times 10^8 \text{ m/s})$

Propagation delay = d/s

Orde waktu untuk wide area, milidetik



Jenis QoS Pada Jaringan IP

• Best effort → karakteristik dasar Jaringan IP

- Memberikan kualitas layanan sebaik mungkin berdasarkan sumber daya yang ada pada jaringan. Karakteristik:
 - Antrian FIFO
 - Tanpa garansi
 - Tanpa pembedaan trafik

• Differentiated Services (Diffserv), disebut juga Soft QoS

- Memberikan kualitas layanan melalui pembagian paket-paket ke dalam kelas-kelas (forwarding classes), yang memiliki perbedaan drop priority dan alokasi bandwidth
- Penanganan yang lebih baik kepada trafik-trafik tertentu (penanganan paket lebih cepat, rata-rata bandwidth yang didapat lebih besar, rata-rata packet loss berkurang).

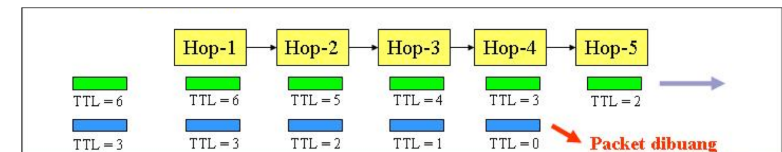
• Integrated Service, disebut juga Hard QoS

- Secara khusus melakukan reservasi sumber daya jaringan bagi trafik tertentu. Kualitas layanan diberikan melalui alokasi bandwidth secara end to end.
- Mekanisme: protokol reservasi RSVP

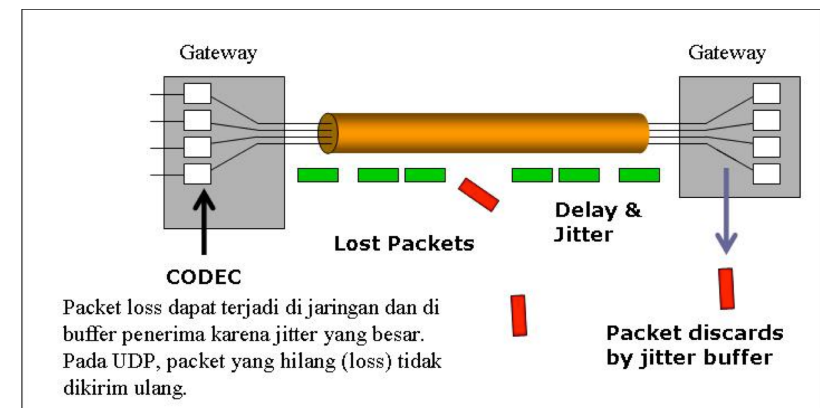
Packet Loss Pada Jaringan

• Kapan **packet loss** pada jaringan terjadi?

- Ketika trafik pada router sangat padat
 - Buffer pada router penuh
 - Tanpa prioritas : paket yang baru datang akan di drop/ dibuang
- Ketika jumlah hop yang dilalui terlalu banyak
 - Pada IP header terdapat parameter TTL (Time to Live)
 - TTL berisi jumlah hop yang boleh diakui paket sampai ke tujuan. Setiap sampai di suatu hop angka TTL dikurangi 1
 - Jika jumlah hop yang dilewati sudah melebihi angka TTL, maka paket dibuang. Delay dianggap sudah terlalu lama dan kemungkinan ada kesalahan pada routing



Ilustrasi Permasalahan Transmisi IP



- Router tidak dapat memprediksi terjadinya temporal congestion pada suatu link
- Tidak ada layanan prioritas bagi jenis-jenis trafik yang berbeda
- Permintaan kualitas layanan end-to-end secara dinamis tidak dapat dilakukan
- Dibutuhkan CQS+R → QoS (Differentiated Services)
 - **Classifying**: klasifikasi paket menjadi beberapa kelas/kelompok
 - **Queueing**: antrian yang terpisah untuk kelas paket yang berbeda
 - **Scheduling**: jadwal pemrosesan yang berbeda untuk tiap kelas trafik
- → Dibutuhkan alokasi bandwidth secara end-to-end dan reservasi sumber daya → QoS (Integrated Service)

Differentiated Service

- Skenario QoS yang umum digunakan pada Jaringan IP
- Melakukan klasifikasi jenis trafik dan memberikan prioritas tinggi kepada trafik real time --> penggunaan IP Precedence pada paket IP
- Menggunakan mekanisme antrian WFQ pada setiap router sehingga trafik dengan prioritas tinggi akan diproses/ ditransmisikan lebih dahulu
- Memotong-motong paket besar menjadi paket kecil-kecil (biasanya paket besar berasal dari LAN) dengan mekanisme LFI (Link Fragmentation dan Interleaving)

IP Precedence

- Menggunakan 3 bit Type of Service (ToS) pada IP Header
- Dengan IP Precedence dapat diklasifikasikan 6 jenis trafik (ditambah 2 klasifikasi sebagai cadangan)
- Mekanisme antrian di seluruh jaringan dapat memanfaatkan IP Precedence untuk penanganan khusus bagi trafik-trafik tertentu, seperti VoIP

