



PENGENDALI KEMACETAN DALAM JARINGAN DATA

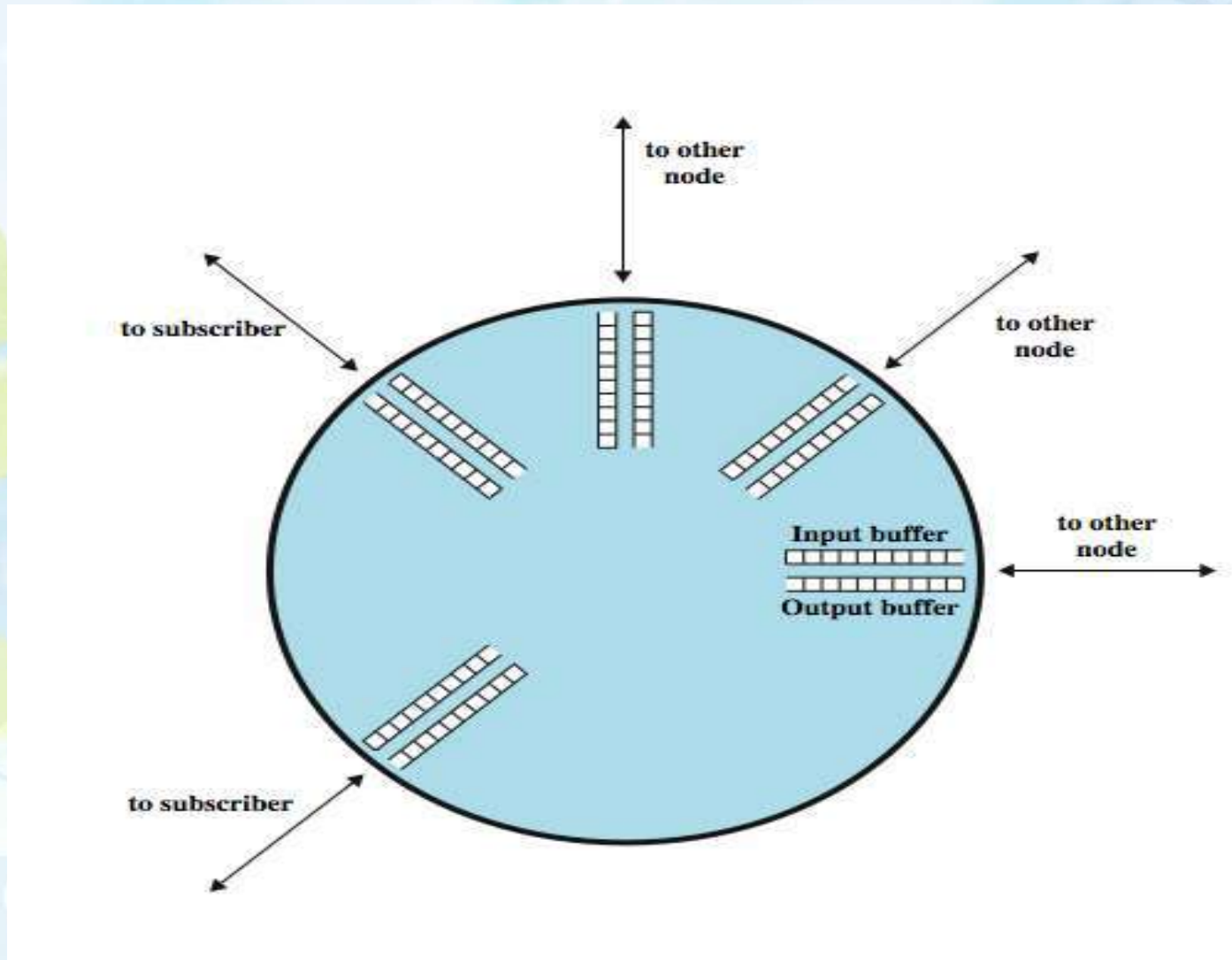
Pengertian *Congestion*

- *Congestion* (kemacetan) terjadi ketika paket yang dikirim melalui jaringan mendekati kapasitas penanganan paket oleh jaringan.
- Pengendali kemacetan bertujuan untuk mengelola jumlah paket di dalam jaringan agar berada di bawah level dimana kinerja jaringan tetap stabil.

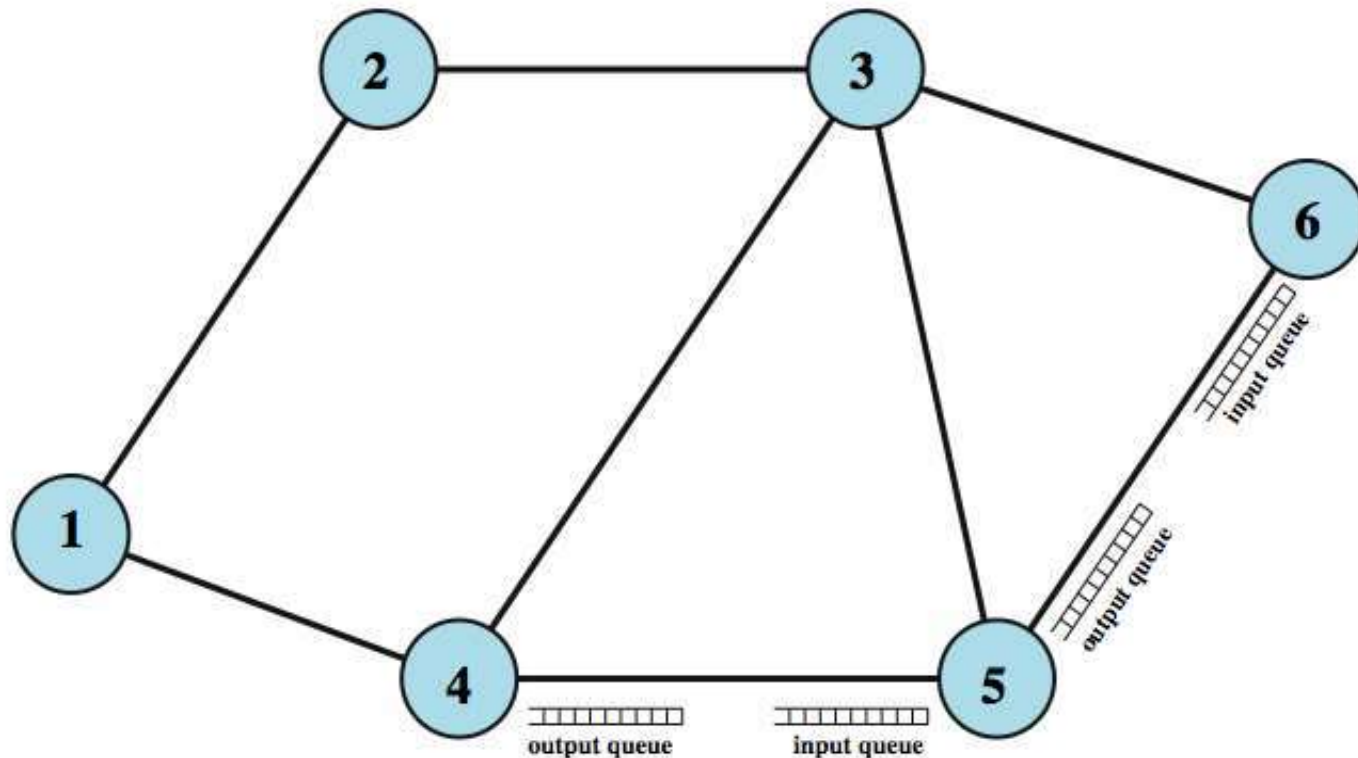
Pengertian *Congestion*

- Sebuah jaringan data atau internet adalah sebuah jaringan antrian.
- Pada setiap *node* (*data network switch*, *internet router*), terdapat antrian dari paket untuk setiap saluran.
- Jika kecepatan dimana paket sampai dan antri melebihi kecepatan paket saat ditransmisikan, ukuran antrian berkembang tanpa batas dan *delay* paket akan tak terbatas.
- Bahkan jika kecepatan tiba dari paket kurang dari kecepatan transmisi paket, panjang antrian akan berkembang secara drastis sebagaimana kecepatan sampai mendekati kecepatan transmisi.

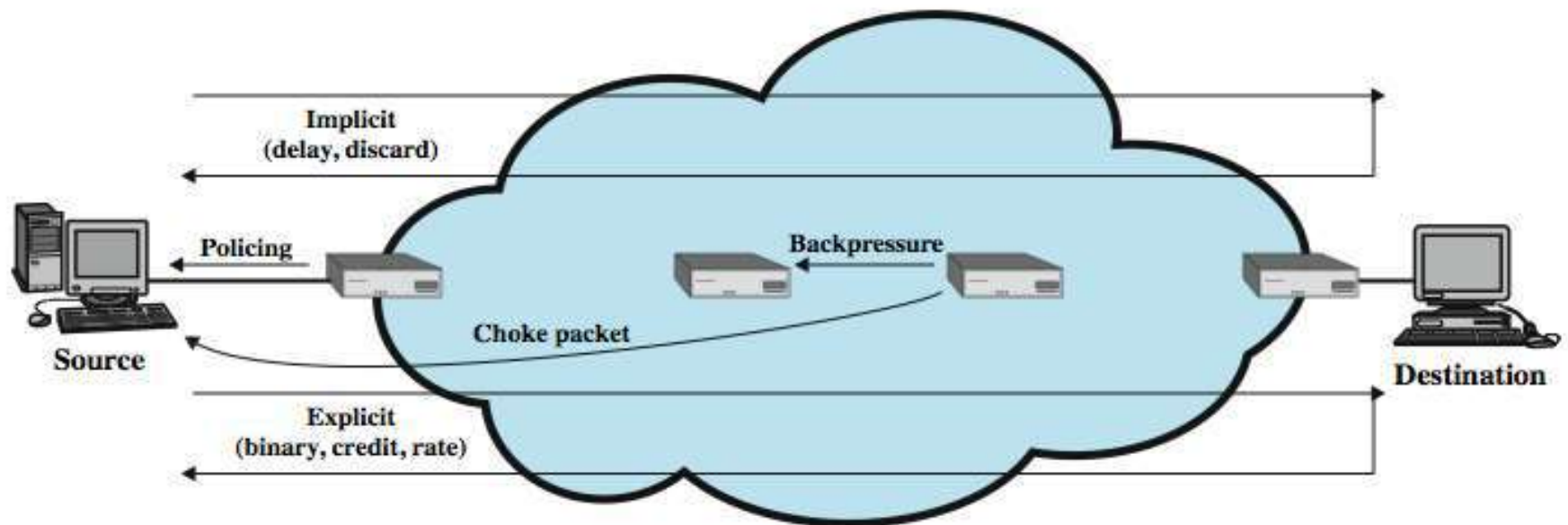
Antrian pada Sebuah Node



Interaksi Jaringan dalam Sebuah Jaringan Data



Mekanisme Untuk Pengendali Kemacetan



Backpressure **(Tekanan Balik)**

- Jika *node* menjadi padat → dapat memperlambat atau menghentikan aliran paket dari *node* lain.
 - Teknik ini serupa dengan *backpressure* (*tekanan balik*) dalam cairan yang mengalir ke bawah melalui sebuah pipa. Ketika ujung pipa ditutup/dibatasi, tekanan cairan tersebut bergerak mundur ke titik asal, dimana aliran tersebut berhenti.
 - *Node* lain harus menerapkan kontrol pada kecepatan paket yang datang.
 - Merambat kembali ke sumber.
- Dapat membatasi trafik tinggi pada koneksi logika.
- Digunakan dalam jaringan berorientasi koneksi yang memungkinkan *flow control* lompatan per lompatan (dari satu *node* ke *node* lainnya. (Misalnya: jaringan *packet switching* berbasis X.25).
- Tidak digunakan dalam ATM atau frame relay.

Choke Packet (Paket Penghambat)

- *Choke packet* merupakan paket kontrol.
 - Dibuat pada *node* yang macet dan ditransmisikan kembali ke *node* sumber untuk membatasi aliran lalu lintas.
 - Contoh: *ICMP Source Quench*
 - Baik sebuah *router* maupun *end system* tujuan dapat mengirim pesan ini ke *end system* sumber, meminta untuk mengurangi kecepatan trafik pengiriman ke tujuan internet.
 - Dalam menerima pesan *source quench* (pemadaman sumber), *host* sumber harus memotong kecepatan trafik sampai tidak ada lagi menerima pesan *source quench*.

Choke Packet **(Paket Penghambat)**

- Pesan *source quench* dapat digunakan untuk sebuah *router* atau *host* yang harus mengabaikan IP datagram karena *buffer* penuh. Didalam kasus tersebut, *router* atau *host* akan meminta pesan *source quench* untuk setiap datagram yang diabaikan.
- Sebuah sistem dapat mengantisipasi kemacetan dan meminta pesan *source quench* ketika *buffer*-nya mendekati kapasitas. Didalam kasus tersebut, datagram yang mengacu pada pesan *source quench* akan dikirim dengan baik. Dengan demikian, penerimaan pesan *source quench* tidak mengimplikasikan pengiriman atau tidak ada pengiriman data datagram terkait.
- *Choke package* secara relatif merupakan teknik kasar untuk mengendalikan kemacetan. Bentuk yang lebih baik adalah *explicit congestion signaling*.

Implicit Congestion Signaling

- Dua hal terjadi mengindikasikan kemacetan:
 - *Delay* transmisi paket individu dari sumber ke tujuan meningkat sehingga lebih lama dari pada delay perambatan tetap.
 - Maka paket akan dibuang.
- Sumber mendeteksi indikasi kemacetan dan pembuangan paket, hal ini memperlihatkan bukti dari kemacetan yang ada di jaringan.
- Pengendali kemacetan merupakan tanggungjawab *end system* bukan bagian *node* jaringan .
- Berguna di jaringan tanpa koneksi (datagram), konfigurasi (jaringan *packet switching* datagram)
 - Protokol TCP untuk kendali aliran dan kemacetan
- Dapat digunakan dalam jaringan berorientasi koneksi
 - Protokol control LAPF, jaringan frame relay

Explicit Congestion Signaling

- Jaringan memberitahu *end system* mengenai peningkatan kemacetan.
- *End system* mengambil tindakan untuk mengurangi beban yang ada pada jaringan
- Bekerja dalam dua arah:
 - ***Backwards***
 - Pemberitahuan perlunya menghindari kemacetan dalam arah yang berlawanan dengan *packet* dari notifikasi yang di terima.
 - ***Forward***
 - Pemberitahuan perlunya menghindari kemacetan dalam arah yang sama dengan paket.

Kategori *Explicit Signaling*

- **Binary**
 - Serangkain bit dalam sebuah paket yang mengalami kemacetan.
 - Jika sumber menerima indikasi kemacetan biner pada koneksi logika, dapat mengurangi arus trafik.
- **Credit based**
 - Eksplisit kredit ke sumber sepanjang koneksi logika → menunjukkan berapa banyak paket yang dapat ditransmisikan sumber.
 - Umumnya digunakan untuk kontrol aliran dari ujung ke ujung → kredit digunakan untuk melindungi sumber dari meluapnya *buffer-buffer* tujuan.

Kategori *Explicit Signaling*

- ***Rate based***
 - Menyediakan batas kecepatan data eksplisit untuk sumber sepanjang koneksi logika.
 - Sumber dapat mentransmisikan data pada kecepatan data sesuai batas yang ditetapkan.
 - Untuk mengontrol kemacetan *node* sepanjang koneksi logika dapat mengurangi batas kecepatan data menurut suatu pesan *control* ke sumber.

Traffic Management **(Manajemen Lalu Lintas)**

- *Fairness* (kewajaran)
 - Memberikan perlakuan yang sama untuk berbagai aliran.
 - Setiap aliran merasakan kemacetan yang sama.
- Kualitas layanan
 - Perlakuan berbeda untuk koneksi yang berbeda.
- Reservasi
 - Kontrak/perjanjian lalu lintas antara pengguna dan jaringan.
 - Menangani lalu lintas yang terbaik atau membuang kelebihan lalu lintas.

Packet Switching Congestion Control

- Mengirimkan paket kontrol dari node yang macet ke beberapa atau semua *node* sumber.
 - Menghentikan atau memperlambat kecepatan transmisi dari sumber.
- Mengandalkan informasi *routing*.
 - Menyediakan informasi penundaan dari *link* ke *node* lain.
 - Mempengaruhi keputusan *routing*.
 - Mempengaruhi kecepatan paket-paket baru yang dihasilkan.
- Menggunakan paket yang diperiksa dari *end-to-end*.
 - Paket dapat digunakan untuk mengukur *delay* diantara dua titik tertentu.
 - *Menambah overhead dalam jaringan.*

Packet Switching Congestion Control

- Menambahkan info kemacetan untuk paket saat pengiriman.
 - **Terdapat dua pendekatan.** Sebuah *node* dapat menambah informasi tersebut ke paket yang pergi ke arah berlawanan dari kemacetan. Informasi ini secara cepat menuju *node* sumber, yang dapat mengurangi aliran paket ke dalam jaringan.
 - Alternatif lain adalah sebuah *node* dapat menambahkan informasi tersebut ke paket yang memiliki arah yang sama dengan arah kemacetan. Tujuannya adalah meminta sumber untuk menyesuaikan muatan atau mengembalikan sinyal sumber kembali ke dalam paket-paket yang pergi ke arah yang tersedia.

Teknik *Control Frame Relay*

- *Congestion control* sulit untuk jaringan frame relay karena protokol dimaksimalkan untuk *throughput* dan efisiensi.
- *Congestion control* adalah Tanggung jawab bersama dari jaringan & *end user*.
 - Jaringan mengawasi tingkat kemacetan.
 - *End user* mengendalikan kemacetan.

Technique	Type	Function
Discard control	Discard strategy	Provides guidance to network concerning which frames to discard
Backward explicit Congestion Notification	Congestion avoidance	Provides guidance to end systems about congestion in network
Forward explicit Congestion Notification	Congestion avoidance	Provides guidance to end systems about congestion in network
Implicit congestion notification	Congestion recovery	End system infers congestion from frame loss

Manajemen Kecepatan Lalu Lintas Pada *Frame Relay*

- Untuk mengatasi kemacetan, jaringan *frame relay* adalah dengan membuang *frame* yang berubah dan mengabaikan sumber dari *frame* tertentu.
 - Tanpa memperhatikan sumber.
 - Tidak ada keleluasaan untuk pengendalian sehingga sistem akhir mengirimkan *frame* secepat mungkin → menambah kemacetan.
 - Layanan pendukung *frame relay* dengan menentukan *Committed Information Rate*(CIR)
 - Data yang dikirim melebihi CIR rentan dibuang jika terjadi kemacetan.
 - Tidak menjamin dalam situasi kemacetan ekstrim.
 - Tidak fleksibel dalam menangani tingkat lalu lintas.

Congestion Avoidance **Menggunakan *Explicit Signaling***

- Jaringan memperingatkan *end systems* terhadap perkembangan kemacetan, menggunakan:
 - *Backward explicit congestion notification* (BECN).
 - *Forward explicit congestion notification* (FECN).
- *Frame handler* memantau antriannya.
- Menotifikasi beberapa atau seluruh koneksi logika.
- Respon pengguna mengurangi kecepatan saat *frame-frame* ditransmisikan sampai sinyal terhenti.

Kontribusi Jaringan Terhadap Variasi *Delay Cell*

- Dalam jaringan *packet switched* → *delay* antrian dan waktu keputusan perutean.
- Dalam jaringan *frame relay* → *delay* antrian dan waktu keputusan perutean.
- Dalam jaringan ATM.
 - Jaringan yang tidak begitu besar (kurang dari *frame relay*).
 - Protokol ATM dirancang untuk meminimalkan *overhead* pengolahan di *node switching*
 - *Switch* ATM memiliki *throughput* yang sangat tinggi.
 - *Delay* yang terlihat berasal hanya dari kemacetan

Tujuan *Traffic and Congestion Control* Pada ATM

- Lalu lintas lapisan ATM dan pengendali kemacetan harus dapat mendukung seperangkat lapisan ATM sekelas kualitas layanan yang cukup untuk seluruh layanan jaringan yang dapat diperkirakan.
- Lalu lintas lapisan ATM dan pengendali kemacetan harus tidak bergantung pada protokol AAL yang merupakan layanan jaringan khusus ataupun protokol lapisan lebih tinggi yang merupakan aplikasi khusus.
- Rancangan dari kontrol lalu lintas lapisan ATM yang optimal dan pengendali kemacetan harus meminimalkan jaringan dan kerumitan *end system* serta memaksimalkan penggunaan jaringan.

Fungsi Kendali *Congestion* dan Trafik pada ATM

- Pertimbangan interval waktu:
 - *Cell insertion time* → fungsi dalam tingkat reaksi cepat terhadap *cell* ketika ditransmisikan.
 - *Round trip propagation time* → fungsi respon jaringan terhadap *cell* dan memberikan indikasi umpan balik ke sumber tersebut.
 - Connection duration → fungsi menentukan apakah koneksi baru kualitas layanan tertentu dapat diakomodasikan dan tingkat kinerja apa yang akan disepakati.
 - *Long term* → fungsi kendali untuk sejumlah koneksi ATM dan dibangun untuk penggunaan jangka panjang.
- Strategi kendali trafik harus:
 - Menentukan apakah koneksi baru tertentu dapat diakomodasi.
 - Menyetujui parameter kinerja dengan *subscriber*.

Manajemen Trafik dan Teknik Kontrol *Congestion* pada ATM

- *Resource management using virtual paths* (manajemen sumber menggunakan jalur maya).
- *Connection admission control*.
- *Usage parameter control*.
- *Selective cell discard* (pembuangan cell tertentu).
- *Traffic shaping* (pembentukan lalu lintas)

Resource Management Using Virtual Paths

- Mengalokasikan sumber jaringan dengan cara memisahkan aliran lalu lintas berdasarkan pada karakteristik layanan menggunakan *virtual path connection* (VPC). Terdapat tiga hal yang dipertimbangkan:
 - *User to user application* → VPC berada diantara sepasang UNI.
 - *User to network application* → VPC berada diantara UNI dan sebuah *node* jaringan.
 - *Network to network application* → VPC berada diantara dua *node* jaringan.
- *Parameter QoS* terkait dengan:
 - *Cell loss ratio* (rasio kehilangan cell).
 - *Cell transfer delay* (penundaan transfer cell).
 - *Cell delay variation* (variasi penundaan cell).

Mengalokasikan VCC didalam VPC

- Semua VCC di dalam VPC memiliki kinerja jaringan yang sama.
- Pilihan untuk alokasi kapasitas pada VPC:
 - Total permintaan tertinggi
 - Mengatur kecepatan data VPC agar sama dengan total kecepatan data tertinggi seluruh VCC didalam PVC.
 - Keuntungan → setiap VCC mempunyai QoS yang mengakomodasi permintaan tertinggi.
 - Kerugian → kapasitas VPC dan sumberdaya jaringan kurang dimanfaatkan sepenuhnya.
 - *Statistical multiplexing*
 - Mengatur kecepatan data VPC lebih besar dari kecepatan data rata-rata VCC.
 - Kekurangan → memiliki variasi penundaan *cell* dan penundaan transfer yang lebih besar.
 - Kelebihan → penggunaan yang efisien terhadap kapasitas VPC dan toleransi tinggi VCC terhadap QoS (kualitas layanan) yang lebih rendah.

Connection Admission Control

- Merupakan garis pertahanan pertama untuk jaringan dalam melindungi dirinya dari muatan/beban yang berlebihan.
- Inti → pengguna dapat menentukan karakteristik lalu lintas untuk sambungan baru (VCC atau VPC) dengan memilih sebuah QoS (kualitas layanan).
- Jaringan menerima koneksi hanya jika dapat memenuhi sumber-sumber yang dibutuhkan untuk mendukung tingkat lalu lintas dan pada waktu yang sama dapat mengelola kualitas layanan yang telah disepakati dari koneksi yang ada.
- Parameter kontrak lalu lintas:
 - *Peak cell rate* (PCR), kecepatan *cell* tertinggi → CBR dan VBR.
 - *Cell delay variation* (CDV), variansi penundaan *cell* → CBR dan VBR.
 - *Sustainable cell rate* (SCR) → VBR.
 - *Burst tolerance* → VBR.

Usage Parameter Control (UPC)

- Fungsi UPC memonitor koneksi untuk menentukan apakah lalu lintas sesuai dengan kontrak lalu lintas.
- Tujuan UPC → melindungi sumber jaringan dari kelebihan beban pada satu koneksi yang akan mempengaruhi kualitas layanan pada koneksi lainnya.
- Cara → mendeteksi pelanggaran dari parameter yang diberikan dan melakukan tindakan yang tepat → dilakukan pada VCC dan VPC.
- Parameter *control* →
 - Kontrol *cell peak rate* dan *cell delay variation*
 - Kontrol *sustainable cell rate* dan *burst tolerance*
- UPC membuang *cell* yang tidak sesuai berdasarkan kontrak lalu lintas.

Selective Call Discard

- Tujuan → membuang *cell* prioritas rendah selama kemacetan untuk melindungi kinerja *cell* prioritas tinggi.
- Digunakan karena → jaringan tidak bisa membedakan label prioritas (rendah atau tinggi) yang ditandai oleh fungsi UPC didalam sebuah *cell*.

Traffic Shaping

- UPC menyediakan bentuk pengaturan kebijakan lalu lintas.
- *Traffic policing* → sebuah aliran data diatur sehingga *cell/frame/packet* yang melebihi tingkat kinerja tertentu akan dibuang atau ditandai.
- Tujuan → merapikan aliran lalu lintas dan mengurangi pengelompokan *cell*.
- Algoritma UPC → *token bucket* → mengontrol aliran *cell*.

GFR *Traffic Management*

- *Guaranteed Frame Rate* (GFR) → jenis layanan ATM sederhana seperti UBR dari titik *end system*.
- Memiliki persyaratan sederhana pada elemen-elemen jaringan ATM.
- GFR → sebuah *end system* tidak memberikan kebijakan atau membentuk lalu lintas data.
- Mentransmisi pada kecepatan *line adaptor* ATM.

GFR *Traffic Management*

- Tidak terdapat jaminan pengiriman *frame*.
 - Hal ini bergantung pada lapisan yang lebih tinggi seperti : TCP harus melakukan pengendalian kemacetan.
- Pengguna dapat menyimpan sebuah kapasitas berkaitan dengan kecepatan *cell* data untuk setiap GFR VC.
 - Memastikan aplikasi dapat mengirim pada kecepatan minimal tanpa kehilangan data.
 - Jika jaringan tidak ada kemacetan, pengguna dapat mentransmisikan data dengan kecepatan tinggi.

GFR Contract Parameters

- *Peak cell rate (PCR).*
- *Minimum cell rate (MCR).*
- *Maximum burst size (MBS).*
- *Maximum frame size (MFS).*
- *Cell delay variation tolerance (CDVT).*

Tagging and Policing **(Penandaan dan Pemberian Kebijakan)**

- *Tagging* → dapat digunakan untuk membedakan antara *frame* yang sesuai dengan kontrak lalu lintas GFR dan yang tidak.
- Cara → jaringan mengecek kecocokan CLP=1 pada seluruh *cell* di setiap *frame* yang tidak sesuai.
 - Kualitas layanan yang lebih rendah
- Penandaan dilakukan oleh jaringan atau sumber *end system* untuk mengindikasikan *frame* yang tidak terlalu penting.
- Jaringan dapat membuang *cell* pada *frame* yang tidak sesuai, contoh: *cell* dengan CLP=1. Pembuangan *cell* dianggap sebagai fungsi kebijakan.

Buffer Management **(Manajemen Buffer)**

- Mengelola *cells* yang tiba pada *input buffer* dan *cells* yang harus diteruskan melalui *output buffer*.
- Kemacetan diindikasikan oleh penggunaan *buffer (input/output)* yang tinggi.
- Sebuah jaringan akan membuang *cell* yang bertanda dan memilih *cell* yang tidak bertanda.
 - Termasuk *cell* yang sudah didalam *buffer* untuk membuat ruangan.
- Untuk menyediakan penggunaan yang adil dan efisien dari sumber *buffer*, sebuah elemen jaringan dapat melakukan *buffering* per VC, mendedikasikan sejumlah ruang *buffer* tertentu untuk VC individual.
- *Cell* dibuang berdasarkan pada batas penggunaan antrian tertentu.

Scheduling (Penjadwalan)

- Fungsi → minimal dapat memberikan perlakuan yang diinginkan pada *cells-cells* tidak bertanda diatas *cells-cells* yang bertanda.
- Memisahkan antrian untuk setiap VC.
- Membuat keputusan penjadwalan per-VC.
- Memungkinkan pengendalian kecepatan VC saat ini.
- VC memiliki alokasi kapasitas yang adil dengan memenuhi persyaratan kontrak lalu lintas untuk kecepatan *cells* minimum pada setiap VC.
- Harus sesuai kontrak lalu lintas.

Definisi Kecocokan GFR

- Fungsi UPC mengawasi masing-masing VC yang aktif →
 - Untuk memastikan bahwa lalu lintas pada setiap koneksi sesuai dengan kontrak lalu lintas.
 - Menandai atau membuang *cells* yang tidak sesuai.
- Sebuah *frame* sesuai jika seluruh *cells* sesuai.
- Sebuah *cells* sesuai jika:
 - Kecepatan data *cells* berada didalam kontrak kecepatan *cells*.
 - Seluruh *cells* didalam *frame* memiliki nilai CLP (*Cell Loss Priority*) yang sama.

Mekanisme Uji Kelayakan Kualitas layanan (QoS)

- Dua tahap proses penyaringan.
- Sebuah *frame* diuji untuk kecocokan terhadap kontrak lalu lintas.
 - Jika tidak cocok, maka *frame* akan dibuang atau ditandai
 - Menentukan batas atas dan melakukan penalti *cells* yang ada diatas batas tersebut.
- Menentukan *frame* yang memenuhi syarat jaminan QoS
 - *Frame* yang dipilih yaitu dibawah kontrak GFR untuk VC tertentu.
 - Menentukan batas bawah pada lalu lintas.
 - *Frame* yang memenuhi syarat berada didalam aliran lalu lintas, dibawah ambang batas yang dirancang agar layak untuk penanganan QoS.

Kategori Frame GFR VC

- *Frame* yang tidak cocok
 - *Cells* dari *frame* akan ditandai atau dibuang.
- *Frame* yang sesuai tetapi tidak layak
 - *Cells* akan menerima layanan upaya terbaik.
- *Frame* yang sesuai dan layak
 - *Cells* akan menerima jaminan pengiriman .

Referensi :

1. Komunikasi Data, William Stalling
2. <http://webpage.pace.edu/ms16182p/networking/cables.html>
3. https://www.cablewholesale.com/support/technical_articles/coaxial_cables.php
4. https://csc.gov.in/new_newsletter/csc_newsletter_highlight_29july_16.html