

## Quality of Service (QoS) Pada Jaringan *Asynchronous Transfer Mode* (ATM)

Eko Budi Setiawan<sup>1</sup>, M.Ariefiandi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia

Jl. Dipatiukur 112-114 Bandung

<sup>2</sup> Sekolah Teknik Elektro dan Informatika – Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha 10 Bandung

Email : [mail@ekobudisetiawan.com](mailto:mail@ekobudisetiawan.com)<sup>1</sup>, [ariefiandi.nu@gmail.com](mailto:ariefiandi.nu@gmail.com)<sup>2</sup>

### ABSTRAK

QoS *network* mempunyai peran penting dalam menjamin kualitas suatu layanan data dari *provider* pada *customer*. Salah satu tipe jaringan yang biasa digunakan adalah *Asynchronous Transfer Mode* (ATM). Pendekatan dari QoS dalam mendukung jaringan ATM dapat menggunakan beberapa tipe skema seperti CBR, rt-VBR, ABR, round-robin dan weighted round robin, sedangkan untuk *congestion control* maka dilakukan perbandingan antara EFCI dengan ERICA. Penggunaan ERICA berdasarkan simulasi menggunakan OPNET terbukti lebih efektif daripada EFCI dan dengan menggunakan sistem antrian weighted round-robin.

**Kata Kunci :** *Quality of Service (QoS), Asynchronous Transfer Mode (ATM), congestion control, OPNET.*

### 1. PENDAHULUAN

Dalam jaringan dengan tidak membedakan *traffic*, semua *traffic* baik itu *time-critical* ataupun *non-time critical* diperlakukan sama pada saat user melakukan transfer file dan pengguna mengeksekusi aplikasi *realtime*. Untuk *bandwidth* yang terbatas maka langkah untuk meyakinkan agar aplikasi tidak menurun performanya pada saat *time-critical* menjadi penting sehingga perlu mengetahui QoS dari layanan ATM. Kasus nyata situasi umum dalam jaringan komunikasi terutama video adalah data loss baik itu berasal dari kompresi ataupun dari transmisi jaringan yang *error*. Salah satu keuntungan dari penggunaan jaringan ATM untuk mentransmisikan video adalah adanya jaminan QoS.

#### 1.1 Quality of Service (QoS)

Pada awalnya pada jaringan telekomunikasi dibagi menjadi dua, yaitu untuk *voice* dan data. Jaringan *voice* awalnya diukur melalui dua *service* yaitu :

- a. Kemungkinan terjadinya *call blocking*  
Merupakan kemungkinan percobaan menelpon terblokir karena ketidak tersedianya trunk circuit.

- b. Kualitas dari suara

Tergantung dari koneksi jaringan *end-to-end* selama percakapan seperti *transmission lost*, *echo* dan *circuit noise*.

QoS untuk jaringan telepon pada awalnya dirancang dengan dua objektif :

- a. Untuk menjamin ada *trunk circuits* yang cukup untuk membuat *call blocking* yang wajar
- b. Untuk menjamin kualitas layanan suara yang *end-to-end*.

Jaringan yang digunakan untuk layanan data yang digunakan adalah IP *Network* yang sangat berbeda dengan jaringan layanan *voice*. Layanan data tidak seperti suara, dimana data hampir *non-realtime service*. Data dapat disimpan di jaringan dan baru dikirim, apabila terdapat error maka data tersebut dapat di transmisi ulang, sehingga layanannya mengacu pada *store* dan *forward service*.

QoS dapat didefinisikan melalui dua sudut pandang, yaitu berdasarkan sudut pandang *end user* dan *network*. QoS dari *end user* merupakan kualitas dari *service* yang diberikan oleh *network* provider untuk *service* atau aplikasi tertentu yang di subscribe oleh *end user*, misalnya *voice*, video dan data. QoS dari perspektif *network* adalah kemampuan *network* dalam memenuhi kebutuhan QoS *end user*.

Untuk menyajikan QoS, packet *network* harus dapat membedakan kelas-kelas dari *traffic* sehingga *end user* dapat diberlakukan satu atau lebih kelas *traffic* yang membedakan dari yang lain. Selain itu, jaringan harus dapat membedakan kelas-kelas *traffic*, sehingga dapat memisahkan kelas-kelas dengan memberikan jaminan akan resource dan perbedaan *service* dalam *network*.

#### 1.2 Asynchronous Transfer Mode (ATM)

ATM merupakan jaringan *connection-oriented* packet karena layanan ATM disediakan berdasarkan koneksi. QoS pada ATM didapatkan dari menspesifikasikan kebutuhan jumlah *bandwidth*

agar sesuai dengan tingkata performa pre-spesifikasi dan sesuai dengan *Connection Admission Control* (CAC) untuk meyakinkan bila ada penambahan koneksi tidak ada penurunan performa. Karena ATM adalah *connection-oriented service*, maka *end user* harus mengadakan *request* untuk koneksi sehingga pengguna harus menspesifikasi *traffic descriptor*. Dalam ATM, QoS dapat terjamin oleh *bandwidth provisioning* yang cukup untuk setiap virtual connection (VC) dan menjalankan CAC dari *request* VC.

Dalam layer OSI protokol ATM berada pada layer dua yaitu link layer. Untuk ATM dibagi lagi menjadi beberapa sub bagian yaitu ATM *Cell Layer* dan ATM *Adaptation Layer* (AAL). ATM adaptation layer dibagi menjadi dua bagian, yaitu *Convergence Sub-Layer* yang digunakan untuk menangani *error* transmisi, *lost* dan *misinserted cells*, *timing relation* antara sumber dan penerima serta *call delay*. Sedangkan bagian yang lain yaitu *Segmentation and Re-Assembly* (SAR) digunakan untuk menangani segmentasi paket kepada *cell-cell* pada saat akhir pengiriman dan *re-assembly* ulang paket pada saat akhir penerimaan.

### 1.2.1 ATM QoS Parameter

Objektif utama dari ATM adalah menyediakan jaminan akan QoS pada saat *cell* di transfer dalam jaringan. Umumnya ada tiga parameter QoS yang di spesifikasi pada ATM sebagai indikator performa jaringan, yaitu :

1. *Cell Transfer Delay* (CTD), merupakan waktu yang dibutuhkan antara waktu kedatangan *cell* dari saat di *generate* hingga waktu tiba ditujuan.
2. *Cell Delay Variation* (CDV), merupakan perbedaan dari nilai maximum dan minimum CTD yang terjadi selama koneksi.
3. *Cell Lost Ratio* (CLR), merupakan persentase dari *cell lost* dalam jaringan karena *error* atau *congestion* yang menyebabkan *cell* tidak diterima oleh tujuan.

### 1.2.2 ATM Traffic Descriptor

Kemampuan jaringan untuk menjamin QoS tergantung pada *source* menggenerate *cell* dan juga ketersediaan sumberdaya pada jaringan seperti *bandwidth* dan *buffer*. Kontrak koneksi antara user dengan jaringan akan mengandung informasi mengenai bagaimana cara *traffic* akan dihasilkan oleh *source*. Beberapa *traffic descriptors* dispesifikasi untuk memenuhi kebutuhan tersebut yaitu :

1. *Peak Cell Rate* (PCR)  
Tingkat nilai maximum sesaat pada saat pengguna menerima transmisi.
2. *Sustain Cell Rate* (SCR)

Tingkat rata-rata yang diukur berdasarkan intercal tertentu

3. *Intrinsic Burst Tolerance* (IBT)  
Maximum burst size yang dapat terkirim pada saat peak rate.
4. *Maximum Burst Size* (MBS)  
Jumlah maximum back to back *cell* yang dapat terkirim pada saat peak *cell* rate.
5. *Minimum Cell Rate* (MCR)  
Minimum *cell* rate yang diinginkan oleh pengguna

Dalam menentukan QoS ada parameter-parameter yang dinegosiasikan dan ada jumlah minimum parameter yang didefinisikan oleh *user*, setidaknya ada dua yang didefinisikan yaitu :

$$IBT = (MBS - 1) \left( \frac{1}{SCR} - \frac{1}{PCR} \right) \quad (1-1)$$

$$MSB = \frac{(1 + IBT)}{\left( \frac{1}{SCR} - \frac{1}{PCR} \right)} \quad (1-2)$$

### 1.2.3 Kategori Layanan ATM

Kategori layanan ATM merupakan teknik bagaimana jaringan ATM sepakat dengan layanan. Adapun beberapa kategori layanan atau transfer mode mode pada ATM yaitu *Constant Bit Rate* (CBR), *Real Time Variable Bit Rate* (rt-VBR), *Non Real Time Variable Bit Rate* (nrt-VBR), *Unspecified Bit Rate* (UBR) dan *Available Bit Rate* (ABR).

1. *Constant Bit Rate* (CBR)  
Layanan CBR menyediakan koneksi yang membutuhkan jumlah *bandwidth* yang tetap dan terus menerus selama periode koneksi. Layanan CBR dimaksudkan untuk mendukung layanan *realtime* seperti suara dan video. Layanan CBR menyediakan *bandwidth* yang cukup untuk setiap koneksi dan berbagai jalur *physical* transmisi yang sama untuk mengalirkan *cell* pada tingkat maximum bagi tiap user, sehingga *delay* dan *jitter* berada pada tingkat minimum dan paa umumnya tidak ada *buffering* paket pada jaringan.
2. *Real Time Variabel Bit Rate* (rt-VBR)  
Layanan rt-VBR menyediakan koneksi dengan kebutuhan bandwith yang dispesifikasikan oleh tiga aprameter PCR, SCR dan MBS. Layanan rt-VBR juga dimaksudkan untuk aplikasi-aplikasi *realt ime* yang membutuhkan batasan-batasan yang ketat untuk *delay* dan *jitter*, seperti aplikasi video yang sudah dikompresi.
3. *Non Real Time Variabel Bit Rate* (nrt-VBR)  
Layanan nrt-VBR sama seperti layanan rt-VBR namun pada nrt-VBR tidak membutuhkan pembatasan untuk *delay* dan *jitter* karena hal

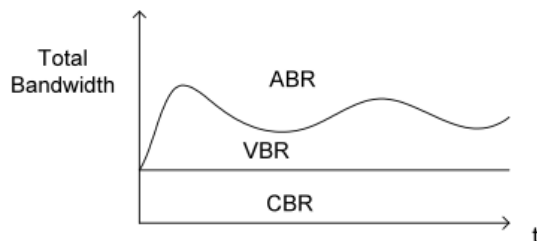
tersebut akan membutuhkan bandwidth yang lebih kecil dalam jaringan tetapi menggunakan *buffer* yang lebih banyak. Contoh aplikasi yang menggunakan layanan ini adalah pada proses pemesanan tiket pesawat dan transaksi perbankan.

#### 4. *Unspecified Bit Rate* (UBR)

Layanan untuk aplikasi non real time tanpa ada spesifikasi untuk *delay*, *jitter* dan *packet loss*. Contoh aplikasinya adalah FTP dan email. Dalam UBR tidak menjamin akan adanya QoS.

#### 5. *Availabe Bit Rate* (ABR)

Layanan untuk aplikasi *non real time*, ABR umumnya digunakan untuk transfer data yang membutuhkan jaminan QoS seperti kecilnya kemungkinan *loss* dan *error*.



Gambar 1 Alokasi ATM *bandwidth* untuk setiap *service*

### 1.2.4 Kategori Layanan ATM

Setiap *service* dalam ATM memiliki queue sendiri-sendiri. Pada umumnya ada dua skema untuk layanan queue. Dalam skema round-robin semua queue memiliki prioritas dan juga memiliki peluang yang sama untuk mendapatkan pelayanan. Link dari *bandwidth* dibagi sama rata diantara semua queue yang dilayani. Skema lain adalah *Weighted Round Robin* (WRR) dimana menyerupai *Weighted Fair Queuing* (WFQ) di dalam IP *network* queue dilayani sesuai dengan bobot yang ada pada queue dalam setiap ATM *switch*, skema tersebut menjamin *bandwidth* tersedia bagi aplikasi-aplikasi penting seperti pada CBR.

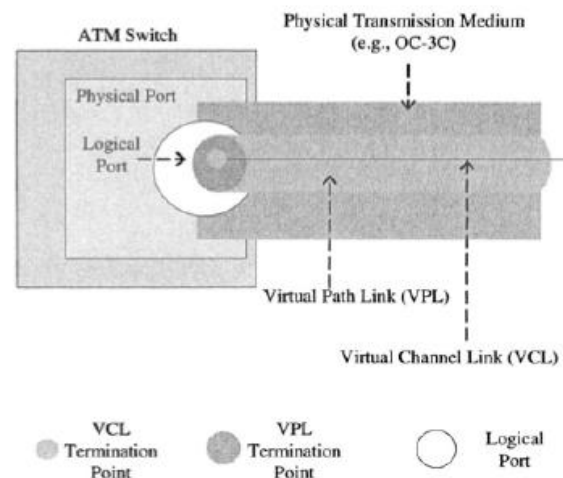


Gambar 2 WRR dan WFQ

### 1.2.5 ATM Connection Admission Control

Setiap input dan output port terkoneksi kepada media transmisi *physical* seperti OC-3 dan DS-2. *Physical port* adalah titik pada *port input* atau *output* dimana media transmisi *physical* di terminasi. Umumnya *physical port* diidentifikasi sebagai sebuah rak dan sebuah *pack circuit slot* dalam *switch*

ATM *hardware*, sedangkan *logical port* adalah VPL dan VCL.



Gambar 3 Model dari Switch ATM

*Bandwidth* yang dialokasikan pada logical port dinotasikan dengan  $W$ , dimana  $W$  dibagi diantara kategori layanan ATM yang disediakan oleh *logical port*.

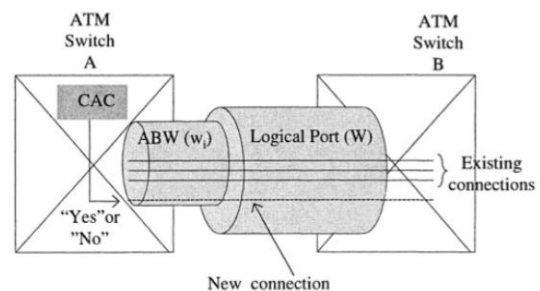
$$W_i = W \times G_i$$

Dimana :

$W$  = total *bandwidth* pada logical port

$W_i$  = *bandwidth* yang dialokasikan untuk kategori  $i$

$G_i$  = Faktor persentase alokasi *bandwidth* untuk kategori  $i$



Gambar 4 Operasi CAC pada ATM

Mengacu pada pola *traffic* yang tidak dapat diprediksi maka *congestion* tidak dapat diabaikan. *Congestion* terjadi pada saat total input rate lebih besar dari kapasitas *output link*. Pada saat *congestion* terjadi maka dalam waktu yang singkat akan terbentuk queue yang cukup panjang, menyebabkan *buffer overflow* dan *cell loss* sehingga *congestion control* diperlukan untuk memastikan users mendapatkan QoS yang sudah dinegosiasikan.

Algoritma *congestion* yang akan digunakan untuk simulasi pada jaringan ATM akan dikhususkan pada layanan ABR. Algoritma EFECI (*explicit forward*

*congestion indicator*) menggunakan bit untuk mengindikasikan jika *congestion* muncul, *switch* akan mendeteksi *congestion* dalam link jika tingkat *queue* mencapai tingkatan tertentu, *switch* akan mengeset *congestion* bit ke nilai 1. Pada saat tujuan menerima data *cell* tersebut dengan bit EFCI diset ke nilai 1 dan akan menghasilkan RM (*resource management*) *cell*. RM *cell* ini dikirimkan kembali ke source end system bersama backward path. EFCI digunakan untuk mengurangi ACR (*allowed cell rate*) pada saat source menerima RM *cell*, tetapi faktor pengurangnya tidak boleh lebih kecil daripada MCR.

$$\begin{aligned} \text{ACR} &= \max (\text{ACR} \times \text{DF}, \text{MCR}) \\ \text{DF} &= \text{Decrease factor} \end{aligned} \quad (1-4)$$

$$\begin{aligned} \text{ACR} &= \min (\text{ACR} \times \text{IF}, \text{PCR}) \\ \text{IF} &= \text{Increase factor} \\ \text{PCR} &= \text{Peak cell rate} \end{aligned} \quad (1-5)$$

EFCI hanya menginformasikan *source* untuk menambah atau mengurangi *rate* dan dan mengumpulkannya dengan lambat. ERICA (*explicit rate indication congestion avoidance*) dalam algoritma ini, *switch* secara periodik akan memonitor *load* dalam setiap link dan mendeterminasi *factor load*, Z, kapasitas dari ABR dan jumlah VC yang aktif. Dalam setiap pengukuran interval, kuantitasnya akan di *update* kemudian selanjutnya *switch* akan memberi satu atau bahkan tidak sama sekali *feedback* untuk tiap *source* dalam sembarang interval.

Load factor dihitung sebagai rasio dari pengukuran input rate pada port sebagai kapasitas target dari output link.

$$Z = \frac{\text{ABR\_Input\_Rate}}{\text{ABR\_Capacity}} \quad (1-6)$$

Dimana :

ABR\_Capacity merupakan target utilisasi (U) x Link Bandwidth

Load factor Z adalah sebuah level indicator dari *congestion* control. Untuk pembagian VC yang adil dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{FairShare} = \frac{\text{ABR\_Capacity}}{\text{Number\_of\_Active\_sources}} \quad (1-7)$$

Setiap *switch* mengijinkan setiap *source* untuk mengirim pada saat rate dibawah fair share ataupun pada saat *fair share* muncul dan dibagi secara merata setiap mengirimkan *feedback* kepada *source*. Jika *source* tidak menggunakan sama sekali *fair share* maka *switch* akan secara adil mengalokasikan sisa kapasitas yang tersedia kepada *source* untuk dapat digunakan. Untuk tujuan tersebut *switch*

menghitung kuantitas dari VC yang dibagi (VC Share).

$$\text{VCShare} = \frac{\text{CCR}}{Z} \quad (1-8)$$

### 1.2.6 Kerja ATM

Data sudah dibagi dalam *cell-cell* ATM, ATM menggunakan fixed length *cell* yang digunakan untuk mentransmisikan informasi. *Cell* tersebut sepanjang 53 bytes yang dibagi menjadi 48 bytes *payload* dan 5 bytes *header*, mengirimkan jumlah yang diperlukan per satuan waktu menyediakan fleksibilitas yang diperlukan untuk mendukung kecepatan transmisi variabel.

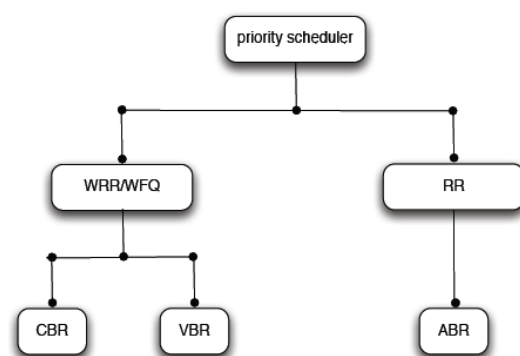
Jaringan ATM adalah *connection-oriented* yang dibentuk oleh virtual *channel connection* (VCC) yang melalui satu atau lebih virtual path (VP) atau VC identifier yang ada pada header *cell*, dimana yang menjadi pengatur koneksi dan mentranslasikannya kepada nilai VPI/VCI baru pada saat *cell* melewati setiap *switch*.

Sumber daya ATM seperti *bandwidth* dan *buffer* dibagi untuk semua user, yang dialokasikan jika user mentransmisikan sesuatu. *Bandwidth* dialokasikan sesuai dengan *traffic* dari aplikasi dan QoS meminta pada saat signaling, sehingga jaringan menggunakan statistik *multiplexing* untuk meningkatkan *throughput* yang efektif.

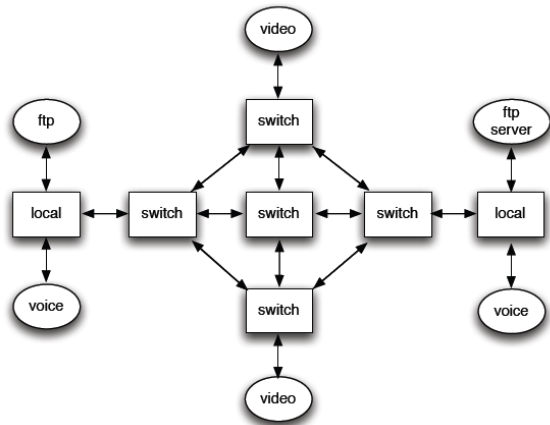
## 2. ISI PENELITIAN

### 2.1 Simulasi

Untuk mensimulasikan jaringan ATM alat bantu yang digunakan adalah perangkat lunak OPNET yang memiliki banyak fitur dan dapat digunakan untuk mensimulasikan jaringan komunikasi yang besar dengan pemodelan protocol yang detail dan menganalisa kinerja. Berikut adalah arsitektur yang akan digunakan dalam menggambarkan sistem dari kinerja ATM :



Gambar 5 Arsitektur Layanan ATM



Gambar 6 Jaringan ATM yang digunakan saat simulasi

Pada kasus dalam gambar diatas adalah jaringan ATM yang memiliki kapasitas 150 Mbps, dimana terdiri dari server, workstation dan ATM *switch* yang semuanya dihubungkan oleh link OC3 yang dapat menangani *traffic* 155.52 Mbps. Kecepatan untuk ATM *switching* adalah infinity dan untuk *delay* lookup VC adalah 1E-10. Dalam jaringan akan di generate oleh tiga aplikasi yaitu ftp, video conference dan voice. Ftp dan video conference berjalan di layer AAL5 sedangkan untuk voice berjalan di layer AAL2. Karena untuk video dan voice sensitive terhadap waktu maka untuk video akan menggunakan layanan CBR, voice menggunakan layanan rt\_VBR dan untuk data akan menggunakan layanan ABR. Untuk voice *traffic*nya akan diset antara 4 Mbps dan untuk ftp dan video *traffic*nya antara 3 Mbps. *Traffic* dalam jaringan dihasilkan oleh ATM sudah ideal dimana *burst* tidak muncul.

QoS untuk setiap kategori *service* didefinisikan dalam table 1 berikut

Tabel 1 Parameter QoS pada saat simulasi

Service	ABR	CBR	RT_VBR
ppCDV(msec)	20microsec	5microsec	10microsec
maxCTD(msec)	3microsec	15microsec	15millisec
CLR	0.00001	0.0000003	0.0000003

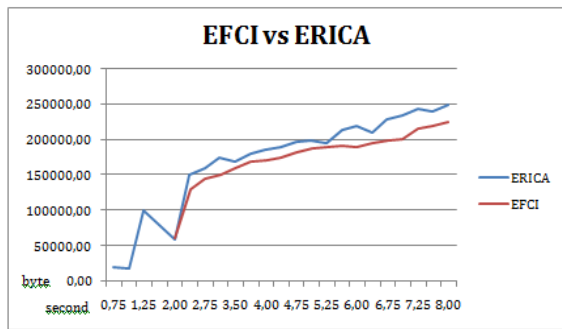
Tabel 2 Hasil percobaan QoS Jaringan ATM

Traffic size	20M		100M	
Statistic	Average	Max	Average	Maximum
ATM ABR Cell Delay (sec)	1.3	3.06	0.028	0.104

ATM ABR Cell Delay Variation	0.07	0.78	0.00036	0.00166
ATM ABR Cell Loss Ratio	0	0	0	0
ATM Call Blocking Ratio (%)	0	0	0	0
ATM CBR Cell Delay (sec)	0.00135	0.00135	0.00134	0.00134
ATM CBR Cell Delay Variation	0	0	0	0
ATM CBR Cell Loss Ratio	0	0	0	0
ATM Cell Delay (sec)	0.37	0.83	0.004	0.0267
ATM Cell Delay Variation	0.05	0.82	0.00017	0.00159
ATM Global Throughput (bits/sec)	22,248,715	22,252,035	92,372,000	96,300,000
ATM Load (bits)	1,000	1,000	5,000	5,000
ATM Load (bits/sec)	23,975,707	23,012,343	99,997,000	104,250,000
ATM RT_VBR Cell Delay (sec)	0.00095	0.00095	0.00076	0.00076
ATM RT_VBR Cell Delay Variation	0	0	0	0
ATM RT_VBR Cell Loss Ratio	0	0	0	0

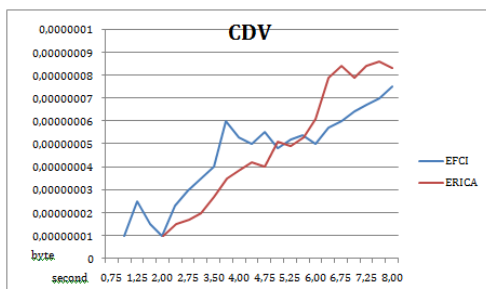
Dari model jaringan ATM diatas maka pada saat dilakukan simulasi untuk melihat kinerja antara EFCI dibandingkan dengan ERICA dapat dilihat pada gambar 7.



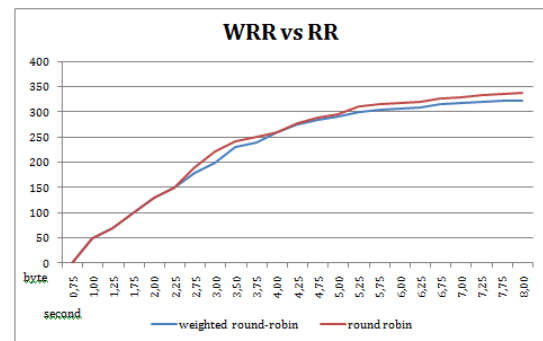
Gambar 7 Grafik perbandingan pada *congestion control*

ERICA dan EFCI adalah metoda yang digunakan untuk menangani *congestion control* pada layanan ABR. aplikasi yang digunakan untuk memodelkannya adalah FTP, dari gambar grafik diatas dapat dilihat kinerja dari ERICA lebih baik jika dibandingkan dengan EFCI

Sedangkan untuk CDV (*cell delay variation*) adalah pengukuran dari CTD (*cell transfer delay*) dan terutama untuk aplikasi yang memiliki variasi yang signifikan membutuhkan *buffer* yang lebih besar. *Traffic* pada ABR yang secara khusus digunakan untuk *traffic* data tidak membutuhkan jaminan CDV tetapi disarankan kuat untuk meminimalisasi variasi, pada grafik di bawah dapat dilihat perbandingan dari CDV ERICA dengan CDV EFCI pada aplikasi ftp, dapat dilihat bahwa CDV dengan menggunakan ERICA mengkonversi lebih cepat daripada EFCI. Secara teori EFCI tidak stabil dan *queue* dapat cepat terbentuk yang dapat menyebabkan terjadi *congestion* lebih awal.

Gambar 8 Grafik perbandingan *cell delay variation*

sedangkan untuk kebijakan *queueing* yang sangat penting untuk QoS, *traffic* dengan prioritas tinggi harus memiliki bobot yang lebih tinggi. Bobot dalam OPNET didefinisikan dalam *minimum guaranteed bandwidth* parameter dalam konfigurasi ATM port *buffer*. Pada saat simulasi *guaranteed bandwidth* di set sebagai berikut : ABR 25%, CBR 25%, dan RT\_VBR 50%.. Karena untuk *weighted round-robin* bobotnya lebih rendah maka CDV nya relatif lebih besar dari round-robin.



Gambar 9 Grafik perbandingan pada sistem antrian

## 5. KESIMPULAN

Dari simulasi yang dilakukan untuk mendeployment QoS dalam jaringan ATM, dan hasil dari simulasi menunjukan ATM dapat menjamin QoS untuk beragam pengelompokan aplikasi, hal tersebut dikarenakan adanya kategori layanan dalam ATM yang karakteristiknya sesuai dengan QoS dari aplikasi tersebut, misalnya untuk data dapat digunakan ABR karena karakteristik dari ABR yang bersifat non-real time dan bebas dari loss dan error. Penggunaan ERICA terbukti lebih efektif daripada EFCI dan dengan menggunakan sistem antrian *weighted round-robin* sudah cukup memastikan akan terjaminnya *bandwidth* yang dipesan oleh aplikasi yang dalam kelompok kelas yang penting.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Park ,Kun I, 2005 ,”QoS in Packet Network”, Springer Science + Business Media, Inc, Boston
- [2] Larry L.Peterson, Bruce S.Davie , “Computer Networks, a systems approach”, second edition.
- [3] Kelly,Brent E ,2002,” Quality of Service In Internet Protocol (IP) Networks”.
- [4] Sreenivasulu M, 2011, Performance Evaluation of EFCI and ERICA Schemes for ATM Networks”.

<http://ijcta.com/documents/volumes/vol2issue4/ijcta2011020431.pdf>