

ANALISIS KINERJA JARINGAN ATM MENGGUNAKAN SIMULATOR OPNET

Aprial Umardi, Ali Hanafiah Rambe

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: ismiaprial@gmail.com

Abstrak

Jaringan ATM merupakan jaringan yang mengintegrasikan semua jenis trafik baik data, suara, maupun *video* ke dalam paket-paket kecil berukuran 53 *byte* yang disebut sel yang kemudian dikirimkan melalui jaringan ke tujuannya. Kemampuan jaringan ini melakukan transfer data dalam jumlah besar dengan kecepatan tinggi dan kemampuannya menyediakan *Quality of Service* (QoS) dengan berbagai kategori layanan yang berbeda menjadikan jaringan ini dipilih oleh ITU-T untuk menjadi jaringan *backbone* untuk teknologi B-ISDN. Analisis kinerja jaringan ATM dapat dilakukan dengan metode simulasi menggunakan bantuan *software* komputer. Dalam tulisan ini, digunakan perangkat lunak OPNET untuk memodelkan dan mendapatkan kinerja jaringan ATM. Parameter kinerja yang akan dianalisis adalah *Cell Transfer Delay* (CTD), *Cell Delay Variation* (CDV), dan *Cell Loss Ratio* (CLR), dengan mengamati pengaruh jumlah node, kapasitas *buffer*, trafik *imbalance*, dan juga trafik *bursty*. Hasil dari simulasi yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah node, maka semakin besar nilai CTD, CDV, dan CLR. Trafik *imbalance* dapat memperbesar CTD, CDV, dan CLR. Semakin kecil kapasitas *buffer*, maka nilai CTD semakin kecil sedangkan nilai CDV dan CLR semakin besar. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa semakin besar trafik *bursty*, maka CTD, CDV, dan CLR juga semakin besar.

Kata Kunci: ATM, QoS, OPNET

1. Pendahuluan

Jaringan ATM merupakan jaringan komunikasi yang dirancang untuk mendukung integrasi dari layanan *voice*, *video*, dan data. Kemampuan jaringan ini melakukan transfer data dalam jumlah besar dengan kecepatan tinggi, ditambah dengan kemampuannya menyediakan *Quality of Service* (QoS) untuk kategori layanan yang berbeda telah menjadikan jaringan ini dipilih oleh ITU-T untuk menjadi jaringan *backbone* untuk teknologi B-ISDN [1]. Pada tulisan ini digunakan perangkat lunak OPNET versi 14.5 untuk memodelkan jaringan ATM dan menganalisa kinerjanya.

2. Teknologi ATM

Jaringan *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) mengubah informasi dari berbagai jenis layanan ke dalam paket-paket kecil berukuran tetap yaitu 53 *byte* yang disebut sel [1][2]. Terhadap *end user*, ATM menyediakan kemampuan untuk mengirimkan trafik pada laju yang konstan maupun berubah-ubah. Jaringan

ATM mengizinkan alokasi *bandwidth* sesuai *Quality of Service* (QoS) yang diminta oleh *user*. Terhadap penyedia jaringan, ATM memungkinkan untuk mengirimkan berbagai jenis trafik yang berbeda melalui jaringan yang sama [3].

2.1 Kategori Layanan ATM

ATM menyediakan beberapa kategori layanan yaitu [3]:

1. *Constant Bit Rate* (CBR)
2. *Real-time Variable Bit Rate* (rt-VBR)
3. *Non-realtime Variable Bit Rate* (nrt-VBR)
4. *Available Bit Rate* (ABR)
5. *Unspecified Bit Rate* (UBR)
6. *Guaranteed Frame Rate* (GFR)

2.2 Quality of Service (QoS)

Salah satu kelebihan dari jaringan ATM adalah kemampuannya menyediakan *Quality of Service* (QoS) yang dibutuhkan oleh suatu layanan. QoS menjamin bahwa suatu layanan

akan mendapatkan *resource* jaringan yang dibutuhkannya. Ada beberapa parameter QoS yang sekaligus merupakan parameter kinerja pada jaringan ATM, yaitu:

1. *Cell Transfer Delay* (CTD)
CTD merupakan *delay* yang dialami oleh sebuah sel mulai dari bit sel pertama yang dikirimkan oleh sumber sampai bit terakhir yang diterima pada tujuan.
2. *Cell Delay Variation* (CDV)
CDV merupakan perbedaan CTD maksimum dan CTD minimum yang terjadi selama koneksi berlangsung.
3. *Cell Loss Ratio* (CLR)
CLR merupakan persentasi sel hilang yang terjadi pada jaringan akibat dari *error* maupun kongesti sehingga sel tidak sampai ke tujuan

2.3 Manajemen Trafik

Manajemen trafik merupakan suatu hal yang penting untuk mengatur berbagai hal pada jaringan ATM. Manajemen trafik pada jaringan ATM memiliki fungsi [3] :

1. Untuk mengatasi kongesti pada jaringan sehingga kinerja jaringan yang baik dapat tercapai.
2. Untuk menghasilkan efisiensi dan optimasi penggunaan *resource* pada jaringan.

Ada dua metode yang umum yang diimplementasikan pada jaringan ATM yaitu *Call Admission Control* (CAC) dan *Usage Parameter Control* (UPC) [5].

2.3.1 Call Admission Control (CAC)

Algoritma CAC berfungsi untuk menentukan apakah sebuah permintaan sambungan akan diterima atau ditolak oleh jaringan dengan melihat terlebih dahulu sumber daya yang dimiliki oleh jaringan. Sebelum koneksi dibuat akan diperiksa terlebih dahulu parameter QoS dan juga parameter trafik yang dibutuhkan oleh user, yaitu [7]:

1. *Peak Cell Rate* (PCR)
PCR merupakan laju maksimum data yang bisa dikirimkan oleh pengguna jaringan.
2. *Sustainable Cell Rate* (SCR)
SCR merupakan batas atas dari trafik rata-rata sel untuk sebuah koneksi ATM.
3. *Maximum Burst Size* (MBS)
MBS merupakan jumlah sel yang dapat dikirimkan oleh sumber ATM pada PCR.

4. *Minimum Cell Rate* (MCR)
MCR merupakan laju sel minimum untuk sebuah koneksi.

2.3.2 Usage Parameter Control (UPC)

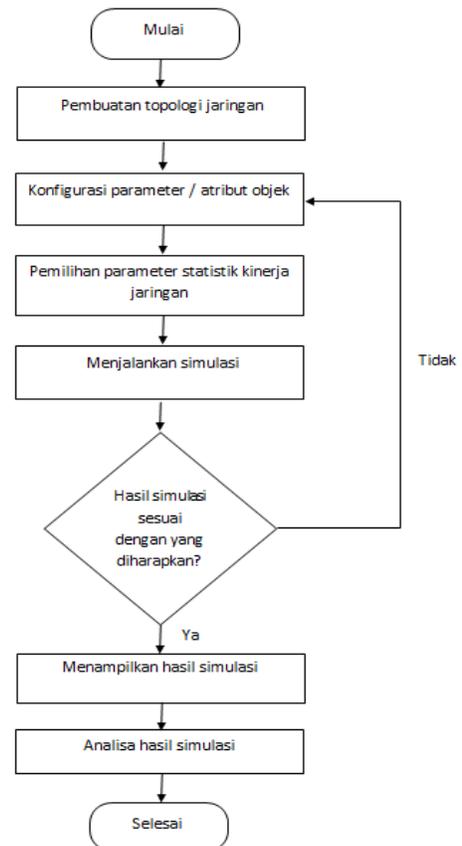
Usage Parameter Control (UPC) digunakan pada jaringan ATM untuk memonitor dan mengontrol trafik apakah setiap user menaati kontrak trafik yang sudah disepakati. Tujuannya adalah untuk melindungi keseluruhan sumber daya jaringan dari user yang melanggar kesepakatan kontrak trafik agar QoS dari seluruh koneksi yang lain tidak terganggu.

Metode yang umum digunakan menentukan kesesuaian sel adalah metode *Generic Cell Rate Algorithm* (GCRA). Sedangkan algoritma yang banyak dipakai untuk mengontrol trafik pada ATM adalah algoritma *leaky bucket* [5].

3. Perancangan Jaringan ATM

3.1 Diagram Alir Simulasi

Diagram alir simulasi jaringan ATM dengan OPNET ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Simulasi

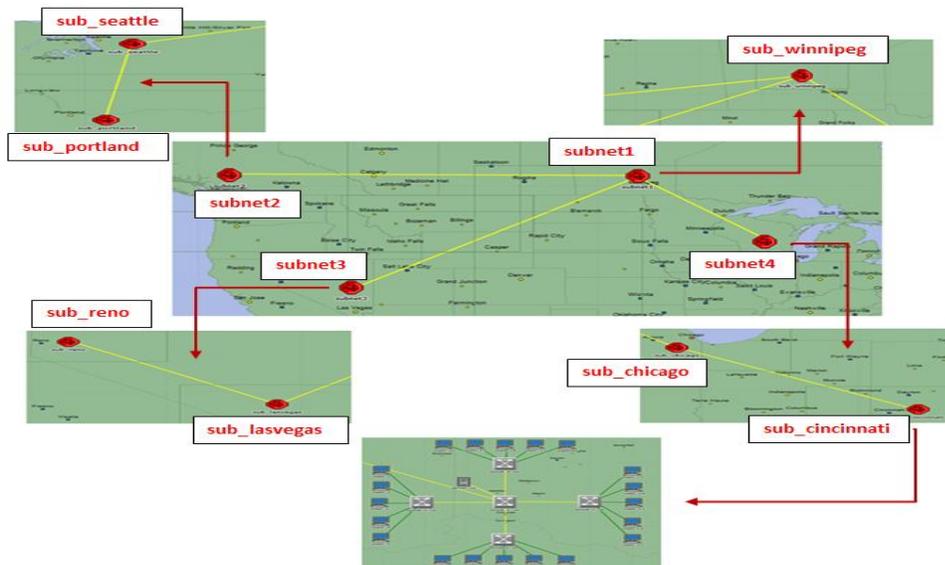
3.2 Model Jaringan

Model jaringan yang digunakan ditunjukkan oleh Gambar 2. Jaringan yang digunakan adalah jaringan WAN di area geografis Amerika. *Subnet* digunakan sebagai komponen abstrak untuk penyederhanaan jaringan di OPNET [9]. Setiap subnet memiliki jaringan dasar *client server* yang sama dan saling terhubung pada *switch* pusat tiap jaringan *client server*.

3.3 Parameter Simulasi

Adapun parameter – parameter yang digunakan dalam simulasi ini adalah sebagai berikut:

1. Semua link adalah OC3 yang berkapasitas 155,52 Mbps
2. PCR semua *client* 1 Mbps.
3. Skema antrian menggunakan *weighted round robin*
4. Semua *switch* mengimplementasikan *Usage Parameter Control (UPC)*



Gambar 2. Model Jaringan

Tabel 2. Permintaan QoS [4]

No	Aplikasi	Layanan	Max-CTD (ms)	Pp-CDV (ms)	CLR
1	Email	UBR	5000	1000	3E-07
2	FTP	ABR	5000	1000	1E-05
3	Remote login	RT-VBR	200	10	3E-07
4	Video conferencing	CBR	200	10	3E-07

5. Pengaturan aplikasi dan QoS ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.
6. Durasi simulasi 20 detik.

Tabel 1. Pengaturan Aplikasi [6]

Atribut	Server	Client
Alamat Transport	Auto assigned	Auto assigned
Tabel Konfigurasi Server (bobot)	Email (10) FTP (15) Remote login (25) Video Conferencing (20)	-
Waktu mulai	-	Uniform (1,3)
Aplikasi Server	-	Random
Load Aplikasi L = low M = medium H = high	-	Email (L) FTP (M) Remote login (H) Video Conferencing (M)

3.4 Skenario Simulasi

Ada beberapa skenario atau percobaan simulasi yang dibuat menggunakan OPNET untuk menganalisis kinerja jaringan berupa CTD, CDV, dan CLR.

1. Skenario 1: Untuk melihat pengaruh jumlah node pada jaringan.
2. Skenario 2: Untuk melihat pengaruh *trafik imbalance*.
3. Skenario 3: Untuk melihat pengaruh kapasitas *buffer*.

4. Skenario 4: Untuk melihat pengaruh trafik *bursty*.
5. Skenario 5: Untuk melihat pengaruh dari layanan ATM

4. Hasil dan Analisis Simulasi

4.1 Pengaruh Jumlah Node

Untuk melihat pengaruh jumlah node terhadap kinerja jaringan ATM, digunakan jaringan dengan 182 node dan 238 node. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistik Simulasi Skenario 1

Skenario	Parameter	Maks	Rata-Rata
182 Node	CTD (sec)	0,02194699	0,01549369
	CDV (sec)	0,00000665	0,00000292
	CLR (%)	0	0
238 Node	CTD (sec)	0,02439982	0,01890603
	CDV (sec)	0,00000835	0,00000356
	CLR (%)	0,32	0,3

Seperti terlihat dari Tabel 3, nilai CTD, CDV dan CLR dari jaringan dengan 238 node lebih besar dari jaringan dengan 182 node. Hal ini terjadi karena semakin banyak node, maka semakin banyak sel yang dibangkitkan dan dikirimkan melewati jaringan sehingga jaringan makin padat dan *buffer* menjadi penuh sehingga sel menjadi lebih lama untuk mencapai tujuan. Selain itu, dengan penuhnya *buffer* maka kemungkinan sel hilang (CLR) juga menjadi lebih besar.

4.2 Pengaruh Trafik *Imbalance*

Trafik *imbalance* merupakan keadaan di mana semua *client* pada tiap subnet meminta layanan dan mengirim sel ke *server* tunggal. Hal ini berbeda dari skenario sebelumnya di mana semua client bisa meminta layanan ke server mana saja secara acak. Nilai dari statistik kinerja yang diperoleh dari simulasi ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Statistik simulasi Skenario 2

Skenario	Parameter	Maks	Rata-Rata
Server Acak	CTD (s)	0,02194699	0,01549369
	CDV (s)	0,00000665	0,00000292
	CLR (%)	0	0
<i>Imbalance</i>	CTD (s)	0,03562121	0,03311431
	CDV (s)	0,00001035	0,00000525
	CLR (%)	0,34	0,3

Dari Tabel 4 terlihat bahwa nilai CTD, CDV, dan CLR naik cukup signifikan bila dibandingkan dengan tujuan yang acak. Hal ini terjadi karena pada saat tujuan hanya terpusat pada satu node, maka link menuju node tersebut akan menjadi *bottleneck* dengan trafik yang padat dan *buffer* yang terisi penuh sehingga tiap sel akan mengalami waktu yang lebih lama untuk mencapai tujuannya.

4.3 Pengaruh Kapasitas *Buffer*

Untuk melihat pengaruh kapasitas *buffer* terhadap kinerja jaringan ATM, digunakan tiga nilai *buffer* yaitu 10000 sel, 5000 sel, dan 1000 sel. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Statistik Simulasi Skenario 3

Buffer	Parameter	Maks	Rata-Rata
10000	CDT (sec)	0,02194699	0,01549369
	CDV (sec)	0,00000665	0,00000292
	CLR (%)	0	0
5000	CDT (sec)	0,02176699	0,01536064
	CDV (sec)	0,00000665	0,00000281
	CLR (%)	0,48	0,46
1000	CDT (sec)	0,02172699	0,01529314
	CDV (sec)	0,00000666	0,00000291
	CLR (%)	1,76	1,61

Seperti terlihat dari Tabel 5, semakin kecil kapasitas *buffer* ternyata nilai CTD dan CDV juga semakin kecil walaupun perbedaannya sangat kecil. CDV juga menunjukkan hal yang sama. CTD dan CDV yang paling kecil didapat dengan kapasitas *buffer* 1000 sel dan yang paling besar diperoleh oleh kapasitas *buffer* 10000 sel.

Berbanding terbalik dengan CTD dan CDV, nilai CLR naik ketika kapasitas *buffer* dikurangi. Pada *buffer* 5000 sel terlihat bahwa ada sekitar 0,4 persen sel yang hilang pada *buffer* 5000 dan pada *buffer* 1000 sel ada 1,76 persen yang hilang.

4.4 Pengaruh Trafik *Bursty*

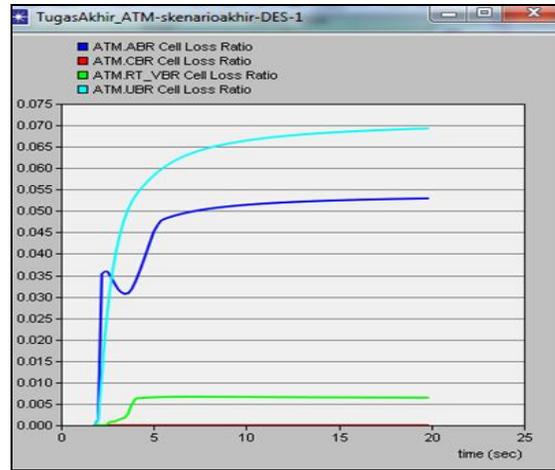
Pada skenario ini *terminal traffic* dari *remote login* yang bersifat *bursty* dinaikkan dua kali lipat dari 60 bytes/command menjadi 120 bytes/command. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 6. Dengan dinaikkannya trafik *bursty* memperbesar nilai CTD. CDV juga naik walaupun tidak terlalu signifikan. Begitu juga dengan CLR yang naik dari nol jadi maksimal 0,2 persen.

Tabel 6. Statistik Simulasi Skenario 4

Skenario	Parameter	Maks	Rata-Rata
Bursty 1x	CTD (sec)	0,02194699	0,01549369
	CDV (sec)	0,00000665	0,00000292
	CLR (%)	0	0
Bursty 2x	CTD (sec)	0,02394699	0,01706436
	CDV (sec)	0,00000695	0,00000370
	CLR (%)	0,26	0,25

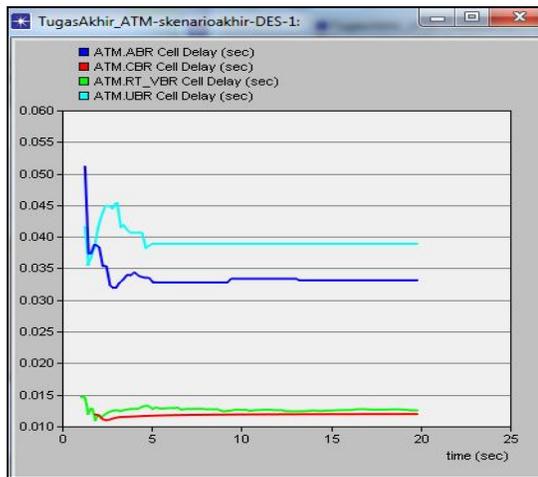
4.5 Pengaruh Layanan ATM

Kinerja keseluruhan (global) jaringan ATM merupakan gabungan dari semua layanan yang disediakan oleh jaringan. Tiap layanan memiliki QoS tersendiri yang membedakan prioritas antara satu layanan dengan yang lain. Gambar 3 menunjukkan statistik dari skenario akhir untuk tiap kategori layanan ATM yaitu CBR, RT-VBR, ABR, dan UBR.

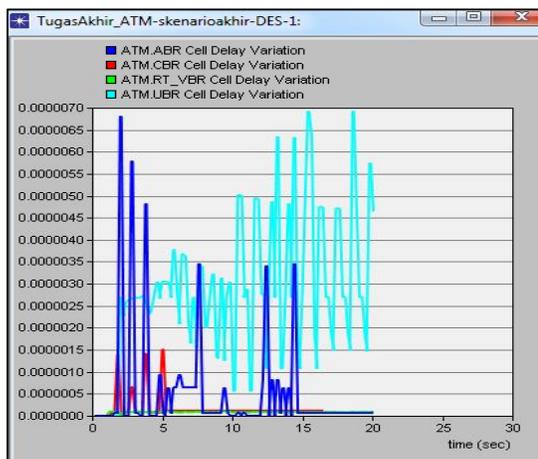


(c)

Gambar 3. Grafik Hasil Simulasi Skenario 5
(a) CTD (b) CDV (c) CLR



(a)



(b)

Pada Gambar 3 terlihat bahwa CBR dan ABR memiliki CTD dan CDV yang rendah. Sesuai dengan teori bahwa CBR dan RT-VBR memang merupakan layanan real-time yang membutuhkan CTD yang minimal. CTD yang besar dialami oleh layanan ABR dan UBR karena mendapatkan prioritas yang rendah pada jaringan. Pada saat terjadi kongesti sel-sel yang memiliki prioritas rendah akan dibuang terlebih dahulu. Hal ini yang menyebabkan CLR dari layanan ABR dan UBR yang paling tinggi seperti ditunjukkan oleh Gambar 3. Statistik untuk tiap kategori layanan ATM ditunjukkan oleh Tabel 7.

Tabel 7. Statistik Simulasi Skenario Akhir per Kategori Layanan

Layanan	Parameter	Maks	Rata-Rata
CBR	CDT (sec)	0,0119468	0,01180967
	CDV (sec)	0,0000015	0,00000018
	CLR (%)	0	0
RT-VBR	CDT (sec)	0,01463979	0,01262844
	CDV (sec)	0,00000010	0,00000008
	CLR (%)	0,7	0,6
ABR	CDT (sec)	0,05121134	0,03355085
	CDV (sec)	0,00000681	0,00000043
	CLR (%)	5,3	4,8
UBR	CDT (sec)	0,04544354	0,03934002
	CDV (sec)	0,00000693	0,00000268
	CLR (%)	6,9	6,2

5. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dari tulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Kinerja jaringan ATM dapat dilihat dari *Cell Transfer Delay* (CTD), *Cell Delay Variation* (CDV), dan *Cell Loss Ratio* (CLR) berdasarkan pengaruh jumlah node, kapasitas *buffer*, trafik *imbalance*, dan trafik *bursty*.
2. Semakin banyak jumlah node, maka CTD, CDV, dan CLR semakin besar.
3. Semakin kecil kapasitas *buffer*, maka CTD semakin kecil, sedangkan CDV dan CLR semakin besar.
4. Nilai CTD, CDV, dan CLR untuk trafik *imbalance* lebih besar bila dibandingkan dengan server tujuan yang acak.
5. Semakin besar trafik *bursty* pada jaringan maka CTD, CDV, dan CLR juga semakin besar.
6. Jaringan ATM dapat menjamin QoS yang berbeda untuk tiap pengguna dengan menggunakan layanan yang berbeda. Layanan CBR dan VBR memiliki prioritas yang tertinggi, sedangkan yang terendah adalah ABR dan UBR.
7. OPNET cocok untuk simulasi jaringan ATM karena menyediakan banyak model standar yang dapat digunakan untuk memodelkan jaringan baik dalam kondisi normal maupun kondisi abnormal seperti kongesti.

Referensi

1. Kasera, Sumit, Pankaj Sethi, *ATM Networks Concept and Protocols*, Edisi Pertama, McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 2001.
2. Stalling, W., *Data and Computer Communications*, Edisi Keenam, Prentice Hall International, Inc, New Jersey, USA, 1996.
3. Kumar, Balaji, *Broadband Communications A Professional's Guide to ATM, Frame Relay, SMDS, SONET, and BISDN*, McGraw-Hill, Inc, Singapura, hal. 141-145, 1995.
4. OPNET Technology Inc., *ATM Model User Guide, OPNET Modeler/ Release 10.0*, 1999.
5. Perron, Harry G., *An Introduction to ATM Networks*, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, hal. 69-79, 2002.

6. Yao, Zhunghoi, *ATM Network Models For Traffic Management*. Tesis, Departement of Electrical and Computer Engineering, University of Manitoba, Winnipeg, 1997
7. ATM Forum, *Traffic Management Specification Version 4.1 AF-TM-0121.000*, Maret 1999
8. Lu Zheng, Hongji Yang, *Unlocking the Power of OPNET Modeler*, Cambridge University Press, UK, 2012.
9. OPNET Technology Inc., *Introduction to Modeler, OPNET Training Manual*, 2004.