

Comparation Analysis Policing Traffic and Shaping Traffic For Management Traffic on TCP/IP Network

Lita Lidyawati ⁽¹⁾, Lucia Jambola ⁽²⁾

Jurusan Teknik Elektro – Institut Teknologi Nasional Bandung
Jl. PHH Mustafa No. 23 Bandung 40124 Indonesia
lita@itenas.ac.id

ABSTRACT

Data communication and internet access need a management traffic for using a limited network resource (transfer rate). Router based on Linux provide a control traffic like moduls such as CBQ and HTB, but bthe applications need a basic methods like policing and shaping.

Traffic policing and traffic shaping that used token bucket control transfer rate on router interface. In policing method, data packet over the burst value will be dropped, otherwise shapping method will keep the data packet that over the burst on buffer.

In this research, traffic policing and traffic shaping using Fedore Core 10. First scenario applicate both methods to arrange time interval 0,390625 seconds and second scenario arrange time interval 1,5 seconds. Third scenario using FTP server and fourth scenario using web server. Transfer rate download is arranged from 128 kbps, 256 kbps, 384 kbps to 512 kbps.

The result shows the throughput on traffic shaping method is greatest than traffic policing (1,6 – 79,498 bps). Packet drop on traffic policing is greatest than traffic shaping (12 % - 33 %).

Keywords : Traffic policing, Traffic shaping, Throughput, Packet drop, transfer rate and CIR

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah

Konsep *traffic management* memegang peranan penting dalam memberikan alokasi *transfer rate* bagi pengguna internet maupun ditujukan bagi aplikasi yang digunakan. Pada router berbasis Linux telah disediakan modul *traffic control* seperti CBQ (*Class Based Queuing*), dan HTB (*Hierarchical Token Bucket*). Namun pada penerapannya modul *traffic control* tersebut membutuhkan metoda dasar seperti *policing* dan *shaping* untuk mendukung suatu disiplin antrian.

I.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengimplementasikan serta menganalisis performansi dari kedua metoda *traffic*

management yaitu *traffic policing* dan *traffic shaping*.

2. Mengetahui karakteristik kedua metoda *traffic management* yang dianalisis berdasarkan data yang diperoleh.

I.3 Perumusan Masalah

Permasalahan – permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

1. Proses pengaturan trafik dengan metoda *traffic management*.
2. Penerapan *traffic management* untuk aplikasi – aplikasi yang berbeda pada jaringan.
3. Parameter yang dianalisis dari dua metoda pengaturan trafik yaitu *throughput*, *packet drop*, dan ketepatan alokasi *transfer rate*.

I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. *Traffic management* yang diteliti adalah *traffic policing* dan *traffic shaping*.
2. Implementasi *traffic management* dilakukan pada router berbasis sistem operasi Linux Fedora Core 10.
3. Metoda *traffic policing* yang digunakan adalah srTM (*Single Rate Traffic Meter*) dan metoda *traffic shaping* yang digunakan adalah *token bucket traffic shaper*.
4. Aplikasi jaringan yang digunakan adalah HTTP dan FTP.
5. Pembatasan kecepatan *download* yang digunakan sebesar 128 kbps, 256 kbps, 384 kbps, dan 512 kbps.

II. DASAR TEORI

II.1 Mekanisme QoS (Quality of Service)

Jaringan IP akan menyediakan layanan *best effort* jika tanpa mekanisme QoS. Pada tipe layanan *best effort*, semua paket tidak dibedakan satu sama lain dan diberikan perlakuan yang sama. Mekanisme QoS pada jaringan IP menyediakan layanan untuk membedakan paket – paket data dan memberikan perlakuan (*treatment*) yang berbeda. Untuk menyediakan QoS pada jaringan IP, harus melakukan dua tahap yaitu :

1. *Task I* – membedakan trafik – trafik data pada jaringan seperti mengelompokkan ke dalam kelas – kelas layanan.

2. *Task II* – memperlakukan trafik – trafik data yang telah dibedakan dengan menyediakan jaminan sumber daya jaringan.

Mekanisme *traffic policing* dan *traffic shaping* berada pada *Task II* yang mendukung mekanisme QoS pada jaringan IP. Mekanisme QoS pada jaringan IP dapat diterapkan pada perangkat router yang menjadi pengatur lalu lintas trafik yang masuk dan keluar jaringan.

Berikut adalah beberapa parameter yang terdapat dalam mekanisme QoS yang akan dibahas pada penelitian ini:

- *Throughput*
Throughput menyatakan kecepatan transfer data aktual yang terukur, dinyatakan dengan satuan bps (*bit per second*).
- *Packet Drop*
Packet drop merupakan perbandingan antara paket yang mengalami pembuangan (*drop*) terhadap total paket data yang dikirimkan. Berikut adalah perbandingannya :

$$Packet\ drop = \frac{k}{n} \dots\dots\dots [2.1]$$

dimana : k = jumlah paket yang *didrop*
n = total paket yang dikirimkan

II.2 Traffic Policing

Traffic policing merupakan sebuah mekanisme yang digunakan untuk membatasi (*limiting*) jumlah aliran trafik data. *Policing* memungkinkan pengaturan nilai maksimum dari penerimaan dan pengiriman paket trafik pada sebuah *interface*. Penerapan *policing* pada sebuah *interface* dapat dilakukan di sisi input (*inbound*) maupun output (*outbound*). Ada tiga istilah trafik dalam *policing* yaitu : *conforming*, *excess*, dan *violate*. Ketika jumlah trafik (*traffic rate*) melebihi jumlah maksimum yang dikonfigurasi, mekanisme *policing* melakukan proses *dropping* (pembuangan) terhadap trafik lebih (*excess traffic*). Walaupun dalam mekanisme *policing* tidak mempunyai *buffer*, tetapi mekanisme antrian (*queue*) diterapkan pada *interface* yang memungkinkan trafik *conforming* untuk menunggu sebelum dilewatkan.

Traffic policing menggunakan *token bucket* untuk mengatur jumlah maksimum trafik. Algoritma ini digunakan untuk menyatakan jumlah trafik maksimum yang diperbolehkan pada satu *interface*. Algoritma *token bucket* sangat bermanfaat dalam mengatur *transfer rate* jaringan pada kasus di mana beberapa paket dengan ukuran besar dikirimkan dalam aliran trafik yang sama. *Token* diisikan dalam *bucket* dengan kecepatan tertentu. Dengan *policing*, *token bucket* menentukan apakah paket dengan kategori *exceed* atau *conform* yang diterapkan nilainya.

II.2.1 Single Rate Traffic Meter

Single-rate color marker merupakan mekanisme pengukuran trafik untuk mengelompokkan arus trafik menjadi trafik *conforming* dan *non-conforming*. Penandaan ini berguna dalam membedakan perlakuan terhadap paket. *Marker* dapat menandai paket dengan warna hijau, kuning, dan merah, yang menyebabkan perlakuan spesifik terjadi pada masing – masing warna. Pada *single-rate* pengukuran berdasarkan parameter CIRS (*Committed Information Rate*). Sebagai contoh, router mungkin membuang (*discard*) semua paket – paket merah karena melebihi ukuran *committed* dan *excess burst*, mem-forward paket - paket kuning dengan metoda *best effort* (tidak jaminan paket sampai dengan benar), dan mem-forward paket – paket hijau dengan kemungkinan *drop* yang rendah.

Rumus menghitung besarnya *burst size* (token ember C) adalah :

$$CIR = bc / tc \dots\dots\dots [2.2]$$

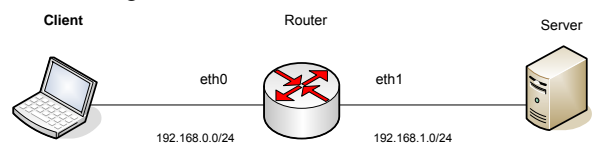
tc = waktu pengisian *bucket* [second]
bc = jumlah *token* dalam *bucket* [bit atau byte]

II.3 Traffic Shaping

Traffic shaping adalah mekanisme untuk mengubah kecepatan aliran trafik yang datang pada router menjadi aliran trafik yang sudah diatur sebelumnya. Jika aliran trafik yang datang melebihi kecepatan yang diatur maka digunakan *buffer* untuk menampung trafik dan meminimalisasi kemungkinan drop.

III. IMPLEMENTASI JARINGAN

Pada penelitian ini jaringan yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Model Jaringan

Skenario pengukuran pada penelitian Penelitian ini dibagi ke dalam 4 skenario. Tiap skenarionya dilakukan 4 pengaturan *transfer rate* atau CIR sebesar 128kbps, 256kbps, 384kbps, dan 512kbps untuk metoda *Traffic Policing* dan *Traffic Shaping*.

IV. ANALISIS HASIL IMPLEMENTASI TRAFFIC MANAGEMENT

Berdasarkan tujuan awal penelitian maka parameter yang dianalisis adalah *throughput*, *packet drop*, dan ketepatan alokasi *transfer rate*. Rumus – rumus berikut digunakan untuk menghitung parameter – parameter tersebut pada semua skenario :

$$Throughput = \frac{\Sigma bit}{waktu(sekon)}$$

$$= \frac{ukuran_data}{waktu_download} [bps] \dots [4.1]$$

$$Packetdrop = \frac{jumlah_paket_drop}{jumlah_paket_diterima} \times 100\% [\%] \dots [4.2]$$

Ketepatan alokasi *transfer rate*

$$= \frac{throughput}{CIR} \times 100\% [\%] \dots [4.3]$$

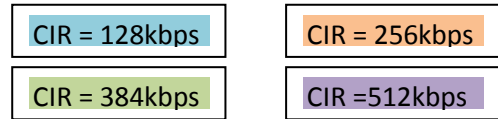
IV.1 Analisis Skenario Dengan Pengaturan Time Interval (tc) Sebesar 0,390625 detik

Tabel – tabel berikut adalah hasil rata – rata pengukuran pada CIR 128kbps, 256kbps, 384kbps, dan 512kbps :

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Skenario I

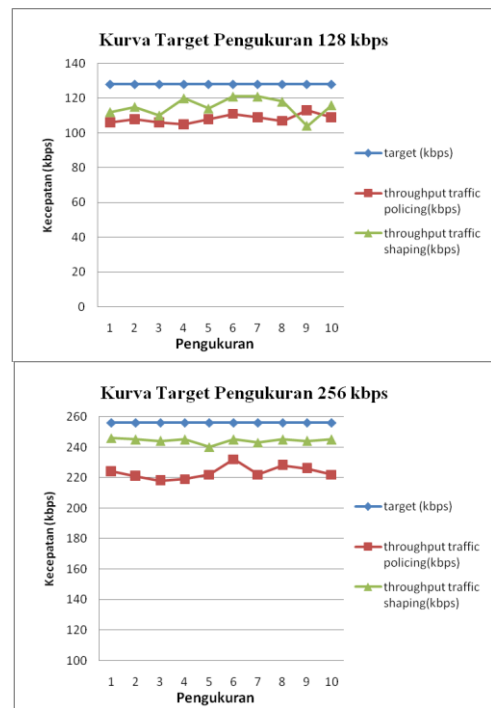
	<i>Traffic Policing</i>	<i>Traffic Shaping</i>
<i>Throughput (kbps)</i>	108,2	113,31
<i>Packet drop (%)</i>	43,672	18,747
<i>Ketepatan transfer rate (%)</i>	84,531	88,523
<hr/>		
<i>Throughput (kbps)</i>	223,4	244,125
<i>Packet drop (%)</i>	28,397	10,152
<i>Ketepatan transfer rate (%)</i>	87,266	95,361
<hr/>		
<i>Throughput (kbps)</i>	338,625	367
<i>Packet drop (%)</i>	26,45	6,579
<i>Ketepatan transfer rate (%)</i>	88,184	95,573
<hr/>		
<i>Throughput (kbps)</i>	463,875	490,75
<i>Packet drop (%)</i>	25,557	4,547
<i>Ketepatan transfer rate (%)</i>	90,601	95,85

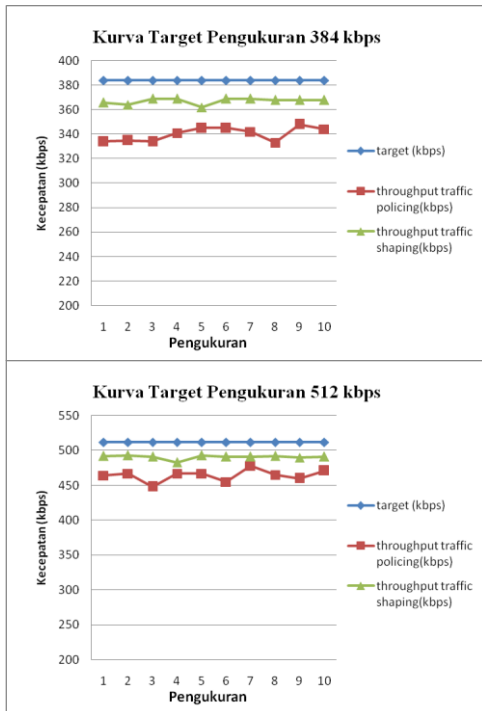
Keterangan (berlaku untuk semua skenario):



IV.1.1 Throughput

Berdasarkan tabel – tabel di atas dapat diketahui bahwa pada skenario ini *traffic shaping* cenderung menghasilkan *throughput* yang lebih besar sekitar 5,11–28,375 kbps daripada *traffic policing*. Kurva - kurva di bawah ini menunjukkan *throughput* yang dihasilkan dari masing-masing pengukuran pada skenario ini :





Gambar 4.1 Throughput Pada Skenario I

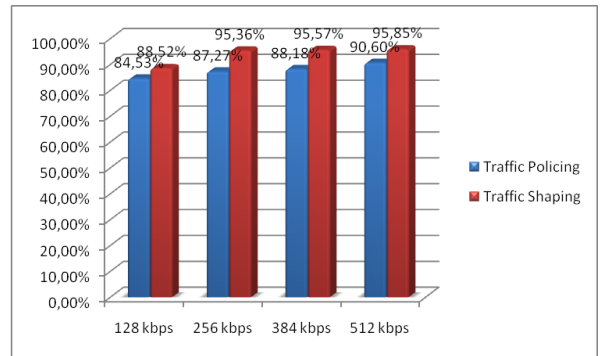
Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa ripple yang dihasilkan traffic shaping cenderung lebih smooth dibandingkan traffic policing. Kondisi ini didapat dari hasil pengukuran yang dilakukan secara berturut – turut.

IV.1.2 Packet Drop

Berdasarkan data – data pada Tabel 4.1 dapat diketahui secara keseluruhan parameter drop yang dihasilkan traffic shaping cenderung lebih kecil dari traffic policing antara 18% - 25%. Dengan adanya CIR yang berbeda maka dapat diketahui pula nilai drop menurun jika CIR semakin besar. Hal ini terjadi pada kedua metoda.

IV.1.3 Ketepatan Alokasi Transfer Rate

Ketepatan alokasi transfer rate yang dihasilkan traffic shaping lebih baik dibandingkan traffic policing. Hal ini berdasarkan data pada Tabel 4.1 yang menunjukkan perbedaan ketepatan pengalokasian transfer rate antara traffic shaping dan traffic policing sebesar 3% - 8%. Gambar berikut menunjukkan grafik pencapaian transfer rate untuk traffic policing dan traffic shaping pada masing – masing CIR.

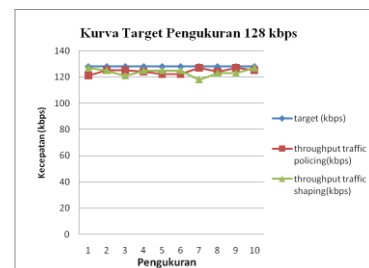


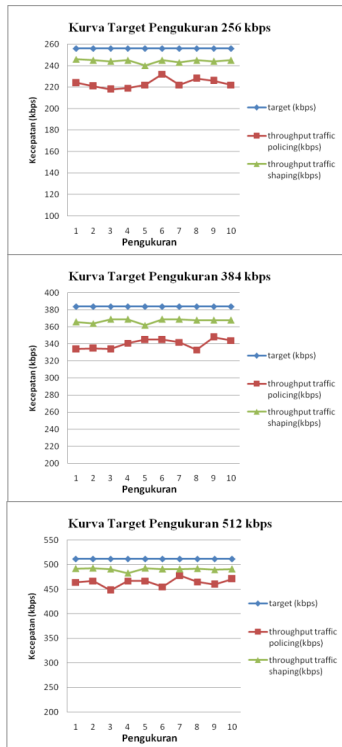
Gambar 4.2 Nilai Pencapaian Transfer rate Pada Skenario I

Throughput (kbps)	375,6	379,8
Packet drop (%)	30,452	1,257
Ketepatan transfer rate (%)	97,813	98,906
Throughput (kbps)	495,4	509,5
Packet drop (%)	26,329	0,256
Ketepatan transfer rate (%)	96,757	99,518

IV.2 Throughput

Berdasarkan Tabel 4.2 traffic shaping cenderung menghasilkan throughput yang lebih besar sekitar 1,6 – 14,1 kbps dibandingkan traffic policing. Adapun traffic policing menghasilkan throughput yang lebih besar 0,3 kbps dari traffic shaping tetapi terjadi hanya pada satu pengukuran yaitu pada CIR 128 kbps. Kurva – kurva dibawah ini menunjukkan throughput yang dihasilkan pada skenario ini :





Gambar 4.3 Throughput Pada Skenario II

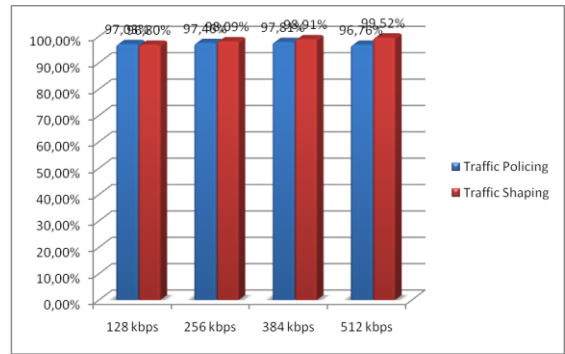
Berdasarkan kurva – kurva di atas dapat diketahui bahwa *ripple* yang dihasilkan *traffic shaping* lebih *smooth* dibandingkan *traffic policing*. Dari pengukuran demi pengukuran yang dilakukan, *traffic shaping* relatif menghasilkan kecepatan yang konstan dibandingkan *traffic policing*.

IV.2.1 Packet Drop

Besarnya *packet drop* yang dihasilkan pada skenario II ini, berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa *traffic shaping* menghasilkan nilai yang lebih kecil sekitar 26% - 33% dibandingkan nilai *packet drop* yang dihasilkan *traffic policing*.

IV.2.2 Ketepatan Alokasi Transfer Rate

Berdasarkan Tabel 4.3 ketepatan alokasi *transfer rate* pada *traffic shaping* cenderung lebih baik dibandingkan *traffic policing* 0,6 % - 3 %. Namun pada CIR 128 kbps *traffic policing* ketepatan alokasi *transfer ratenya* lebih besar 0,234% daripada *traffic shaping* tetapi terlalu signifikan. Gambar 4.4 menunjukkan pencapaian *transfer rate* untuk masing – masing CIR pada kedua metoda *traffic policing* dan *traffic shaping*.



Gambar 4.4 Nilai Pencapaian *Transfer rate* Pada Skenario II

IV.3 Analisis Skenario Menggunakan FTP Server

Tabel 4.3 di bawah ini merupakan hasil rata – rata pengukuran terhadap *traffic policing* dan *traffic shaping* pada skenario ini.

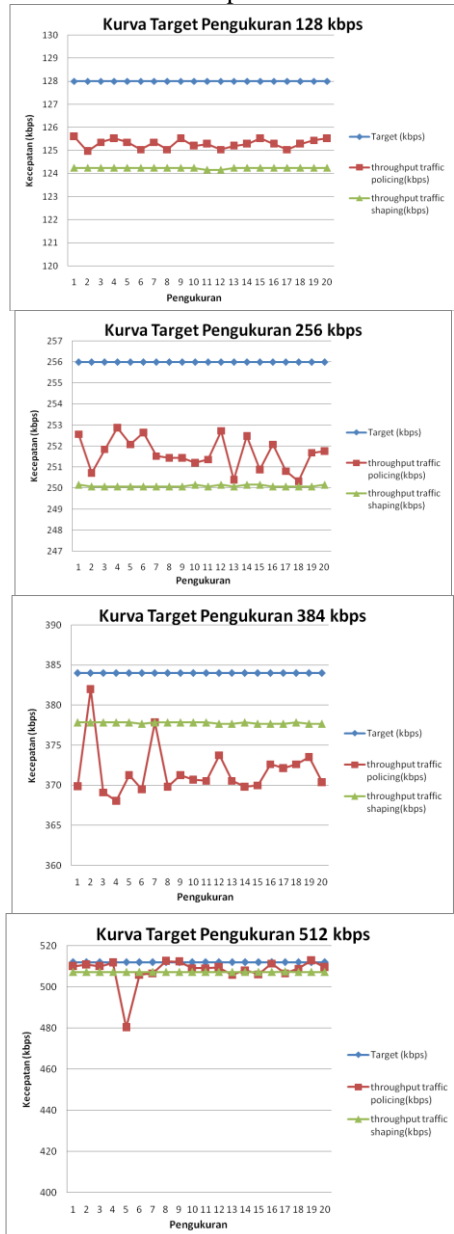
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Skenario III

	<i>Traffic Policing</i>	<i>Traffic Shaping</i>
<i>Throughput (kbps)</i>	125,292	124,232
<i>Packet drop (%)</i>	31,43	4,542
Ketepatan <i>transfer rate (%)</i>	97,884	97,056
<i>Throughput (kbps)</i>	251,64	250,104
<i>Packet drop (%)</i>	19,904	3,528
Ketepatan <i>transfer rate (%)</i>	98,297	97,697
<i>Throughput (kbps)</i>	371,784	377,776
<i>Packet drop (%)</i>	15,642	3,004
Ketepatan <i>transfer rate (%)</i>	96,819	98,379
<i>Throughput (kbps)</i>	507,84	507,216
<i>Packet drop (%)</i>	15,621	2,554
Ketepatan <i>transfer rate (%)</i>	99,188	99,067

IV.3.1 Throughput

Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa perbedaan *throughput* yang dihasilkan tidak terlalu signifikan antara *traffic*

policing dan *traffic shaping*. Pada target pembatasan atau CIR 128kbps, 256kbps, dan 512kbps *throughput* yang dihasilkan *traffic policing* lebih besar sekitar 0,624 – 1,536 kbps dari *traffic shaping*. Sedangkan pada saat target pembatasan 384kbps *throughput* yang dihasilkan *traffic shaping* lebih besar 5,992 kbps dari *traffic policing*. Gambar 4.5 di bawah ini menggambarkan *throughput* yang dihasilkan kedua metoda pada skenario ini.



Gambar 4.5 *Throughput* Pada Skenario III

Dari kurva perubahan *throughput* untuk target pembatasan kecepatan 128 kbps, 256 kbps, 384 kbps, dan 512 kbps menunjukkan bahwa *traffic shaping* menghasilkan kurva dengan *ripple* yang lebih *smooth* dibandingkan *traffic policing*. Hal ini

mengindikasikan bahwa *traffic shaping* cenderung menghasilkan *throughput* yang konstan.

IV.3.1 Packet Drop

Parameter *packet drop* yang dihasilkan *traffic shaping* jauh lebih kecil dibandingkan *traffic policing*. Dari empat target pembatasan kecepatan, *packet drop traffic shaping* berbeda 12% - 27% dari *traffic policing*. Dari data yang diperoleh dapat diketahui pula bahwa dengan ukuran data *download* sebesar 1,8 Mbyte dengan adanya perbedaan kecepatan menunjukkan besarnya *packet drop* yang menurun ketika kecepatan bertambah. Hal ini terjadi pada *traffic policing* dan *traffic shaping*.

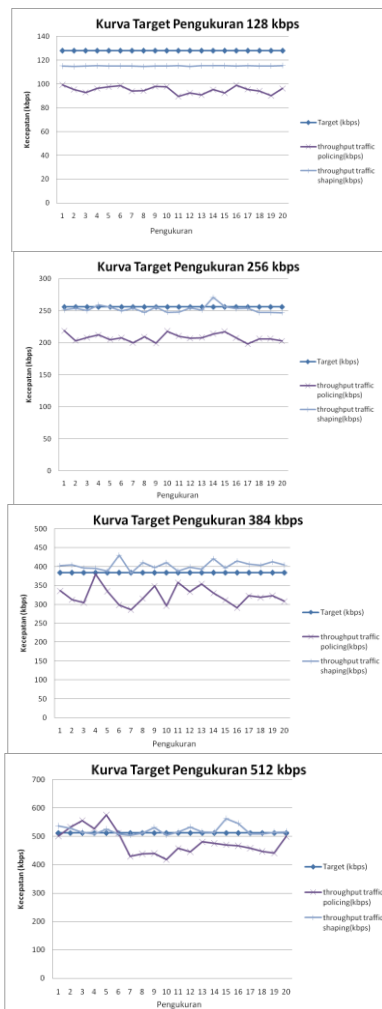
IV.4 Analisis Skenario Menggunakan WEB Server

Berikut adalah hasil pengukuran rata-rata pada skenario menggunakan *WEB Server* :
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Skenario IV

	<i>Traffic Policing</i>	<i>Traffic Shaping</i>
<i>Throughput (kbps)</i>	94,972	115,205
<i>Packet drop (%)</i>	35,83	4,061
<i>Ketepatan transfer rate (%)</i>	74,197	90,004
<i>Throughput (kbps)</i>	207,919	252,643
<i>Packet drop (%)</i>	25,472	1,95
<i>Ketepatan transfer rate (%)</i>	81,218	98,689
<i>Throughput (kbps)</i>	323,002	402,5
<i>Packet drop (%)</i>	23,369	1,323
<i>Ketepatan transfer rate (%)</i>	84,115	104,818
<i>Throughput (kbps)</i>	478,57	520,716
<i>Packet drop (%)</i>	22,155	1,266
<i>Ketepatan transfer rate (%)</i>	93,471	101,702

IV.4.1 Throughput

Berdasarkan data – data yang diperoleh diketahui bahwa *traffic shaping* menghasilkan *throughput* lebih besar sekitar 20,233 – 79,498 kbps dibandingkan *traffic policing*. Namun, pada CIR 384 kbps dan 512 kbps untuk metoda *traffic shaping* terjadi ketidakakuratan *throughput* 8,716 kbps dan 18,5 kbps . Gambar 4.7 di bawah ini menggambarkan perubahan *throughput* yang dihasilkan kedua metoda dari masing – masing target pembatasan kecepatan.



Gambar 4.7 Throughput Pada Skenario IV

Dari kurva – kurva di atas dapat diketahui bahwa *traffic shaping* cenderung menghasilkan kurva yang lebih *smooth* dibandingkan *traffic policing*. *Ripple* yang dihasilkan pada kurva *traffic policing* mengindikasikan bahwa *throughput* yang dihasilkan dari pengukuran ke pengukuran lainnya fluktuasinya tidak tetap.

IV.4.2 Packet Drop

Parameter *packet drop* pada *traffic shaping* jauh lebih kecil sekitar 20,889% - 31,769%. Dari data yang diperoleh dapat diketahui pula bahwa dengan ukuran data *download* sebesar 1,06 Mbyte dengan adanya perbedaan kecepatan menunjukkan besarnya *packet drop* yang menurun ketika kecepatan bertambah. Hal ini terjadi pada *traffic policing* dan *traffic shaping*.

IV.4.3 Ketepatan Alokasi Transfer Rate

Ketepatan alokasi *transfer rate* pada *traffic shaping* lebih baik antara 8,231% - 20,703% dibandingkan *traffic policing*. Namun pada *traffic shaping* terjadi ketidakakuratan 4,818% pada CIR 384 kbps dan 1,702% pada CIR 512 kbps.

IV.4 Analisis Penggunaan Buffer

Berdasarkan teori kedua metoda *traffic management* dapat diketahui bahwa perbedaan utama *traffic shaping* dan *traffic policing* yaitu penggunaan *buffer* pada *traffic shaping* untuk mengurangi bahkan menghindari terjadinya *packet drop*. Pengaruh penggunaan *buffer* yaitu adanya *overlimit* pada hasil monitoring perangkat router. Kondisi *overlimit* ini mengindikasikan paket – paket data yang melebihi *burst* dan menunggu di *buffer* sebelum dapat ditransmisikan oleh router. Berikut adalah data rata – rata yang dihasilkan dari keempat skenario :

Tabel 4.5 Kondisi Overlimit Pada Traffic Shaping

Skenario dan Target Pembatasan Kecepatan (CIR)		Overlimit
Skenario I	128 kbps	897
	256 kbps	1555
	384 kbps	2191
	512 kbps	2820
Skenario II	128 kbps	825
	256 kbps	1458
	384 kbps	2121
	512 kbps	2808
Skenario III	128 kbps	2667
	256 kbps	2670
	384 kbps	2661
	512 kbps	2655
Skenario IV	128 kbps	2424
	256 kbps	2366
	384 kbps	2329
	512 kbps	2312

Berdasarkan data yang diperoleh di atas dapat diketahui bahwa metoda *traffic shaping* akan mengakibatkan kondisi *overlimit* apabila data yang

datang pada TBF memiliki *rate* yang lebih besar daripada *rate token*. Apabila menggunakan *buffer* maka ketika kondisi *overlimit* data akan menunggu sebelum *token* tersedia. Walaupun parameter ini tidak menjadi titik berat penelitian yang dilakukan tetapi dengan mengetahuinya kita dapat mengetahui karakteristik lain dari metoda *traffic shaping*. Pada metoda *traffic policing* tidak terjadi paket *overlimit* karena tidak menggunakan *buffer*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dari bab sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan pada penelitian penelitian ini yaitu:

- Dari segi *throughput*, metoda *traffic shaping* cenderung menghasilkan *throughput* lebih besar sekitar 1,6 – 79,498 kbps dibandingkan *traffic policing*. Hal ini disebabkan karena *traffic shaping* akan mentransmisikan paket data setiap *time interval* dengan nilai yang sama sehingga CIR yang merupakan *long term* yang hendak dicapai mendekati target pembatasan kecepatan. Sedangkan pada metoda *traffic policing* yang cenderung men-*drop* paket data ketika melebihi nilai set maka pentransmisian trafik tidak sama karena tergantung kondisi paket yang datang apakah *conform* atau *exceed*. Sehingga *traffic shaping* menghasilkan *throughput* lebih baik dibandingkan *traffic policing*.
- Dari segi *packet drop*, metoda *traffic policing* menghasilkan nilai yang lebih besar sekitar 12 – 33 % dibandingkan *traffic shaping*. Hal ini jelas terjadi karena secara teoritis *traffic policing* akan men-*drop* paket jika melebihi nilai set (atau *burst*) sedangkan *traffic shaping* akan mengurangi bahkan menghindari paket yang di-*drop* dengan menggunakan *buffer*. Ini terbukti dari hasil analisa bahwa *packet drop* pada *traffic policing* jauh lebih besar dibandingkan *traffic shaping*.
- Dari segi ketepatan alokasi *transfer rate*, metoda *traffic shaping* cenderung lebih mendekati CIR (pada penelitian ini CIR sebesar 128, 256, 384, dan 512 kbps) dengan persentasi 0,6 – 15,885 % lebih besar dibandingkan *traffic policing*. Namun, pada penggunaan *traffic shaping* terjadi ketidaktepatan alokasi *transfer rate* sekitar 8,716 kbps – 18,5 kbps atau 1,7% – 5% melebihi CIR. Sedangkan *traffic policing* tidak pernah melebihi CIR atau target pembatasan kecepatan. Hal ini bisa disebabkan karena karakteristik *traffic policing* yang akan men-*drop* paket jika melebihi *burst* sehingga dalam *long term* tidak akan melebihi CIR. Sedangkan karakteristik *traffic shaping* yang menggunakan *buffer* untuk mengurangi *drop* maka ketidaktepatan alokasi *throughput* ini bisa

disebabkan karena pada kondisi *short burst* router bisa mentransmisikan paket yang melebihi nilai *bursts*.

V.2 Saran

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menerapkan pada aplikasi yang bersifat *inelastic* seperti VOIP dan *Video Streaming* untuk mengetahui karakteristik kedua metoda (*traffic policing* dan *traffic shaping*) pada aplikasi ini.
- Untuk sistem operasi Linux perlu dicoba penggunaan TCNG (*Traffic Control Next Generation*) pada penerapan *traffic control* atau *traffic management* khususnya *policing* dan *shaping*.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. _____, "The Essential Unix – Linux Reference".
2. _____, "Traffic Control HOWTO". <http://www.sourceforge.com>
3. CISCO Documentation, "Policing and shaping overview", March 2000. http://www.cisco.com/univercd/cc/ttd/doc/product/software/ios120/12cgcr/qos_c/qcpart4/qcpolts.htm
4. Clark, Martin P., "Data Network, IP and the Internet Protocols, Design and Operation", John Wiley & Sons Ltd, England, 2003.
5. Hubert, Bert, "Linux Advanced Routing & Traffic Control HOWTO", 2002. <http://larc.org>
6. Odom, Wendell, "Computer Networking First – Step", Cisco Systems Inc., USA, 2004.
7. Park, Kun I., "QoS In Packet Networks", Springer, USA, 2005.
8. Siris, Vasilios A. and Georgios Fotiadis, "A test-bed investigation of QoS mechanisms for supporting SLAs in IPv6", University of Crete and FORTH Heraklion, Greece, 2005.
9. Stalling S, Wiliam, "Data And Computer Communication", Prentice Hall, New Jersey, 1997.
10. Stanic, Milan P., "tc – traffic control Linux QoS control tool", <http://www.islnet.com>