

Optimalisasi Performansi Sirkuit Dedicated Line Melalui Pengaturan Bandwidth User dengan Metode *Traffic Shaping*

Yudha Libratama dan Irmayani
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains Dan Teknologi Nasional Jakarta

Abstrak

Kebutuhan terhadap koneksi internet yang baik semakin meningkat untuk menunjang kebutuhan transfer data pada layanan VPN. Kebutuhan akan bandwidth yang stabil, tidak adanya *packet loss* serta *latency* yang rendah menjadi indikator akan hal tersebut. Penggunaan dedicated line sebagai koneksi internet diharapkan menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan tersebut, namun kenyataan dilapangan menunjukkan bahwa penggunaan bandwidth oleh user memiliki peranan lebih penting sebab walaupun dengan bandwidth yang tetap namun tidak adanya kontrol akan penggunaan didalamnya hal tersebut akan sia-sia. Oleh karenanya diperlukan suatu metode untuk meningkatkan performansi agar penggunaan tetap optimal disamping adanya penambahan bandwidth sebagai pilihan terakhir.

Metode *traffic shaping* pada intinya bertujuan untuk mengatur penggunaan bandwidth berdasarkan prioritas atau aturan tertentu. Hal tersebut karena umumnya penggunaan dedicated line sebagai akses internet pada VPN memerlukan bandwidth yang cukup, sehingga proses *upload* dan *download* data dari dan ke arah server tidak terganggu karena faktor ketersediaan bandwidth. Sebagai acuan dari performansi dilakukan pengujian terhadap ketersediaan bandwidth yaitu menampilkan kondisi sebelum dan sesudah implementasi untuk melihat besar bandwidth yang didapat oleh server serta faktor *latency* dan *throughput* untuk melihat peningkatan performa. Parameter *latency* menunjukkan ada penurunan dari besaran rata-rata nilai sebelum (351 ms) dan sesudah implementasi (292 ms) dan untuk *throughput* menampilkan peningkatan dari mulai beban data paling rendah (32 byte) yaitu dari 91,168 kbps menjadi 109,580 kbps hingga beban paling tinggi (1024 byte) yaitu 1361,702 kbps menjadi 1917,660 kbps.

Kata kunci : VPN, *traffic shaping*, dedicated line, *latency*, *throughput*

Abstract

Daily needed for steady internet connection is increase continuously to provide data transmission on VPN service, steady bandwidth, no packet loss and low latency value is some of indicator for this condition. Using dedicated line as internet connection hopefully may became a solution to comply this needed, but in fact that was amount of bandwidth use are the most important factor although bandwidth is fix but have no control inside it will be useless so there is need a method to increase performance in order to provide optimal using beside upgrading bandwidth as a last option.

Traffic shaping has intend to control traffic usage depend on priority or a specific rules. This matter to comply needed of VPN services which is need a fair bandwidth resources so upload and download process from and to server running properly without interrupt with any factor as like bandwidth availability, as a point of performance is doing some running test to measure bandwidth availability with before and after condition shaping bandwidth applied. It is purpose to determine amount of bandwidth received by server also other parameter as like latency and throughput to see performance improvement. Latency showing decrease value from condition before applying shaping bandwidth (351ms) to after applying (292ms) and throughput showing better than value from lowest data (32byte) with 91,168 kbps became 109,580 kbps and the highest (1024byte) with 1361,702 kbps became 1917,660 kbps.

Keyword : VPN, *traffic shaping*, dedicated line, *latency*, *throughput*

1. Pendahuluan

Kebutuhan akses internet bagi kalangan industri sangatlah vital dimana tidak lagi hanya

untuk *browsing*, *streaming* namun kebutuhan akan akses internet difokuskan untuk operasional industri seperti contohnya penggunaan VPN untuk bertukar informasi dari dan antar cabang maupun pusat.

Penerapan VPN (*virtual private network*) dalam praktiknya membutuhkan akses internet yang handal dengan indikator akses cepat, *latency* yang rendah, dan tidak adanya *packet loss*. Penggunaan Dedicated Line dimana memiliki *fixed* bandwidth baik *upstream* maupun *downstream* dianggap merupakan sebuah solusi.

Namun masalah belum benar teratasi sebab walaupun dengan bandwidth yang *fixed* namun penggunaan tidak tercontrol akan berakibat pada performansi layanan VPN karena ketidakterediaan bandwidth akibat penggunaan oleh pengguna lain. Untuk mengatasi hal tersebut metode *traffic shapping* diterapkan untuk menunjang performansi dedicated line.

Pada penulisan tugas akhir ini akan dijelaskan metode *traffic shaping* untuk mengontrol penggunaan bandwidth dari alokasi yang dimiliki dalam hal ini untuk mengakomodir layanan VPN yang membutuhkan bandwidth yang stabil beserta penggunaan bandwidth regular oleh dua client sebagai penunjang operasional.

2. Dasar Teori

2.1 Konsep Dasar Sirkuit Dedicated Line

Sirkuit dedicated line merupakan sirkuit komunikasi baik yang berbasis kabel maupun nirkabel dengan memiliki dedicated profil layanan tertentu, hal ini kontras dengan sistem yang bersifat *shared* seperti jaringan telepon (PSTN) dan jaringan internet yang bersifat *shared*. Pada praktiknya dedicated line tidak menyediakan infrastruktur secara tunggal atau bersifat *end to end* melainkan garansi terhadap layanan yang dilewatkan dalam hal ini adalah bandwidth yang tetap dan *latency* yang stabil.

Pada sirkuit dedicated line yang digaransi adalah besaran bandwidth yang diberikan kepada pengguna dan bukanlah kecepatan akses walaupun secara teoritis hal tersebut berhubungan. Pada beberapa kasus di lapangan dedicated line dapat juga diartikan sebagai "*leased line*" atau sirkuit sewa yang berarti sirkuit yang digunakan bersifat *private* atau khusus hanya untuk satu pengguna namun hal tersebut kembali terhadap penyedia layanan maupun pengguna.

2.2 Konsep Dasar Bandwidth Management

Bandwidth adalah besaran yang menunjukkan seberapa banyak data yang dapat dilewatkan dalam koneksi melalui sebuah jaringan. Istilah ini berasal dari bidang teknik listrik, di mana bandwidth yang

menunjukkan total jarak atau berkisar antara tertinggi dan terendah sinyal pada saluran komunikasi (*band*). Banyak kalangan yang kadang menyamakan arti dari istilah bandwidth dan data transfer yang biasa digunakan dalam internet, khususnya pada paket – paket web hosting. Bandwidth sendiri menunjukkan volume data yang dapat di transfer per unit waktu, sedangkan data transfer adalah ukuran lalu lintas data dari website serta dapat dikatakan bahwa bandwidth adalah rate dari data transfer

Manajemen Bandwidth adalah pengalokasian yang tepat dari suatu bandwidth untuk mendukung kebutuhan atau keperluan aplikasi atau suatu layanan jaringan. Pengalokasian bandwidth yang tepat dapat menjadi salah satu metode dalam memberikan jaminan kualitas suatu layanan jaringan (*QoS = Quality Of Services*).

Selain itu manajemen bandwidth dapat juga diartikan proses mengukur dan mengontrol komunikasi (lalu lintas, paket) pada link jaringan, untuk menghindari pemenuhan kapasitas atau *overflowing link*, yang akan mengakibatkan kepadatan jaringan dan kinerja yang buruk. Manajemen bandwidth memberikan kemampuan untuk mengatur bandwidth jaringan dan memberikan level layanan sesuai dengan kebutuhan dan prioritas sesuai dengan permintaan pengguna

2.3 Traffic Shapping

Traffic shaping digunakan untuk mengatur trafik yang masuk dan keluar ke *interface* agar alirannya sesuai dengan kecepatan dari target *interface* dan menjamin bahwa trafik memberitahukan ulang kebijakan yang dibuat untuknya. Oleh karena itu, pengalokasian trafik pada umumnya yang dapat dibentuk untuk memenuhi permintaan *downstream*, sehingga dapat mengeliminasi *bottleneck* dalam topologi dengan *data-rate mismatches* [1][2].

Dengan kondisi dimana sebuah jaringan telah mencapai titik saturasi maka akan berimbas pada naiknya *latency* secara otomatis. *Traffic shaping* mencegah *packet loss*, dengan menggunakan *frame relay network* karena *switch* tidak dapat menunjukkan paket mana yang mendahuluinya. *Traffic shapping* mengontrol volume bandwidth yang mengalir pada kanal dalam satuan waktu tertentu atau tingkat maksimum dari besaran bandwidth yang dapat dilewatkan [2].

Traffic shapping biasanya digunakan pada sisi sumber trafik untuk memastikan bahwa trafik yang akan dikirimkan akan sesuai dengan ketentuan yang

telah dibuat. *Traffic shapping* pada penerapannya sering dikombinasi dengan *Differentiated services* dan *integrated services*, *Weighted round robin*, *Random early detection*, Penomoran *VLAN*.

Secara penggunaan sebuah *traffic shaper* bekerja dengan menghambat trafik yang lewat pada kanal bandwidth. Paket data yang lewat telah dikelompokkan berdasarkan ketentuan yang dibuat dimana pada mekanismenya *traffic shapper* memiliki *finite buffer* (penahan) dan akan bekerja secara otomatis apabila penahan tersebut penuh. Secara sederhana fungsi dari adanya penahan tersebut adalah menurunkan penggunaan trafik ketika telah mencapai limit yang dibuat.

2.4 Pengenalan Router

Router pada dasarnya merupakan penghubung antar dua atau lebih jaringan untuk meneruskan data dari satu jaringan ke jaringan lainnya. Router berbeda dengan switch dikarenakan secara penggunaan switch merupakan penghubung beberapa alat/divais untuk membentuk suatu *Local Area Network (LAN)*. Dengan cara yang sama, switch menghubungkan berbagai macam alat, dimana masing-masing alat memiliki alamat IP sendiri pada sebuah LAN.

Router juga dapat digunakan untuk menghubungkan LAN ke sebuah layanan komunikasi seperti halnya *leased line* atau *Digital Subscriber Line (DSL)*. Router yang digunakan untuk menghubungkan LAN ke sebuah koneksi *leased line* seperti T1, atau T3, sering disebut sebagai access server. Sementara itu, router yang digunakan untuk menghubungkan jaringan local ke sebuah koneksi DSL disebut juga dengan DSL router. Router-router jenis tersebut umumnya memiliki fungsi *firewall* untuk melakukan pemilahan paket berdasarkan alamat sumber dan alamat tujuan paket tersebut, meski beberapa router tidak memilikinya. Router yang memiliki fitur pemilahan paket disebut juga dengan *packet-filtering* router. Router umumnya memblokir lalu lintas data yang dipancarkan secara broadcast sehingga dapat mencegah adanya broadcast storm yang mampu memperlambat kinerja jaringan [9].

2.5 Routerboard dan RouterOS

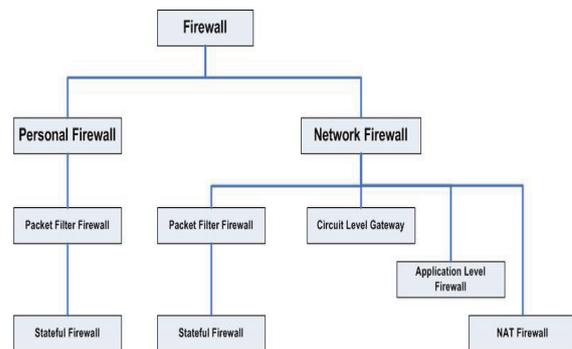
RouterOS merupakan sistem operasi Linux yang base yang diperuntukan sebagai network router, sedangkan routerboard merupakan fisik dari routerOS. Adapun routerboard sendiri dibundling oleh Mikrotik sebagai official brand. RouterOS

memiliki beberapa fitur diantaranya firewall dan NAT, routing, *tunneling*, *IPsec*, *web proxy*, *SNMP*, *tools*, dan lain-lain [6].

2.5.1 Firewall dan NAT

Firewall merupakan sistem yang mengizinkan lalu lintas jaringan yang dianggap aman untuk bisa melaluinya dan mencegah lalu lintas jaringan yang dianggap tidak aman disamping itu juga memiliki fungsi lain yaitu untuk mengatur dan mengontrol lalu lintas jaringan.

Seperti yang ditampilkan gambar 2.1 firewall terbagi menjadi dua jenis yaitu *network firewall* dan *personal firewall*. *Personal firewall* berfungsi untuk melindungi sebuah komputer yang terhubung ke jaringan dari akses yang tidak dikehendaki, sedangkan *network firewall* berfungsi untuk melindungi secara keseluruhan suatu network dari berbagai ancaman/serangan.



Gambar 2.1 Sistem Firewall

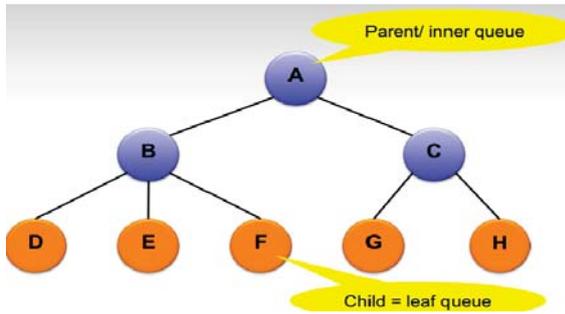
NAT (*network address translation*) berfungsi untuk menghubungkan beberapa client ke jaringan internet dengan menggunakan satu alamat IP. Untuk menunjang kebutuhan bandwidth manajemen di routerboard digunakan fitur *mangle* dan *NAT* serta dapat juga address list untuk melakukan filtering IP tertentu

2.5.2 Sistem Queue

Sistem Queue pada mikrotik berfungsi untuk mengoptimalkan QoS dengan menerapkan limitasi tertentu pada client. Pada routerboard secara umum queue system dibagi menjadi dua jenis yaitu :

- *Hierarcial Token Bucket*

HTB merupakan sebuah sistem untuk mengontrol bandwidth berdasarkan klasifikasi atau level seperti yang ditunjukkan gambar 2.2.

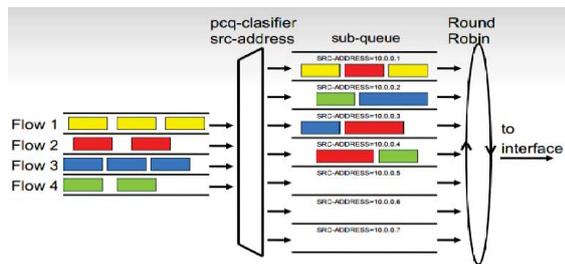


Gambar 2.2 Sistem HTB

Pada sistem HTB memiliki tiga jenis tingkatan yaitu *root*, *inner*, dan *leaf*. *Root* merupakan tingkatan paling tinggi dan semua traffic yang mengalir harus melewati tingkatan ini, tingkatan selanjutnya adalah *inner* yang memiliki dua tingkatan dibawahnya yaitu *parent classes* dan *child classes*.

- Per Connection Queuing

PCQ merupakan sistem antrian yang mengontrol aliran bandwidth berdasarkan parameter – parameter tertentu.



Gambar 2.3 Sistem PCQ

Berbeda dengan sistem HTB, pada sistem PCQ diterapkan menggunakan satu aturan untuk semua pengguna. Serta berbeda dengan sistem HTB yang menerapkan rules pada sisi interface seperti yang ditampilkan gambar 2.3 maka pada sistem PCQ rules/aturan diterapkan berdasarkan alamat sumber (*srcaddress*), alamat tujuan (*dstaddress*), port disisi sumber (*srcport*), dan port disisi tujuan (*dstport*) [11].

2.6 Performansi Sirkuit Dedicated Line

Dengan berbagai kelebihan yang diberikan sesuai yang dijelaskan sebelumnya, maka pengguna perlu untuk memperhatikan beberapa parameter yang dapat dijadikan sebagai penilaian dari performansi.

- Latency, merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data/informasi dari satu titik ke titik lain. Latency berhubungan dengan bandwidth sebab dalam pengiriman bit data yang dalam satu waktu ditentukan

oleh seberapa lebar saluran yang dilewatkan dan seberapa cepat data dapat terkirim. Dalam sirkuit dedicated line latency terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai latency diantaranya *hardware* disisi pengirim maupun penerima, kualitas media transmisi, adanya *bottleneck* ataupun *overload* disisi bandwidth serta jarak dari pengirim ke penerima

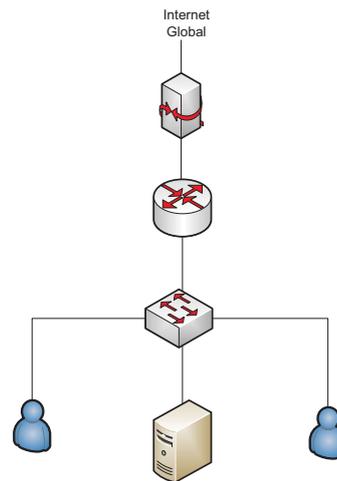
- Throughput, Pada dasarnya bandwidth tidak cukup untuk menjelaskan satu kualitas jaringan oleh karena digunakan throughput sebagai acuan lain. Throughput dapat dikatakan bandwidth actual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu, dalam menghitung throughput dapat menggunakan formula [5]:

$$Waktu = \frac{Beban}{Throughput} \dots\dots\dots (2.1)$$

Maka , $Throughput = \frac{Beban}{Waktu} \dots\dots\dots (2.2)$

3. Metode Traffic Shaping Untuk Pembatasan Bandwidth

Manajemen bandwidth pada dasarnya merupakan suatu cara atau metode yang digunakan untuk mengatur penggunaan trafik suatu jaringan baik trafik masuk maupun keluar sehingga bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan bandwidth dan performansi jaringan secara keseluruhan



Gambar 3.1 Topologi Jaringan

Gambar 3.1 menunjukkan topologi jaringan yang diterapkan dengan kondisi terdapat client dan server yang memiliki kebutuhan bandwidth dan akan dibagi kepada dua client dan satu server.

Berdasarkan topologi jaringan akan diterapkan sebuah metode untuk mengatur penggunaan trafik berdasarkan kebutuhan dari masing-masing user baik server maupun client dalam hal ini server akan diberikan bandwidth yang eksklusif tanpa ada interupsi dari penggunaan dua client lain yang akan mengakibatkan kurangnya bandwidth yang diterima server.

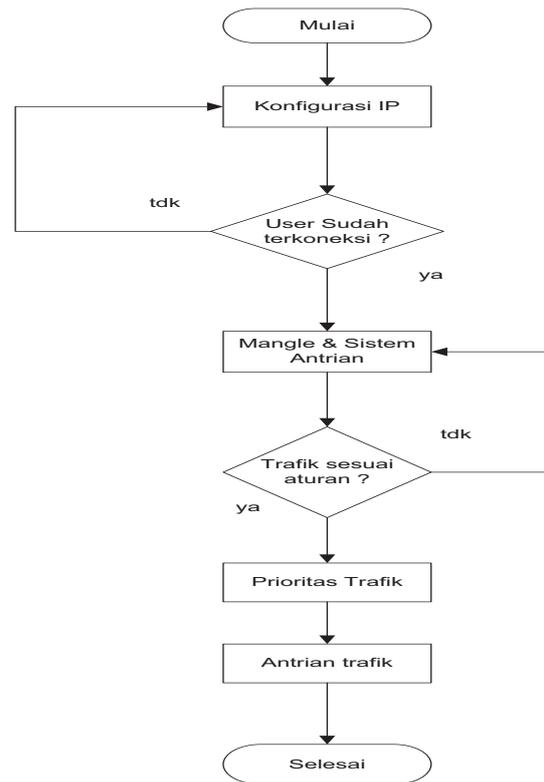
Telah dijelaskan sebelumnya bahwa *per connection queue (PCQ)* merupakan salah satu metode dari manajemen bandwidth dengan diterapkan disisi parameter tertentu tergantung dari kebutuhan dari masing-masing pengguna. Pada penerapan kali ini difokuskan pada *source address (srcaddress)* dalam hal ini adalah pengguna (client dan server).

Dari alokasi bandwidth yang dimiliki, penggunaan trafik oleh user akan diatur berdasarkan kebutuhan seperti yang dijelaskan pada sub bab 3.1. Proses penggunaan PCQ dititikberatkan pada pembuatan aturan atau *rules* dalam hal ini adalah mangle yang berfungsi sebagai pembuat kondisi tersebut yang berfungsi sebagai control untuk penggunaan trafik. Mekanisme dari mangle adalah mengelompokkan penggunaan trafik berdasarkan alamat yang diakses dalam hal ini dibuat suatu aturan berupa daftar alamat tujuan local sehingga sistem dapat mengenali dan mengelompokkan penggunaan trafik dari alamat yang dituju maka *resource* bandwidth akan dapat digunakan dengan tepat. Sebagai contoh apabila user mengakses destinasi local maka bandwidth local yang terpakai namun sebaliknya apabila yang diakses adalah destinasi international maka bandwidth yang digunakan adalah bandwidth international.

Setelah melewati proses mangle maka selanjutnya akan melalui tahapan pengelompokan berupa queue yaitu dibuat sebuah antrian berdasarkan prioritas dari aturan yang dibuat dalam hal ini adalah untuk memberikan server bandwidth yang tetap. Sistem *queue* disini diterapkan disisi *source address* sesuai dengan konsep dari *Per Connection Queue* yaitu diterapkan disisi alamat IP dari user.

Gambar 3.2 merupakan diagram alur proses *traffic shaping*, proses pertama dalam *traffic shaping* adalah konfigurasi IP untuk memastikan user dapat terkoneksi dengan internet global dan setelahnya dilakukan pembuatan aturan (mangle dan queue).

Setelah user dipastikan dapat terkoneksi maka trafik yang mengalir akan memasuki sistem yang dalam hal ini adalah mangle yang bertujuan untuk mendeteksi apakah aliran trafik sesuai dengan aturan yang dibuat, dalam sistem mangle selain terdapat prioritas juga terdapat filter list yang bertujuan sebagai pendeteksi apakah trafik yang mengalir merupakan trafik local atau internasional



Gambar 3.2 Diagram Alur Proses *Traffic Shaping*

Setelah melalui system mangle maka trafik sudah dapat ditentukan apakah akan memasuki sistem queue (PCQ) atau kembali ke tahapan sebelumnya apabila kondisi trafik tidak sesuai aturan. Pada sistem queue maka akan terjadi proses antrian yang dalam hal ini trafik yang digunakan oleh user dengan prioritas lebih rendah akan di filter dan penggunaan trafik akan lebih diprioritaskan kepada server. Sebagai contoh apabila penggunaan trafik client telah melebihi 256 kbps maka sistem akan bekerja melakukan filtering untuk trafik yang mengalir dari dan ke user tersebut dengan tujuan memprioritaskan kepada server.

4. Hasil Pengujian dan Analisis

4.1 Pengujian Availability Bandwidth

Pengujian *availability bandwidth* bertujuan untuk mengetahui bandwidth yang didapat oleh masing-masing user setelah dilakukan implementasi *shaping bandwidth*. Pengujian meliputi bandwidth local maupun international serta dari sisi *upstream* maupun *downstream*.

4.1.1 Pengujian Bandwidth Local

Pengujian bandwidth local bertujuan untuk mengetahui kemampuan jaringan untuk mentransmisikan data kepada destinasi local baik dari sisi *upstream* dan *downstream*. Sesuai dengan rules yang telah dibuat sebelumnya yaitu server diset agar memiliki bandwidth 1:1 baik local dan international serta upstream maupun downstream.

Et...	Prot...	Src.	Dst.	VLAN Id	Tx Rate	Rx Rate	Tx Pack				
800 (p)		255.255.255.255	0.0.0.0		105.4 kbps	0 bps					
800 (p)		192.168.88.252	255.255.255.255		0 bps	7.0 kbps					
800 (p)		192.168.88.251	114.4.41.4		16.7 kbps	493.8 kbps					
800 (p)		192.168.88.252	114.4.41.4		35.4 kbps	1068.4 kbps					
800 (p)		192.168.88.252	63.172.216.55		33.9 kbps	6.0 kbps					
800 (p)		192.168.88.252	192.168.251.227		1605 bps	0 bps					
800 (p)		192.168.88.251	192.168.243.103		0 bps	160 bps					
800 (p)		192.168.88.251	192.168.243.104		0 bps	160 bps					
800 (p)		192.168.88.251	192.168.243.105		0 bps	160 bps					
800 (p)		192.168.88.251	192.168.243.106		0 bps	160 bps					
800 (p)		192.168.88.251	192.168.243.108		0 bps	160 bps					
800 (p)		192.168.88.251	192.168.243.109		0 bps	160 bps					
800 (p)		192.168.88.251	192.168.243.110		0 bps	160 bps					
800 (p)		192.168.88.251	192.168.251.227		1605 bps	0 bps					
800 (p)		192.168.88.251	192.168.243.111		0 bps	160 bps					
Total Tx:					207.7 kbps	Total Rx:	1589.7 kbps	Total Tx Packet:	137	Total Rx Packet:	157

Gambar 4.1 Penggunaan bandwidth local sesudah implementasi (upstream)

Gambar 4.1 menunjukkan detail dari pemakaian dari user, terlihat dari sisi server telah mencapai rules yaitu mendapat alokasi bandwidth 1 mbps sedangkan dari sisi client juga terlihat penggunaannya kecil.

Dari gambar 4.2 juga memperlihatkan bahwa penggunaan bandwidth oleh client telah mencapai titik maksimum sehingga beberapa query yang dilakukan gagal karena tidak adanya *resource bandwidth* yang tersisa.

Et...	Prot...	Src.	Dst.	VLAN Id	Tx Rate	Rx Rate	Tx Pack				
800 (p)		255.255.255.255	0.0.0.0		102.4 kbps	0 bps	18				
800 (p)		192.168.88.252	255.255.255.255		0 bps	7.6 kbps	0				
800 (p)		192.168.88.251	114.4.41.4		516.2 kbps	14.4 kbps	45				
800 (p)		192.168.88.251	192.168.0.53		144 bps	625 bps	0				
800 (p)		192.168.88.252	114.4.41.4		967.4 kbps	27.0 kbps	84				
800 (p)		192.168.88.251	110.232.178.82		144 bps	160 bps	0				
800 (p)		192.168.88.251	202.169.45.211		144 bps	320 bps	0				
800 (p)		192.168.88.251	23.192.207.126		288 bps	640 bps	0				
800 (p)		192.168.88.251	23.0.162.31		144 bps	320 bps	0				
800 (p)		192.168.88.251	192.168.243.107		197 bps	410 bps	0				
800 (p)		192.168.88.252	192.168.0.53		2.7 kbps	3.4 kbps	2				
800 (p)		192.168.88.252	192.168.0.30		41.3 kbps	56.2 kbps	8				
800 (p)		192.168.88.252	192.168.243.107		296 bps	616 bps	0				
Total Tx:					1631.5 kbps	Total Rx:	111.9 kbps	Total Tx Packet:	157	Total Rx Packet:	107

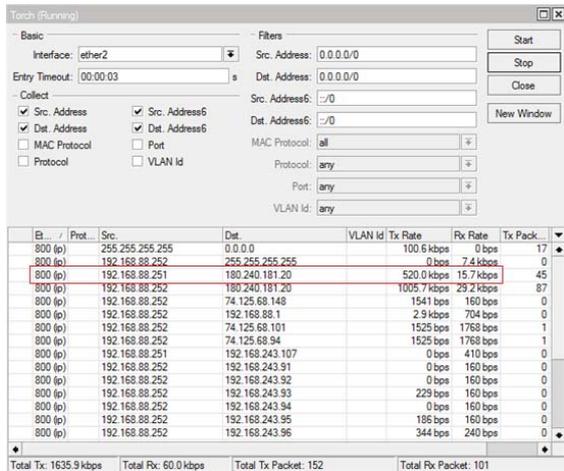
Gambar 4.2 Penggunaan bandwidth local downstream setelah implementasi

4.1.2 Pengujian Bandwidth Internasional

Et...	Prot...	Src.	Dst.	VLAN Id	Tx Rate	Rx Rate	Tx Pac				
800 (p)		255.255.255.255	0.0.0.0		79.1 kbps	0 bps	12				
800 (p)		192.168.88.252	255.255.255.255		0 bps	5.0 kbps	0				
800 (p)		192.168.88.251	27.69.242.178		17.6 kbps	533.5 kbps	37				
800 (p)		192.168.88.252	42.116.20.136		37.7 kbps	1257.5 kbps	82				
800 (p)		192.168.88.252	204.11.109.67		288 bps	320 bps	0				
800 (p)		192.168.88.252	74.125.68.94		253 bps	413 bps	0				
800 (p)		192.168.88.251	192.168.243.107		210 bps	410 bps	0				
800 (p)		192.168.88.252	74.125.68.155		216 bps	480 bps	0				
800 (p)		192.168.88.252	173.194.117.122		0 bps	0 bps	0				
800 (p)		192.168.88.252	173.194.117.124		0 bps	0 bps	0				
800 (p)		192.168.88.251	203.142.82.222		0 bps	0 bps	0				
800 (p)		192.168.88.251	110.232.178.82		0 bps	0 bps	0				
800 (p)		192.168.88.251	54.201.165.21		0 bps	0 bps	0				
800 (p)		192.168.88.251	74.125.68.102		0 bps	0 bps	0				
Total Tx:					135.4 kbps	Total Rx:	1797.7 kbps	Total Tx Packet:	131	Total Rx Packet:	168

Gambar 4.3 Penggunaan bandwidth internasional setelah implementasi

Setelah dilakukan penerapan *traffic shaping* penggunaan bandwidth oleh server sudah mencapai 1 mbps seperti rules/aturan yang dibuat seperti terlihat pada gambar 4.3 menunjukkan client (192.168.88.251) mencoba melakukan query/akses ke beberapa site namun mengalami queuing karena alokasi bandwidth mayoritas telah terpakai dan juga client telah mencapai kondisi maksimum atau *burst* dengan bandwidth (512 kbps) dari yang awalnya hanya diberikan 256 kbps sesuai dengan rules yang dibuat.



Gambar 4.5 Penggunaan bandwidth internasional downstream setelah implementasi

Dari gambar 4.5 terlihat client server telah dapat menggunakan maksimum bandwidth yang dialokasikan sebesar 1 Mbps seperti yang ditunjukkan gambar diatas begitu juga dengan client user telah mendapatkan bandwidth sesuai.

4.2 Pengujian Parameter Latency

Latency dapat dikatakan sebagai lamanya waktu tempuh yang dibutuhkan untuk mengirimkan bit data dari *source* ke *destination* dalam satu kali pengiriman data. Dalam pengujian ini diambil salah satu alamat yang merupakan alamat dari VPN server rekanan yaitu 193.173.35.74.

Tabel 4.1 Hasil pengujian nilai latency sebelum implementasi

No	Beban	Waktu Minimum	Waktu Maksimum	Rata - rata waktu
1	32 byte	211 ms	389 ms	292 ms
2	64 byte	381 ms	417 ms	393 ms
3	128 byte	403 ms	524 ms	473ms
4	512 byte	443 ms	558 ms	503 ms
5	1024 byte	453 ms	712 ms	534 ms

Tabel 4.1 menunjukkan hasil dari pengujian latency dengan nilai beban yang bervariasi terlihat pada tabel bahwa besaran beban berbanding lurus dengan nilai latency yang dihasilkan hal tersebut karena besar beban yang dikirim mempengaruhi trafik yang lewat pada sirkuit.

Tabel 4.2 Hasil pengujian latency sesudah penerapan metode traffic shapping

No	Beban	Waktu Minimum	Waktu Maksimum	Rata - rata waktu
1	32 byte	326 ms	366 ms	351 ms
2	64 byte	400 ms	430 ms	415 ms
3	128 byte	463 ms	530 ms	497 ms
4	512 byte	553 ms	718 ms	632 ms
5	1024 byte	686 ms	852 ms	752 ms

Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian latency dengan kondisi sebelum diterapkannya *traffic shapping*, dan jika dibandingkan dengan 4.1 maka rata-rata waktu yang dibutuhkan lebih besar dalam pengiriman data karena besaran bandwidth yang dimiliki server cenderung lebih kecil sebab user lain menggunakan porsi bandwidth lebih banyak.

4.3 Pengujian Throughput

Sebelum dilakukan implementasi nilai throughput ditunjukkan pada tabel 4.3 dan hasil throughput setelah implementasi seperti yang ditampilkan tabel 4.4.

Tabel 4.3. Hasil pengujian throughput sebelum implementasi,

No	Beban	Rata - rata waktu	Throughput
1	32 byte	351 ms	91.168 kbps
2	64 byte	415 ms	154.216 kbps
3	128 byte	497 ms	257.545 kbps
4	512 byte	632 ms	810.126 kbps
5	1024 byte	752 ms	1361.702 kbps

Tabel 4.4 Hasil Pengujian throughput setelah implementasi

No	Beban	Rata - rata waktu	Throughput
1	32 byte	292 ms	109.580 kbps
2	64 byte	393 ms	162.849 kbps
3	128 byte	473 ms	270.613 kbps
4	512 byte	503 ms	1017.892 kbps
5	1024 byte	534 ms	1917.660 kbps

Dari hasil pengujian sesudah implementasi seperti yang ditampilkan pada tabel 4.4 serta apabila dibandingkan dengan hasil sebelum implementasi seperti yang ditampilkan pada tabel 4.3, terlihat bahwa besaran waktu yang dibutuhkan mempengaruhi nilai throughput yang didapat

5. Simpulan

Simpulan yang dapat diambil setelah implementasi *traffic shaping* pada Sirkuit Dedicated Lines menunjukkan :

- Hasil pengujian latency menunjukkan nilai latency berkurang dari nilai rata-rata hasil pengujian setelah implementasi sebesar 439 ms sedangkan sebelum implementasi sebesar 529.4 ms, nilai throughput setelah diterapkan *traffic shaping* juga mengalami peningkatan karena pada dasarnya throughput berbanding terbalik dengan latency karena dengan kondisi setelah implementasi *traffic shaping* yaitu rata-rata nilai latency menurun maka throughput naik.
- Dari hasil pengujian throughput terlihat bahwa dengan bandwidth sirkuit yang sebesar 2 Mbps, mampu mengakomodasi data hingga 1024 byte untuk nilai throughput sebesar 1917,660 kbps

DAFTAR PUSTAKA

1. Alzaeem, Ahmed. *Comparing Traffic Policing and Traffic Shaping for Bandwidth Limiting*. Cisco Systems, 2005
2. Blake, S. *An Architecture for Differentiated Services*. Torrent Networking Technologies. United Kingdom, 1998.
3. Dewo, Setio. *Bandwidth dan Throughput*. artikel populer ilmu komputer.com. Yogyakarta, 2003.
4. Deneen, Linda. *Bandwidth Management Tools, Strategies and Issues*. University of Minnesota Duluth, United States, 2002.
5. Evans, John. *Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks: Theory and Practice*. Morgan Kaufmann, United Kingdom, 2007.
6. Irawhan, Adhitya. *Pengertian dan Penjelasan mikrotik*. artikel populer ilmukomputer.com. Yogyakarta, 2003.
7. ITU-T. *Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN Series-1*. Switzerland, 2004.
8. Jannsen, Cory. *Dedicated Line Mean*. <http://www.techopedia.com/definition/25006/dedicated-access-line>, 16 Januari 2015.
9. Kustanto & Daniel T Saputro. *Membangun Server Internet dengan Mikrotik OS*. Yogyakarta : Gava Media, 2008.
10. Reganoto, Oki. *Bandwidth Management Mikrotik*. Makalah mikrotik user meeting, 2014.
11. Riyadi, Valens. *HTB vs PCQ*. Jakarta : Citraweb Nusa Infomedia, 2011.
12. Tafaul, Mujahidin. *OS Mikrotik Sebagai Manajemen Bandwidth Dengan Menerapkan Metode Per Connection Queue*. Skripsi. Yogyakarta : Fakultas Teknik Informatika, SMTIK AMIKOM, 2011.