

MANAJEMEN BANDWIDTH DENGAN PENDEKATAN HIERARCHICAL TOKEN BUCKET

Sandy Kosasi

STMIK Pontianak

Jalan Merdeka No. 372 Pontianak, Kalimantan Barat

e-mail : sandykosasi@yahoo.co.id & sandykosasi@stmikpontianak.ac.id

ABSTRAK

Pengalokasian jumlah kapasitas bandwidth yang tidak sesuai kebutuhan menyebabkan kinerja jaringan internet menjadi kurang optimal. Belum adanya manajemen bandwidth mengakibatkan pengguna seringkali mengalami kesulitan saat mau dan sedang melakukan koneksi ke jaringan internet. Layanan komunikasi menjadi tidak optimal, kegagalan proses transmisi data, proses unggah dan unduh mengalami kondisi delay, menimbulkan tumbukan antar-paket data (*congestion*), *hardware latency*, dan *losses*. Penelitian ini menghasilkan model pembagian mengenai penggunaan jumlah kapasitas bandwidth untuk mengoptimalkan kinerja jaringan internet melalui pendekatan HTB (*Hierarchical Token Bucket*). HTB memungkinkan client memperoleh bandwidth minimum yang disediakan. Pengaturan menggunakan perangkat Mikrotik sebagai gateway, DHCP server, bandwidth limiter dan NAT (*Network Address Translation*). Selanjutnya untuk mengembangkan sistem jaringan internet menggunakan metode NDLC (*Network Development Life Cycle*) dengan pendekatan Top Down. Hasil pengujian memperlihatkan jumlah kapasitas bandwidth yang tersedia dapat memenuhi semua kebutuhan operasional dan manajerial sehingga dapat mencapai sinkronisasi dan interoperabilitas informasi. Dalam melakukan proses manajemen bandwidth untuk mengoptimalkan kinerja jaringan internet adalah berdasarkan IP, Port dan Class.

Kata Kunci : Manajemen Bandwidth, Hierarchical Token Bucket, NDLC, Pendekatan Top-Down

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya penggunaan jaringan internet dalam menyediakan berbagai layanan informasi dan komunikasi membutuhkan mekanisme pengelolaan bandwidth yang tepat. Ketersediaan informasi yang cepat, akurat dan handal sangat bergantung kepada kemampuan dalam memetakan kapasitas dan alokasi sumber daya bandwidth. Bandwidth adalah suatu ukuran dari banyaknya informasi yang dapat mengalir dari satu tempat ke tempat lain dalam satu waktu tertentu dan dinyatakan dalam hitungan bit per second (bps). Ketidakmampuan mengalokasikan jumlah bandwidth secara tepat dapat mengakibatkan mekanisme pemrosesan data menjadi terhambat dan mempengaruhi kinerja organisasi secara keseluruhan (Bagad, 2009). Layanan komunikasi menjadi tidak optimal, kegagalan proses transmisi data, proses unggah dan unduh mengalami kondisi delay, menimbulkan tumbukan antar-paket data (*congestion*), *hardware latency*, *losses* (Forouzan, 2007). Kondisi ini menyebabkan pengguna tidak dapat menggunakan internet dengan lancar dan cenderung mengakibatkan aktivitas menjadi tertunda informasi menjadi terlambat. Penggunaan kapasitas bandwidth menjadi tidak optimal karena tidak semua pengguna membutuhkan kapasitas dengan jumlah yang sama besar saat sedang bekerja. Sementara disisi lain terdapat pengguna yang tidak menggunakan akses jaringan internet untuk saat yang bersamaan sehingga menyebabkan pemborosan sumber daya bandwidth (Kosasi, 2013).

Kenyataan ini sering menjadi kendala bagi banyak organisasi bisnis yang menggunakan jaringan internet, dan satu diantaranya CV. Ponti Jaya yang menjadi studi kasus dalam penelitian ini. Perusahaan bergerak sebagai distributor produk pakaian jadi untuk seluruh area Kalimantan. Selama ini dalam mengoperasikan jaringan internet belum ada pengaturan penggunaan kapasitas bandwidth sehingga menyebabkan semua karyawan memiliki kesempatan menggunakan bandwidth tanpa terkontrol. Kapasitas bandwidth yang tersedia sebesar 1Mbps untuk penggunaan sebanyak 15 karyawan. Namun karena belum adanya pengaturan bandwidth menyebabkan para karyawan seringkali mengalami kesulitan saat mau dan sedang melakukan koneksi ke jaringan internet. Seringkali terjadi permasalahan koneksi pada jaringan internet, diantaranya pengiriman data menjadi lambat, rusak dan bahkan tidak sampai ke tujuan. Komunikasi sering mengalami *time-out*, hingga masalah keamanan. Kenyataan ini membutuhkan perbaikan secara spesifik konfigurasi jaringan internet. Untuk jaringan yang sudah kompleks, mengubah konfigurasi sistem jaringan bukanlah pekerjaan yang mudah dan membutuhkan waktu yang lama. Oleh sebab itu, untuk menata kembali lalu lintas dalam jaringan internet yang sudah ada membutuhkan

penerapan manajemen *bandwidth* sehingga tepat pada Sasarannya dalam waktu yang cepat dan efisien tanpa harus mengubah konfigurasi sistem jaringan secara keluruhan (Bagad, 2009).

Upaya menata kembali sistem jaringan *internet* agar dapat mengoptimalkan penggunaan jumlah kapasitas *bandwidth* dapat menggunakan pendekatan HTB (*Hierarchical Token Bucket*). Pendekatan HTB memungkinkan untuk membuat *queue* menjadi lebih terstruktur dengan melakukan pengelompokan-pengelompokan bertingkat. Teknik antrian HTB memberikan fasilitas pembatasan trafik pada setiap level maupun klasifikasi, kapasitas *bandwidth* yang tidak terpakai bisa digunakan oleh klasifikasi yang lebih rendah. Pendekatan HTB menawarkan kemudahan pemakaian dengan teknik peminjaman dan implementasi pembagian trafik yang lebih akurat. Memiliki fungsi untuk mengatur pembagian *bandwidth*, pembagian berbentuk hirarki dengan membagi kedalam setiap *class* sehingga mempermudah pengaturan *bandwidth*. HTB terdapat parameter *ceil* sehingga kelas akan selalu mendapatkan *bandwidth* di antara *base link* dan nilai *ceil link*-nya. Parameter ini dapat dianggap sebagai estimator kedua, sehingga setiap kelas dapat meminjam *bandwidth* selama *bandwidth* total yang diperoleh memiliki nilai di bawah nilai *ceil*. Hal ini mudah diimplementasikan dengan cara tidak mengijinkan proses peminjaman *bandwidth* pada saat kelas telah melampaui *link* ini (keduanya *leaves* dan *interior* dapat memiliki *ceil*). Sebagai catatan, apabila nilai *ceil* sama dengan nilai *base link*, maka akan memiliki fungsi yang sama seperti parameter *bounded* pada CBQ (*Class Based Queue*), di mana kelas-kelas tidak memiliki kewenangan untuk meminjam *bandwidth*. Sementara jika nilai *ceil* memiliki nilai yang tidak terbatas atau lebih tinggi seperti kecepatan *link*, maka akan memperoleh fungsi yang sama seperti kelas *non-bounded* (Clemm, 2007).

Merujuk kepada sejumlah penelitian sebelumnya yang relevan, diantaranya adalah pengaruh pembatasan *bandwidth* terhadap performansi jaringan dengan menggunakan *traffic shapping* mengontrol jumlah volume trafik data yang dikirim ke dalam jaringan, atau rate maksimum yang akan dikirim (Ardiansyah dkk., 2011). Pendekatan HTB memungkinkan *client* memperoleh *bandwidth* minimum dan menambahkan program aplikasi untuk membantu administrator mengelola dan mengatur alokasi *bandwidth* tiap *client*. Hasil penelitian memperlihatkan pengelolaan *bandwidth* dapat dibagi secara merata serta kualitas koneksi jaringan lebih stabil (Riadi, 2011). Pendekatan HTB merupakan teknik QoS (*Quality of Service*) yang mampu memaksimalkan *bandwidth* yang tidak terpakai, sehingga kualitas pelayanan menjadi lebih meningkat (Arifin, 2012; Rasudin, 2014). Implementasi HTB dapat mengontrol *throughput* dari masing-masing klien, setiap klien dapat menggunakan jumlah kapasitas *bandwidth* yang tidak sedang digunakan (*idle*) dan juga dapat mengalokasikan penggunaan *bandwidth*-nya, dimana untuk *bandwidth* 1 Mbps dapat bagi menjadi 384 kbps, 512 kbps, 192 kbps dan 64 kbps serta menghasilkan transfer rate rata-rata 125 KB/s (Qustoniah, 2011). Penelitian ini menghasilkan model pembagian mengenai penggunaan jumlah kapasitas *bandwidth* untuk mengoptimalkan kinerja jaringan *internet* menggunakan pendekatan HTB (*Hierarchical Token Bucket*). Pengaturan perangkat manajemen *bandwidth* menggunakan perangkat Mikrotik sebagai *gateway*, *DHCP server*, *bandwidth limiter* dan *NAT* (*Network Address Translation*). Selanjutnya untuk mengembangkan sistem jaringan *internet* menggunakan metode NDLC (*Network Development Life Cycle*) menggunakan pendekatan *Top Down*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pengembangan sistem jaringan *internet* menggunakan metode NDLC (*Network Development Life Cycle*) dengan *Top-Down Approach*. *Top-Down Approach* merupakan pendekatan pengembangan sistem jaringan komputer yang berorientasi kepada area bisnis perusahaan. Pendekatan ini mengarah kepada pemenuhan kebutuhan dan sasaran bisnis perusahaan. Melalui orientasi bisnis yang jelas dapat menunjang arah dan sasaran pencapaian tujuan perusahaan secara lebih efisien dan efektif. Selanjutnya dalam penelitian ini menggunakan pendekatan HTB (*Hierarchical Token Bucket*) untuk mengatur agar sistem jaringan *internet* dapat mendukung semua unit proses bisnis secara optimal dan lancar sesuai dengan jumlah kapasitas *bandwidth* yang tersedia. Untuk kebutuhan melakukan proses konfigurasi sistem jaringannya menggunakan pendekatan HTB dengan cara menentukan jumlah *Downlink* dan *Uplink*, *Traffic Classification*, *DL Rate*, *DL Ceil*, *UL Rate*, *UL Ceil*, dan *Priority*. Pendekatan HTB memungkinkan membuat *queue* menjadi lebih terstruktur dengan melakukan pengelompokan bertingkat. Keuntungan dari pendekatan HTB adalah seandainya semua *client* memiliki prioritas yang sama maka *client* akan berbagi dari sisa *bandwidth* yang tersedia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui pendekatan *Top-Down* dalam mengembangkan sistem jaringan *internet*, diawali dengan tahap analisis proses bisnis. Kebutuhan utama dari proses bisnis adalah mencapai suatu QoS (*Quality of Service*) melalui *network devices* agar semua unit proses bisnis dapat menjadi lebih produktif. Bagi perusahaan CV. Ponti Jaya yang bergerak dalam menyalurkan produk pakaian jadi senantiasa menggunakan perangkat komunikasi *internet* dalam mengelola bisnisnya. Setiap hari semua karyawan menggunakan *internet* untuk berkomunikasi dengan konsumen (pelanggan) dalam proses transaksi dan pengirimannya. Setiap pesanan konsumen akan tercatat secara langsung dalam proses perekaman ke basis data perusahaan. Semua pesanan harus melalui proses pengecekan persediaan oleh bagian logistik untuk memastikan ketersediaan dan dapat memenuhi kebutuhannya dalam proses menerbitkan faktur penjualan. Pimpinan menggunakan *internet* untuk mengontrol data pesanan konsumen dan melihat informasi nota penjualan barang dari setiap karyawan. Selain itu hubungan komunikasi antar pimpinan dengan semua unit divisi dan staf karyawan membutuhkan koordinasi informasi dan keputusan untuk mencapai sinkronisasi dan interoperabilitas aksesibilitas informasi.

Tahap berikutnya adalah menganalisa dan mendeskripsikan sejumlah aplikasi dalam perusahaan. Adapun aplikasinya meliputi kategori jenis sistem operasi, basis data, Ms Office, perangkat jaringan dan layanan sistem jaringan. Selama ini semua aplikasi mendukung kegiatan operasional dalam menyediakan berbagai informasi untuk kelancaran bisnis perusahaan. Untuk sistem operasi menggunakan terdiri dari *server* dengan menggunakan *windows 2000 server*, *router* menggunakan *mikrotikOS*, dan kebutuhan *client* dalam melakukan kegiatan operasional sehari-hari menggunakan *windows 7*. Pengoperasian basis data menggunakan *Ms Access 2007*, *Ms SQL Server 2008*, dan *MySql 5 Community Edition*. Kebutuhan untuk pengolahan semua dokumen bisnis menggunakan *Ms Office 2003/2007/2010*. Kebutuhan mengenai perangkat jaringan meliputi media *wireshark*, *multi router traffic grapher*, *squid analysis report generator* dan *firebox watchdog*. Selanjutnya untuk sistem layanan jaringannya menggunakan *http/https: apache*, *microsoft IIS*, *ftp: VSFTP*, *remote: Telnet*, *VNC*, *SSH*, *Remote Access Server* dan *DHCP Server*. Aplikasi untuk pengelolaan pendistribusian produk pakai jadi bersifat *client-server*. Aplikasi ini merupakan aplikasi *desktop based application* dengan bahasa VB.NET. Sementara untuk kebutuhan interaksi dan transaksi proses bisnis perusahaan dengan konsumen (pelanggan) menggunakan aplikasi yang berbasis *web-based*.

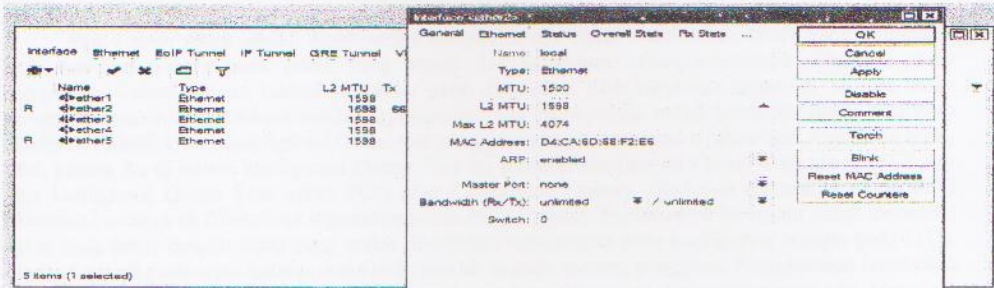
Kemudian memperlihatkan semua hasil deskripsi dari semua jenis data yang mengalir dalam perusahaan. Proses pengelolaan semua jenis data menggunakan paket aplikasi office (dokumen, lembar kerja, presentasi). Untuk kegiatan administrasi dan data keuangan disimpan dalam *database MySQL*. Informasi hasil pengolahan data juga ditampilkan dalam bentuk grafik melalui perangkat penganalisa jaringan, seperti MRTG. Adapun dampak usulan pengembangan terhadap kecepatan transfer data penggunaan infrastruktur jaringan yang baru akan meningkatkan kecepatan transfer data pada jaringan. Penggunaan jenis kabel *Gigabit NIC*, kabel berjenis *CAT e5*, *switched Ethernet* Gigabit akan berdampak positif terhadap kecepatan transfer data.

Selanjutnya mendeskripsikan arsitektur *switched Ethernet* yang menghubungkan setiap komputer dalam perusahaan. Jaringan yang juga didukung oleh penggunaan *mikrotik router* dan perangkat *firebox-watchguard* sebagai *firewall (Intrusion Detection System)* dan setiap PC dilengkapi *NIC 10/100/1000* untuk memungkinkan peningkatan kecepatan yang mudah ke jaringan *Gigabit Ethernet* generasi berikutnya. Kebutuhan ini penting untuk melakukan koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan yang kompleks, saling berhubungan dan saling bergantung satu sama lain. Memiliki tujuan agar perencanaan dan pengawasan semua kegiatan dapat berjalan secara sistematis sehingga menghasilkan efisiensi kerja bagi perusahaan. Saat ini memiliki 15 unit komputer yang dalam pengoperasiannya saling berbagi data dan 1 unit komputer difungsikan sebagai pusat data atau *server*. Supaya keinginan untuk mengkoneksikan ke 15 unit komputer termasuk *server* maka setiap komputer perlu berada pada satu *subnet* yang sama. Berikut ini adalah uraian penggunaan *ip address* untuk mendukung terkoneksi ke 15 komputer tersebut. *IP Address* yang digunakan adalah 192.168.50.1 / 24 dan *netmasknya* adalah 255.255.255.0. Pembagian *bandwidth* dari 15 komputer memiliki alokasi secara merata dengan menerapkan pendekatan HTB. Masing-masing komputer akan diberikan 256k untuk *downstream* dan 128k untuk *upstream*. Mengingat komputer yang hanya berjumlah 15 unit maka menggunakan topologi star yang memiliki ke sebuah titik pusat koneksi yang disebut dengan *hub (hub, switch atau router)*.

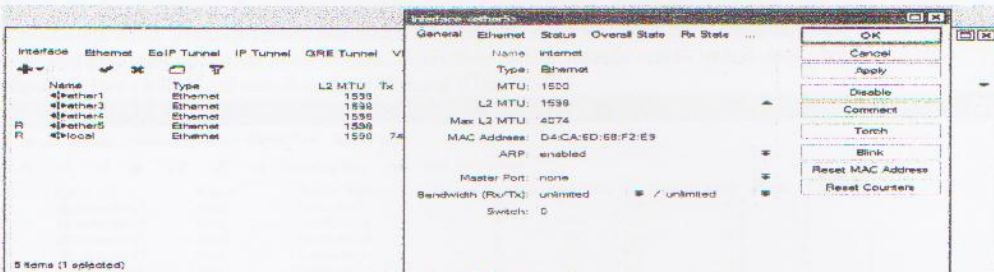
Untuk kebutuhan implementasi jaringan *internet* melalui manajemen *bandwidth* dengan pendekatan HTB memungkinkan membuat *queue* menjadi lebih terstruktur dengan melakukan pengelompokan-pengelompokan bertingkat. Ada banyak hal yang tidak disadari jika tidak

mengimplementasikan pendekatan HTB pada *Queue* (baik *Simple Queue* maupun *Queue Tree*). Salah satunya ada beberapa parameter yang tidak bekerja sebagaimana mestinya. Beberapa parameter yang tidak bekerja adalah *priority*, dan *dual limitation (CIR/MIR)*. Teknik antrian dari pendekatan HTB memberikan fasilitas pembatasan trafik pada setiap level maupun klasifikasi, *bandwidth* yang tidak terpakai bisa digunakan oleh klasifikasi yang lebih rendah. Pendekatan HTB sangat cocok diterapkan pada perusahaan dengan banyak struktur organisasi. Sebelum melakukan konfigurasi perangkat Mikrotik, hal utama yang harus dilakukan adalah memberikan *IP Address* pada komputer *admin* yang digunakan untuk mengkonfigurasi *Mikrotik* tersebut. Sesuai dengan pendefinisian awal dari *IP Address Local*, maka komputer *admin* diberikan *IP Address* 192.168.50.1/24 dan *gateway* 192.168.50.1. *IP Address* ini adalah *IP Local* yang akan menghubungkan semua komputer.

Dalam melakukan proses konfigurasi sistem jaringan harus mempersiapkan 2 (dua) buah *IP Address*, yaitu *IP Address* untuk *internet (IP Public)* dan *IP Address* untuk mengkoneksikan semua komputer (*IP Local*). Dalam hal ini menggunakan *IP Address* 192.168.10.101 sebagai *IP Public* dan *IP Address* 192.168.50.1/24 sebagai *IP Local*. Kegiatan melakukan konfigurasi *interface* ada 4 (empat) *port* yaitu *ether2*, *ether3*, *ether4* dan *ether5*. Dalam penelitian ini hanya menggunakan *port ether2* yang memiliki koneksi ke jaringan *internet* dan *ether4* yang memiliki koneksi ke *switch*. Nama *interface* diperlukan untuk mempermudah dalam mengenal *port* yang akan digunakan. *Port ether2* diberikan nama "*internet*" dan *port ether5* diberikan nama "*local*". Kemudian *ether2* diganti dengan nama *local* yang mengacu kepada nama *port* untuk mengkoneksikan komputer *local* (Gambar 1). *ether5* diganti dengan nama *internet* yang mengacu kepada nama *port* untuk mengkoneksikan komputer *local* dengan *internet* (Gambar 2).



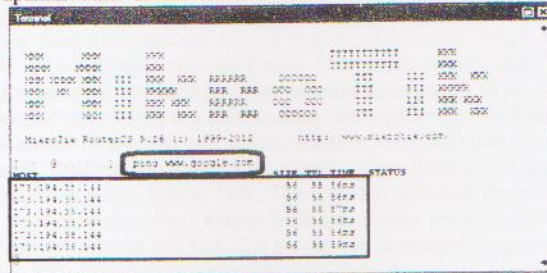
Gambar 1 Interface Local



Gambar 2 Interface Internet

Konfigurasi IP meliputi *IP Address Interface Local* yang digunakan adalah 192.168.50.1/24. *IP Address* ini akan menjadi *gateway* bagi semua komputer yang terhubung ke *internet*. *IP Address Interface Internet* adalah *IP Address* yang akan dijadikan sebagai jalur untuk mengakses *internet* oleh semua komputer yang terhubung pada jaringan. Kemudian *mikrotik* akan mendapatkan *IP Address* secara otomatis dari modem dengan cara mengaktifkan *DHCP Client*. Sementara untuk *IP Address Interface Internet* adalah 192.168.10.101/24. Untuk *IP Address DNS Server* adalah *IP Address* yang dimiliki oleh modem yaitu 192.168.2.1. Melalui *IP Address* ini maka *mikrotik* akan segera terhubung ke modem. Selanjutnya untuk menguji apakah *mikrotik* sudah bisa mengakses *internet* atau belum dapat

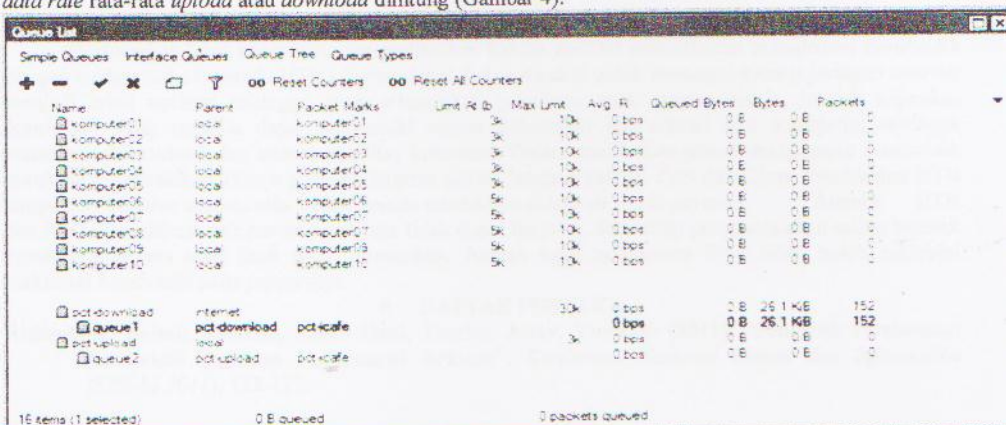
menggunakan *test ping*. Selain itu juga dapat menggunakan *Ping www.google.com* yang bertujuan untuk melakukan pengujian apakah *router* sudah terkoneksi ke *internet* atau belum (Gambar 3).



Gambar 3 Pengujian Test Ping

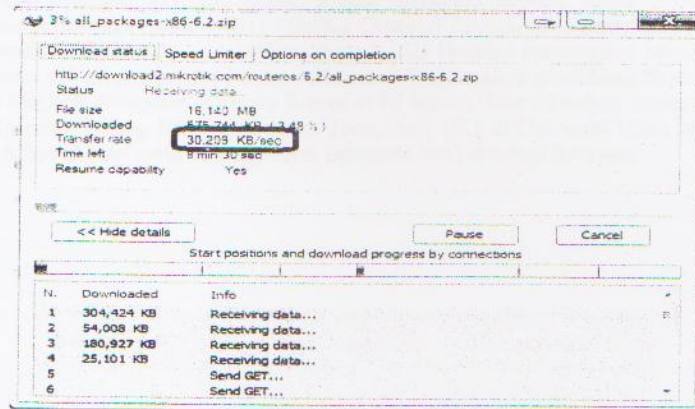
Selanjutnya untuk melakukan konfigurasi *mangle* akan dibagi menjadi 2 (dua) *connection-mark*, yaitu: pimpinan dan karyawan. Untuk konfigurasi *mangle* pada HTB, *chain* yang digunakan adalah *prerouting* yang bertujuan agar paket langsung diteruskan melewati *router* langsung ke *destination address* yang sudah ditentukan. *Action* yang digunakan adalah *mark-packet* dengan tujuan untuk memberikan tanda yang ditentukan oleh *new-packet-mark* pada paket yang sesuai dengan aturan. *Destination Address* merupakan alamat IP yang digunakan oleh pengguna bertujuan sebagai *destination* akhir untuk paket yang dikirim. Alamat IP 192.168.50.2 sampai dengan alamat IP 192.168.50.11 merupakan alamat IP untuk karyawan, alamat IP 192.168.50.12 merupakan alamat IP untuk pimpinan.

New Packet Mark adalah *mark-packet* dengan tujuan untuk memberikan tanda yang ditentukan oleh *new-packet-mark* pada paket yang sesuai dengan aturan. *New-packet-mark* diberikan nama komputer1. Sesuai dengan jumlah komputer yang digunakan oleh karyawan sebanyak 15 unit maka proses pembuatan *Src. Address* untuk karyawan-con dan *mark-packet* untuk komputer harus dilakukan sebanyak 15 kali. Untuk konfigurasi *Queue tree* menggunakan susunan atau struktur dari Algoritma HTB. Oleh karena itu di dalam konfigurasi *Queue Tree* ini terdapat konfigurasi *Queue Tree* untuk HTB dan juga konfigurasi *Queue Tree* untuk PCQ (*Per Connection Queue*). *Global-in* digunakan untuk *PCQ Download* sedangkan *Global-out* digunakan untuk *PCQ Upload*. *Packet-mark* bertujuan untuk menandai paket yang lewat dengan nama yang sudah ditentukan sebelumnya pada konfigurasi *mangle* pada HTB. *Limit-at* adalah pemberian besaran *bandwidth* mutlak kepada seorang pengguna. Nilai besaran *bandwidth* mutlak tersebut didapatkan dengan cara membagi *max-limit* dengan total pengguna yang ada. *Max-limit* adalah nilai total *bandwidth* yang diberikan untuk sebuah kelas atau kategori dalam hal ini adalah karyawan dan pimpinan. *Burst-limit* adalah maksimal *upload* atau *download data rate* yang dapat dicapai ketika *burst* aktif. *Burst-threshold* adalah ketika *data rate* di bawah nilai *burst* diperbolehkan ketika *data rate* rata-rata mencapai nilai *burst* ditolak. *Burst-time* adalah periode waktu dalam detik, berakhir ketika *data rate* rata-rata *upload* atau *download* dihitung (Gambar 4).



Gambar 4 Hasil Konfigurasi *Queue Tree PCQ upload dan download*

Dalam melakukan proses pengujian dengan menggunakan media <http://speedtest.cbn.net.id/>, dan hasilnya dapat dilihat bahwa *download speed* sebesar 251 kbps dari 256 kbps yang dialokasikan. Sedangkan *Upload Speed* sebesar 117 kbps dari 128 kbps yang dialokasikan. Walaupun ada selisih angka antara hasil dan dengan yang dialokasikan, namun angkat tidak terlalu tinggi. Ini membuktikan bahwa konfigurasi *bandwidth limiter* dengan metode *Queue Tree* sudah sangat baik. Selain itu untuk sistem pengujian dengan menggunakan <http://10.speedtest.telkomspeedy.com/>, dapat dilihat bahwa *download speed* sebesar 246 kbps dari 256 kbps yang dialokasikan. Sedangkan *Upload Speed* sebesar 102 kbps dari 128 kbps yang dialokasikan. Walaupun ada selisih angka antara hasil dan dengan yang dialokasikan, namun selisih angkanya tidak terlalu tinggi. Ini membuktikan bahwa konfigurasi *bandwidth limiter* dengan metode *Queue Tree* sudah sangat baik. Dari gambar tersebut khususnya pada *transfer rate*, diperlihatkan bahwa kecepatan *download* adalah 246kbps dengan *transfer rate* 30.8 KB/ sec. Artinya apabila komputer dengan *IP address* 192.168.50.4 melakukan *download* program, maka rata-rata transfer per detik adalah 30.8 KB. Melakukan pengujian terhadap *download* adalah sebuah kegiatan yang bertujuan untuk memastikan apakah hasil konfigurasi pengaturan *bandwidth* dan *test speed* sesuai dengan kenyataan. Berikut ini adalah pengujian dengan cara *mendownload* sebuah program. Dalam penelitian ini *mendownload* program Mikrotik Winbox yaitu *all_packages-x86-6.2.zip* dengan ukuran file 16,150 MB dan dapat dilihat bahwa *transfer rate* adalah 30,209 KB/sec. Nilai ini memberikan gambaran bahwa file *all_packages-x86-6.2.zip* dengan ukuran 16,150 MB di *download* dengan kecepatan rata-ratanya adalah 30.209 KB/sec. Ini berarti bahwa hasil *test speed* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya adalah sesuai walaupun ada selisih sedikit dari angka yang ada di *test speed* dengan angkat pada saat *download* (Gambar 5).



Gambar 5 Hasil Test download

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian memperlihatkan bahwa melalui pemanfaatan manajemen *bandwidth* dengan menggunakan metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*) untuk mencapai kinerja jaringan *internet* menjadi lebih optimal sehingga memperlancarkan pekerjaan antar proses bisnis. Jumlah kapasitas *bandwidth* yang tersedia dapat memenuhi semua kebutuhan operasional dan manajerial sehingga mencapai sinkronisasi dan interoperabilitas informasi. Dalam melakukan proses manajemen *bandwidth* untuk mengoptimalkan kinerja jaringan *internet* adalah berdasarkan *IP*, *Port* dan *Class*. Pendekatan HTB hanya bisa berjalan apabila nilai *queue* berada setidaknya di bawah 1 *rule parent*. Apabila HTB dan PCQ tidak dibuat *rule parent*-nya maka tidak dapat berjalan, dan setiap pengguna akan saling berebut *bandwidth* karena total limit tidak ditentukan. Jumlah total maksimum limit tidak boleh melebihi maksimal *bandwidth* pada *parent*-nya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Haimi., Melinda, Abdul Gani, Taufiq., Away, Yuwaldi. (2011). "Pengaruh Pembatasan Bandwidth Terhadap Performansi Jaringan". *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika (KNS&I 2011)*, 122-127.

- Arifin, Yunus. (2012). "Implementasi Quality of Service Dengan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) Pada PT Komunika Lima Duabelas". *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer (JELIKU)*, 1(2), 1-7.
- Bagad, V.S., Dhotre, I.A. (2009). *Networking Technology for Digital Devices (1th Edition)*. India, Technical Publications.
- Clemm, Alexander. (2007). *Network Management Fundamentals*. Cisco press, Indianapolis.
- Forouzan, Behrouz A. (2007). *Data Communications and Networking Fourth Edition*. McGraw-Hill, Singapore, New York.
- Kosasi, Sandy. (2013). "Teknik Mark Packet dan Mark Connection Untuk Manajemen Bandwidth Dengan Pendekatan Top-Down". *Jurnal TECHSI*, 3(2), 147-162.
- Rasudin. (2014). "Quality of Service (QoS) Pada Jaringan Internet Dengan Metode Hierarchy Token Bucket". *Jurnal TECHSI*, 4(1), 209-223.
- Riadi, Imam., Prio Wicaksono, Wahyu. (2011). "Implementasi Quality of Service Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket". *JUSI*, 1(2), ISSN 2087-8737, 93-104.
- Qustoniah., Darwanto. (2011). "Manajemen Bandwidth Jaringan Komputer Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket Pada PC Router Berbasis Linux". *Widya Teknika*, 19(1), 16-24.

BIODATA PENULIS

Sandy Kosasi. Dosen Tetap STMIK Pontianak dengan Jabatan Fungsional Akademik Lektor Kepala Sistem Informasi (IV a). Untuk jabatan struktural sebagai Ketua STMIK Pontianak. Menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) Fakultas Ekonomi Jurusan Manajemen di Universitas Panca Bhakti Pontianak. Menyelesaikan pendidikan Strata 2 (S2) Program Pascasarjana Magister Manajemen Sistem Informasi di Universitas Bina Nusantara Jakarta. Menyelesaikan pendidikan Strata 2 (S2) Program Pascasarjana Magister Komputer di Eresha School of IT Jakarta. Saat ini sedang menempuh pendidikan S3 (Ph.D) Research Bidang Ilmu Information Technology (IT) di Universiti Utara Malaysia (UUM) Sintok, Kedah. Spesialisasi untuk bidang Sistem Informasi dan Teknologi Informasi.