

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

1.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan manajemen *bandwidth* menggunakan mikrotik berikut menggunakan beberapa metode seperti Observasi, Simulasi dan *Peer Connection Queue*, sedangkan penelitian ini menggunakan metode HTB (*Hierarchical Token Bucket*).

Wirabakti, Khairul Imtihan, Ahmad S. Pardiansyah, (2018) dalam penelitiannya “Proxy Server Dan Management *Bandwidth* Jaringan Menggunakan Mikrotik”. Menyatakan Proxy server sejalan dengan banyaknya perusahaan yang memanfaatkan teknologi informasi, salah satunya adalah streaming, jejaring sosial, ataupun chatting, sehingga *bandwidth* internet perusahaan besarnya tetap tidak akan mencukupi kebutuhan akan *bandwidth* internet. Karena itu, diperlukan suatu manajemen pemakaian teknologi informasi.

Canggih Ajika Pamungkas (2016) dalam penelitiannya “Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Mikrotik *Routerboard* di Politeknik Indonesia Surakarta”. *Bandwidth* menjadi tolak ukur kecepatan transfer informasi melalui channel. Semakin besar *bandwidth* semakin banyak informasi yang bisa dikirimkan. Manajemen *bandwidth* merupakan teknik pengelolaan jaringan sebagai usaha untuk memberikan performa jaringan yang adil dan memuaskan. Manajemen *bandwidth* juga digunakan untuk memastikan *bandwidth* yang

memadai untuk memenuhi kebutuhan trafik data dan informasi serta mencegah persaingan antara aplikasi.

Joko Christian Chandra, Herison Pandopotan Situmorang (2019) “Manajemen *Bandwidth* Menggunakan *Metode Peer Connection Queue* Pada SMK Budi Mulya Tangerang”. *Bandwidth* adalah lebar saluran data yang dilewati secara bersama-sama oleh data yang di transfer. *Bandwidth* adalah luas atau lebar cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal dalam media transmisi. Didalam jaringan komputer (termasuk internet), *bandwidth* (kecepatan transfer data) yaitu jumlah data yang dapat di transfer (dikirim atau diterima) dari sebuah titik ke titik lain dalam jangka waktu tertentu (pada umumnya detik).

Tabel 2. 1 Tabel Perbandingan Penelitian

Peneliti	Judul	Tahun	Metode	Hasil Peneliti	Perbedaan
Wirabakti, Khairul Imtihan, Ahmad S. Pardiansyah	Proxy server dan manajemen <i>bandwidth</i> jaringan komputer menggunakan mikrotik	2018	Observasi	Menghasilkan rancangan sistem blocking, meningkatkan kecepatan akses internet dan mengoptimalkan penggunaan <i>bandwidth</i>	Menghasilkan dua kategori <i>user</i> VIP dan <i>user</i> Biasa ang masing masing telah termanajemen <i>bandwidth</i> nya

Canggih Ajika Pamungkas	Manajemen <i>bandwidth</i> menggunakan mikrotik Routerboard di Politenik Indonesia Surakarta	2016	Simulasi	Memajemen <i>bandwidth</i> yang dapat memaksimalkan <i>bandwidth</i> di setiap komputer	Memajemen <i>bandwidth</i> yang dapat membagi <i>bandwidth</i> berdasarkan prioritas user
Joko Christian Chandra, Herison Pandopotan Situmorang	Manajemen <i>bandwidth</i> menggunakan metode peer connection queue pada SMK Budi Mulya Tangerang	2019	Peer Connection Queue	Memajemen <i>bandwidth</i> dengan menggunakan metode PCQ dan queue tree mampu mengoptimalkan kualitas koneksi internet serta setiap client mendapatkan alokasi <i>bandwidth</i>	Memajemen <i>bandwidth</i> dengan menggunakan HTB dan Simple queue

				secara adil dan merata.	
--	--	--	--	----------------------------	--

1.2 Dasar Teori

1.2.1 Jaringan Komputer

Menurut Sofana (2013) jaringan komputer adalah suatu himpunan interkoneksi sejumlah komputer, dalam bahasa populer dapat di jelaskan bahwa jaringan komputer adalah kumpulan beberapa komputer, dan perangkat lain seperti *router*, *switch*, mikrotik, dan sebagainya. Alat yang bisa terhubung satu dengan satu lainnya untuk memudahkan memahami jaringan komputer para ahli sudah membagi beberapa klasifikasi, di antaranya:

- a. Berdasarkan area atau skala.
- b. Berdasarkan media penghantar.
- c. Berdasarkan fungsi.

1.2.2 *Local Area Network* (LAN)

Local Area Network (LAN), adalah jaringan komputer dengan jangkauan area yang terbatas dan hubungan fisik antar komputer saling berdekatan. Misalnya jaringan komputer di sebuah kantor, laboratorium, kampus. LAN sering kali digunakan untuk menghubungkan komputer-komputer pribadi dan *workstation* dalam kantor suatu perusahaan atau pabrik-pabrik untuk pemakaian bersama sumber daya dan saling bertukar informasi Agus. J. Alam

1.2.3 *Wireless Local Area Network (WLAN)*

WLAN adalah suatu jenis jaringan komputer yang menggunakan gelombang radio sebagai alat atau media transmisi data. Informasi atau data ditransfer dari satu komputer ke komputer yang lainnya menggunakan gelombang radio. WLAN juga sering disebut dengan Jaringan *Nirkabel* atau jaringan *wireless*.

Komponen-komponen WLAN, pada umumnya seperti :

1. *Mobile* atau Deskop PC
2. *Acces Point*
3. *WLAN Interface*
4. Antena

1.2.4 **Jaringan Nirkabel (Tanpa Kabel)**

Jaringan Nirkabel adalah jaringan yang tidak menggunakan media kabel sebagai media penyampaian data. Jaringan nirkabel mengirimkan data melalui udara menggunakan *base stations* atau *access point*, yang mengirimkan frekuensi radio, yang terhubung ke *Ethernet hub* atau server. Dengan berada di area yang telah menyediakan layanan nirkabel, kita dapat terhubung ke internet menggunakan laptop, PDA, telepon genggam, atau perangkat nirkabel lain. Jaringan tanpa kabel merupakan suatu solusi terhadap komunikasi yang tidak bisa dilakukan dengan jaringan yang menggunakan kabel. Misalnya orang yang ingin mendapat informasi atau melakukan komunikasi sedang berada di atas mobil atau pesawat terbang,

maka mutlak jaringan tanpa kabel diperlukan. Hal ini karena koneksi kabel tidaklah mungkin dibuat di dalam mobil atau pesawat. Saat ini jaringan tanpa kabel sudah marak digunakan dengan memanfaatkan jasa satelit, Priyambodo (2015)

1.2.5 Perangkat Jaringan Komputer

Menurut Abdul Kadir (2003) perangkat jaringan komputer baik WAN ataupun LAN memiliki sejumlah perangkat yang melewatkan aliran informasi data. Penggabungan perangkat tersebut akan menciptakan infrastruktur WAN ataupun LAN. Perangkat-perangkat jaringan tersebut adalah :

1. Router

Router adalah suatu perangkat keras pada jaringan komputer yang berfungsi untuk menghubungkan beberapa jaringan, baik itu jaringan yang sama maupun jaringan yang berbeda dari sisi teknologinya.

Ada juga yang menjelaskan bahwa pengertian *router* adalah suatu *hardware* jaringan komputer yang berfungsi untuk mengirimkan paket data melalui jaringan atau internet dari satu perangkat komputer ke perangkat lainnya, dimana proses tersebut disebut dengan *routing*.

Setiap *router* mempunyai fasilitas DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) yang dapat disetting sedemikian rupa sehingga dapat membagi IP *address*. Selain itu, pada *router* juga terdapat NAT (*Network Address Translator*) yaitu fasilitas yang memungkinkan suatu alamat IP atau koneksi internet dapat di-*sharing* ke alamat IP lain.

Salah satu fungsi dari *router* adalah berfungsi untuk menghubungkan beberapa jaringan sehingga *user* dapat mengirimkan paket data dari suatu jaringan ke jaringan lainnya. Proses koneksi tersebut yaitu dengan mendistribusikan *IP address* kepada setiap komputer dalam jaringan, baik secara statis ataupun dengan DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*).



Gambar 2.1 Router

2. Hub

Hub adalah sebuah *repeater* yang memiliki banyak port (*multiport*) yang mendukung kabel *twisted pair* dalam sebuah Topologi *Star*. Pada jaringan yang umum, sebuah *port* akan menghubungkan *hub* dengan komputer Server. Sementara itu *port* yang lain digunakan untuk menghubungkan *hub* dengan *node-node*.



Gambar 2.2 Hub

Penggunaan *hub* dapat dikembangkan dengan mengaitkan suatu *hub* ke *hub* lainnya. *Hub* tidak mampu menentukan tujuan. *Hub* hanya

mentransmisikan sinyal ke setiap *line* yang terkoneksi dengannya, menggunakan mode *half-duplex*. *Hub* hanya memungkinkan *user* untuk berbagi jalur yang sama. Dalam jaringan tersebut, tiap *user* hanya akan mendapatkan kecepatan dari *bandwidth* yang ada. Misalkan jaringan yang digunakan adalah *Ethernet* 10Mbps dan pada jaringan tersebut tersambung 10 unit komputer. Jika semua komputer tersambung ke jaringan secara bersamaan, maka *bandwidth* yang dapat digunakan oleh masing-masing *user* rata-rata adalah 1Mbps.

3. *Bridge* (Jembatan)

Bridge, yaitu alat yang berfungsi untuk menghubungkan beberapa jaringan yang terpisah, untuk jaringan yang sama maupun berbeda. *Bridge* memetakan alamat jaringan dan hanya memperbolehkan lalu lintas data yang diperlukan. Ketika menerima sebuah paket, *bridge* menentukan segmen tujuan dan sumber. Jika segmennya sama, maka paket akan ditolak. *Bridge* juga dapat mencegah pesan rusak agar tidak menyebar keluar dari suatu segmen.

4. *Switch*

Switch adalah gabungan dari *Hub* dan *Bridge* yang berfungsi untuk meneruskan paket data dalam sistem komunikasi data. *Switch* dapat beroperasi dengan mode *full-duplex* dan mampu mengalihkan jalur dan memfilter informasi ke dan dari tujuan yang spesifik. Keuntungan menggunakan *switch* adalah karena setiap segmen jaringan memiliki *bandwidth* 10 Mbps penuh, tidak terbagi seperti pada *hub*.



Gambar 2.3 Switch

5. Modem

Modem adalah perangkat untuk mengubah informasi data digital ke analog atau sebaliknya. Di sisi pengirim, modem mengonversikan sinyal digital ke dalam bentuk yang sesuai dengan teknologi transmisi untuk dilewatkan melalui fasilitas komunikasi analog atau jaringan telepon (*public telephone line*). Di sisi penerima, modem mengonversikan sinyal ke format digital kembali.



Gambar 2.4 Modem/Demodulator

1.2.6 Manfaat Jaringan Komputer

1. *Sharing Resource* (Berbagi Sumber Daya) *Resource Sharing* bertujuan agar seluruh program, peralatan, dan khususnya data dapat digunakan oleh

setiap orang yang ada pada jaringan komputer tanpa terpengaruhi oleh lokasi *resource* dan pemakai.

2. Media komunikasi Jaringan komputer memungkinkan terjadinya komunikasi antar pengguna, baik untuk *teleconference* maupun untuk mengirim pesan atau informasi yang penting lainnya. Dengan demikian, orang-orang yang jaraknya berjauhan akan lebih mudah untuk bekerja sama. Contohnya adalah pengerjaan sebuah dokumen bersama dari dua tempat yang berbeda. Hal seperti ini yang dapat membuat kinerja tim menjadi efektif.
3. Integrasi data Pembangunan jaringan komputer dapat mencegah ketergantungan pada komputer pusat. Setiap proses data tidak harus dilakukan pada satu komputer saja, melainkan dapat didistribusikan ke tempat lainnya.
4. Pengembangan dan pemeliharaan Dengan adanya jaringan komputer, maka pengembangan peralatan dapat dilakukan dengan mudah, karena adanya kemampuan berbagi peralatan melalui jaringan. Jaringan komputer juga dapat memudahkan pemakai dalam merawat *harddisk* dan peralatan lainnya. Contohnya untuk memberikan perlindungan terhadap serangan virus. Kemudahan tersebut disebabkan karena pengguna hanya perlu memusatkan perhatian pada *harddisk* yang ada pada server atau komputer pusat.
5. Keamanan data Sistem jaringan komputer memberikan perlindungan terhadap data. Jaminan keamanan tersebut diberikan melalui pengaturan

hak akses para pemakai dan *password*, serta perlindungan terhadap *harddisk* sehingga data mendapatkan perlindungan yang efektif.

Sumber daya lebih efisien dan informasi yang terkini. Dengan pembagian sumber daya pada jaringan komputer, maka pemakai dapat memperoleh hasil maksimal dan kualitas yang tinggi. Kemudahan pengaksesan juga berakibat pada tingginya kecepatan pembaharuan informasi yang ada.

1.3 Bandwidth

Bandwidth adalah besaran yang menunjukkan seberapa banyak data yang dapat dilewatkan dalam koneksi melalui sebuah *network*. 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 orang awam 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 ditransfer per unit waktu. Sedangkan data transfer adalah ukuran lalu lintas data dari *website*. Lebih mudah kalau dikatakan bahwa *bandwidth* adalah *rate* dari data transfer. Di dalam jaringan komputer, *bandwidth* sering digunakan sebagai suatu sinonim untuk data transfer *rate* yaitu jumlah data yang dapat dibawa dari sebuah titik ke titik lain dalam jangka waktu tertentu (pada umumnya dalam detik). Jenis *bandwidth* ini biasanya diukur dalam bps (*bits per second*). Adakalanya juga dinyatakan dalam Bps (*bytes per second*). Secara umum, koneksi dengan *bandwidth* yang besar/tinggi memungkinkan pengiriman

informasi yang besar seperti pengiriman gambar/images dalam video presentation. (Ali P, A. 2008).

1.3.1 Jenis-jenis *Bandwidth*

Terdapat dua jenis *bandwidth* yaitu:

1. Digital *Bandwidth*

Digital *Bandwidth* adalah jumlah atau volume data yang dapat dikirimkan melalui sebuah saluran komunikasi dalam satuan *bits per second* tanpa distorsi. Triyono, J. (2011).

2. Analog *Bandwidth*

Analog *bandwidth* adalah perbedaan antara frekuensi terendah dengan frekuensi tertinggi dalam sebuah rentang frekuensi yang diukur dalam satuan *Hertz* (Hz) atau siklus per detik, yang menentukan berapa banyak informasi yang bisa di transmisikan dalam satu saat. Triyono, J. (2011)

1.3.2 Management *Bandwidth*

Management *bandwidth* adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk management dan mengoptimalkan berbagai jenis jaringan dengan menerapkan layanan *Quality Of Service* (QoS) untuk menetapkan tipe-tipe lalulintas jaringan. sedangkan QoS adalah kemampuan untuk menggambarkan suatu tingkatan pencapaian di dalam suatu sistem komunikasi data. 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*). Taufiq Akbar, (2017). *Management bandwidth* adalah proses mengukur dan mengontrol komunikasi (lalu lintas, paket) pada link jaringan, untuk menghindari mengisi link untuk kapasitas atau *overflowing link*, yang akan mengakibatkan kemacetan jaringan dan kinerja yang buruk. Maksud dari manajemen *bandwidth* ini adalah bagaimana kita menerapkan pengalokasian atau pengaturan *bandwidth* dengan menggunakan sebuah PC *Router* Mikrotik. Manajemen *bandwidth* memberikan kemampuan untuk mengatur *bandwidth* jaringan dan memberikan level layanan sesuai dengan kebutuhan dan prioritas sesuai dengan permintaan pelanggan. AsnawiM. (2018).

1.4 Mikrotik

1.4.1 Pengenalan Mikrotik



Gambar 2.5 Logo Mikrotik

Mikrotik adalah sistem operasi dan perangkat lunak yang digunakan untuk memfungsikan komputer sebagai *router*. PC *router* tersebut dilengkapi dengan berbagai fasilitas dan alat, baik untuk jaringan kabel maupun nirkabel. Mikrotik sekarang ini banyak digunakan oleh ISP, penyedia *hotspot*, ataupun oleh pemilik warnet. Pada standar perangkat keras berbasis *Personal Computer (PC)*

mikrotik dikenal dengan kestabilan, kualitas kontrol dan fleksibilitas untuk berbagai jenis paket data dan penanganan proses *route* atau lebih dikenal dengan istilah *routing*. Sedangkan aplikasi yang dapat diterapkan dengan Mikrotik selain *routing* adalah aplikasi kapasitas akses (*bandwidth*), manajemen, *firewall*, *wireless access point* (WiFi), *backhaul link*, system *hotspot*, *Virtual Privati Network* (VPN) server dan masih banyak lainnya. Susianto, D. (2016).

1.4.2 Jenis-jenis Mikrotik

1. Mikrotik *Router OS* yang berbentuk *software*. Dapat di instal pada kompueter rumahan (PC).
2. *BUILT-IN Hardware* Mikrotik. Dalam bentuk perangkat keras yang khusus dikemas dalam *board router*, yang di dalamnya sudah terinstal Mikrotik *Router OS*.

1.4.3 Fitur-fitur Mikrotik

1. *Address List*: Pengelompokan *IP Address* berdasarkan nama.
2. *Bridge*: Mendukung fungsi *bridge spinning tree*, *multiple bridge interface*, *bridging firewalling*.
3. *Data Rate Management*: QoS berbasis HTB dengan penggunaan *burst*, PCQ, RED, SFQ, FIFO *queue*, CIR, MIR, limit antar *peer to peer*.
4. DHCP: Mendukung DHCP tiap antarmuka; DHCP *Relay*; DHCP *Client*, *multiple network DHCP*; *static and dynamic DHCP leases*.

5. *Firewall* dan NAT: Mendukung penyaringan koneksi *peer to peer*, *source* NAT dan tujuan NAT. Mampu menyaring berdasarkan MAC, *IP address*, *range port*, protokol IP, pemilihan opsi protokol seperti ICMP, TCP Flags dan MSS.
6. Nirkabel: Nirkabel *gateway* dengan autentikasi RADIUS. Mendukung *limit data rate*, SSL, HTTPS.
7. M3P: Mikrotik Protokol Paket *Packer* untuk *wireless links* dan *ethernet*.
8. *Monitoring/Accounting*: Laporan Traffic IP, log, statistik *graph* yang dapat diakses melalui HTTP.
9. *Proxy*: *Cache* untuk FTP dan HTTP *proxy* server, HTTPS *proxy*; *transparent proxy* untuk DNS dan HTTP; mendukung protokol SOCKS; mendukung *parent proxy*; *static* DNS.
10. *Routing*: *Routing static* dan dinamik; RIP v1/v2, OSPF v2, BGP v4.
11. *Tool*: Ping, *Traceroute*; *bandwidth* test; ping *flood*; *telnet*; SSH; *packet sniffer*; *Dinamic DNS update*.
12. VLAN: Mendukung Virtual LAN IEEE 802.1q untuk jaringan *ethernet* dan *wireless*; *multiple* VLAN; *VLAN bridging*.
13. WinBox: Aplikasi mode GUI untuk *remote* dan mengkonfigurasi Mikrotik *RouterOS* serta VRRP yang mendukung *Virtual Router Redudant Protocol*. (<http://www.mikrotik.co.id>, 2008).

1.5 IP Address

IP Address (*Internet Protocol Address*) dapat didefinisikan sebagai sebuah identitas *numeric* (penomoran) yang diberikan kepada setiap *device* di dalam jaringan yang berkomunikasi melalui protokol TCP/IP. IP Address mempunyai 2 fungsi yaitu sebagai alat identifikasi *host* atau *interface* yang ada di jaringan, kemudian sebagai alamat lokasi jaringan. IP Address memiliki salah satu jenis alamat yang dinamakan IPv4 (IP versi 4), jenis ini tersusun atas 32 bit angka biner dan dikonversikan ke dalam angka *decimal* yang dipisahkan menjadi 4 blok dan nilainya terbatas hanya dari 0 hingga 255, dengan contoh bentuknya adalah 192.20.20.1. Secara harfiah, IP Address mempunyai dua buah pembagian *cluster* yaitu *Network ID* yang berfungsi sebagai penunjuk alamat atau identitas dari jaringan dan *Host ID* yang berfungsi sebagai penunjuk alamat dari setiap *host* di jaringan. Kesimpulannya, IP Address berperan dalam alamat *logical host* beserta identitas jaringan lokasi *host* itu berada.

1.6 Hierarchical Token Bucket (HTB)

HTB adalah metode yang berfungsi untuk mengatur pembagian *bandwidth*, pembagian ini dilakukan secara *hirarki* yang dibagi-bagi kedalam kelas sehingga dapat mempermudah pengaturan *bandwidth*. HTB diklaim menawarkan kemudahan pemakaian dengan teknik peminjaman dan implementasi pembagian trafik yang lebih akurat. Teknik antrian HTB memberikan fasilitas pembatasan trafik pada setiap level maupun klasifikasi,

bandwidth yang tidak terpakai bisa digunakan oleh klasifikasi yang lebih rendah, Azmuri Wahyu (2017). Ada tiga tipe kelas dalam HTB, yaitu :

1. *Root*

Root class berada paling atas, dan semua trafik harus melewati kelas ini.

2. *Inner class*

Memiliki *parent class* dan *child classes* serta bertanggungjawab hanya untuk lalu lintas jaringan

3. *Leaf class* adalah terminal *class* yang mempunyai *parent class* tetapi tidak mempunyai *child class*. Pada *leaf class*, trafik dari *layer* yang lebih tinggi disuntikkan melalui klasifikasi yang harus digunakan melalui filter, sehingga memungkinkan untuk membedakan jenis trafik dan prioritas. Sehingga, sebelum trafik memasuki *leaf class* harus diklasifikasikan melalui filter dengan berbagai *rules* yang berbeda. Pada antrian HTB mempunyai parameter yang menyusunnya dalam antrian yaitu :

a. *Rate*

Parameter *rate* menentukan *bandwidth* maksimum yang bisa digunakan oleh setiap *class*, jika *bandwidth* melebihi nilai “*rate*”, maka paket data akan dipotong atau dijatuhkan (*drop*).

b. *Ceil*

Parameter *ceil* di-set untuk menentukan peminjaman *bandwidth* antar *class* (kelas), peminjaman *bandwidth* dilakukan kelas paling bawah ke kelas di atasnya, teknik ini disebut link *sharing*.

c. *Random Early Detection* (RED)

Random Early Detection atau bisa disebut *Random Early Drop* biasanya digunakan untuk *gateway/router backbone* dengan tingkat trafik yang sangat tinggi. RED mengendalikan trafik jaringan sehingga terhindar dari kemacetan pada saat trafik tinggi berdasarkan pemantauan perubahan nilai antrian minimum dan maksimum. Jika isi antrian dibawah nilai minimum maka mode '*drop*' tidak berlaku, saat antrian mulai terisi hingga melebihi nilai maksimum, maka RED akan membuang (*drop*) paket data secara acak sehingga kemacetan pada jaringan dapat dihindari. RED juga mempunyai parameter yang menyusunnya, yaitu : *Max, Min, Probability, Limit, Burst, Avpkt, Bandwidth, Ecn (Explicit Congestion Notification)*.

Berikut ini adalah keunggulan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dari management *bandwidth* lainnya yaitu :

1. *Hierachical Token Bucket* atau HTB memungkinkan kita membuat *queue* menjadi lebih terstruktur, dengan melakukan pengelompokan-pengelompokan bertingkat.
2. Optimalisasi *bandwidth* menjadi efisien karena jika tidak ada akses dari *class* atas maka *class* bawah mendapatkan *bandwidth* secara *full*. Sedangkan untuk *queue* batas *bandwidth* sudah diatur peruser menjadikan *bandwidth* sudah terbagi secara rata.
3. Metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) mempunyai kelebihan dalam pembatasan trafik pada tiap level maupun klasifikasi, sehingga

bandwidth yang tidak dipakai oleh level yang tinggi dapat digunakan atau dipinjam oleh level yang lebih rendah.

1.7 Metode *Peer Connection Queue* (PCQ)

PCQ pada *queue type* adalah salah satu *feature* dari MikroTik untuk membantu memanager *traffic rate* dan *traffic packet*. Dalam OS mikrotik, PCQ adalah program untuk Mengelola jaringan Lalu Lintas Kualitas Layanan (QoS). Tujuan utama dari metode ini adalah untuk melakukan *bandwidth sharing* otomatis dan merata ke *multi client*. Kerja prinsip PCQ dengan menerapkan *simple queue* atau *queue trees* dimana hanya ada satu klien aktif yang menggunakan *bandwidth*, sementara klien lain berada dalam posisi *idle* maka klien aktif tersebut dapat menggunakan *bandwidth* maksimum yang tersedia, tetapi jika klien lain aktif, maka *bandwidth* yang maksimal dapat digunakan oleh kedua klien (*bandwidth* atau jumlah klien yang aktif) sehingga *bandwidth* dapat terdistribusi secara adil untuk semua klien. Pada prinsipnya, penggunaan metode antrian untuk menyeimbangkan *bandwidth* yang digunakan pada beberapa klien, Dodi Arfiansyah (2022).

Berikut ini adalah keunggulan PCQ :

PCQ dibuat sebagai penyempurnaan dari metode SFQ. Kelebihan PCQ adalah bisa membatasi *bandwidth* untuk masing-masing *client* secara merata. Namun PCQ mempunyai kekurangan yaitu PCQ membutuhkan memori yang cukup besar.

1. Memungkinkan untuk memilih pengidentifikasi aliran (*flow*) (dari *dst-address* / *dst-port* / *src-address* / *src-port*). Sebagai contoh jika mengklasifikasikan arus dengan *src-address* pada interface lokal (antarmuka dengan klien), masing-masing *sub-stream* PCQ akan meng-*upload* satu klien tertentu.
2. Hal ini dimungkinkan untuk menetapkan batasan kecepatan untuk *sub-stream* dengan opsi *pcq-rate*. Jika *pcq-rate* = 0, maka *sub-stream* akan membagi lalu lintas yang tersedia sama rata.