(2024), 2 (7): 24–38 Scientica 3021-8209
Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi

Manajemen Bandwidth Jaringan menggunakan Queue Tree dengan Metode Peer Connection Queue (PCQ)

Hera Vernando[1],Indah Dwi Mumpuni[2], Dinny Wahyu Widarti[3]
[1,3]Program Studi S1- Teknologi Informasi, STMIK PPKIA Pradnya Paramita
[2]Program D3 - Sistem Informasi, STMIK PPKIA Pradnya Paramita
[1]vernando@gmail.com, [2]indah@stimata.ac.id, [3]dinnywidarti@gmail.com

Abstract (English)
SMPN 2 Tanjunganom has 780 students divided into 27 classes. There is 1 computer lab room. The internet is one of the supporting learning activities in the lab. There are 5 classes per class whose learning activities are in the lab, in one class there are 26 to 30 students. In the lab there are 31 computers and a bandwidth of 10 mbps using an ISP (Internet Service Provider) from Telkom, but there is no bandwidth regulation wich causes some of the computers to experience connection time out. This is caused by uneven bandwidth. As a solution to this problem, there is a method for distributing bandwidth evenly, that is using a peer connection queue method that will evenly distribute bandwidth as many users are conncted. Based on the test results concluded that in building bandwidth management, using the queue tree with the queue tree method can overcome the problems that exist in the Tanjunganom SMPN 2 computer lab.

Article History
Submitted: 25 May 2024
Accepted: 4 June 2024
Published: 5 June 2024

Key Words
Bandwidth Management, Queue Tree, Peer Connection Tree.

Abstrak (Indonesia)
SMPN 2 Tanjunganom memiliki 780 siswa yang dibagi menjadi 27 kelas. Terdapat 1 ruang lab komputer. Internet merupakan salah satu penunjang kegiatan pembelajaran di lab. Ada 5 kelas yang kegiatan belajarnya di lab, dalam satu kelas ada 26 hingga 30 siswa. Di lab terdapat 31 komputer dan bandwidth 10 mbps menggunakan IDP (Internet Service Provider) dari Telkom, namun belum ada pengaturan bandwidth yang menyebabkan beberapa komputer mengalami time out koneksi. Ini disebabkan oleh bandwidth yang tidak rata. Sebagai solusi untuk masalah ini, ada metode untuk mendistribusikan bandwidth secara merata, yaitu menggunakan metode antrian koneksi peer yang secara merata akan mendistribusikan bandwidth karena banyak pengguna yang curang. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimulkan bahwa dalam membangun manajemen bandwidth menggunakan queue tree dengan metode queue tree dapat mengatasi permasalahan yang ada di lab komputer SMPN 2 Tanjunganom.

Sejarah Artikel
Submitted: 25 May 2024
Accepted: 4 June 2024
Published: 5 June 2024

Kata Kunci
Manajemen Bandwidth; Queue Tree; Peer Connection Tree.

1. Pendahuluan

SMPN 2 Tanjunganom adalah salah satu SMPN yang ada di Kabupaten Nganjuk, memiliki 780 siswa yang terbagi dalam 27 kelas. Menggunakan 1 ruang lab komputer untuk menunjang kegiatan belajar-mengajar. Terdapat 5 kelas per angkatan yang menggunakan lab komputer dengan pembagian kelas sebanyak 26 sampai 30 orang siswa. Di dalam lab komputer terdapat 31 komputer yang tersambung internet dengan kapasitas bandwidth sebesar 10 Mbps memakai ISP (Internet Service Provider) dari Telkom. Tetapi belum ada pengaturan bandwidth yang menyebabkan komputer-komputer di lab mengalami koneksi tidak merata.

Ketika proses belajar-mengajar berlangsung di lab komputer, guru dan siswa biasanya memakai internet untuk mencari materi, mengerjakan tugas, mengirim email, dan lain-lain. Kadang ada beberapa siswa yang sengaja memakai komputer untuk mendownload sesuatu memakai aplikasi idm (Internet Download Manajer), streaming video online, ketika pelajaran berlangsung. Hal ini mengakibatkan pemakaian bandwidth secara besar ke beberapa komputer tersebut.

Pada saat yang bersamaan, ada beberapa komputer lain yang mengalami *time out* (koneksi terputus), yang disebabkan oleh pemakaian bandwidth yang tidak merata. Biasanya guru mencari dengan melihat satu per satu komputer mana saja yang memakai bandwidth besar, kemudian menegur siswa tersebut untuk menghentikan prosesnya. Hal ini jelas kurang efektif dan efisien, karena bisa saja siswa akan mengulang lagi dilain waktu, dan ini akan mengurangi waktu kegiatan belajar-mengajar.

Maka dari itu manajemen bandwidth (pengelolaan jaringan) sangat penting dilakukan untuk mengendalikan pemakaian bandwidth yang tidak merata oleh siswa di dalam lab komputer.

Ada 2 metode yang dapat dilakukan dalam pembagian bandwidth, yaitu metode Simple Queue dan Queue Tree. Metode Simple Queue merupaka metode yang cukup sederhana dalam melakukan konfigurasinya. Pada metode Simple Queue kita bisa mengalokasikan bandwidth khusus buat ICMP (*Internet Control Message Protocol*) sehingga apabila pemakaian bandwidth pada klien sudan penuh *ping time*-nya akan naik dan bahkan RTO (*Request Time Out*). Metode yang kedua yaitu metode Queue Tree, merupakan metode yang cukup rumit dalam melakukan konfigurasinya. Keunggulannya adalah kita dapat mengalokasikan bandwidth yang terdapat pada klien penuh, *ping time*-nya masih dapat stabil.

Jaringan Komputer adalah jaringan telekomunikasi yang memungkinkan antar komputer untuk saling menukar data, Kurniawan (2020) [1].

Menurut Hadi (2016) [2], Jaringan Komputer dapat pula diartikan sebagai kumpulan sejumlah terminal komunikasi yang berada di berbagai lokasi yang terdiri lebih dari datu komputer yang saling berhubungan.

Kabel jaringan komputer merupakan jaringan komputer yang menggunakan kabel jaringan (*UTP Coaxial*, maupun *Fiber Optic*). Kabel jaringan saat ini masih banyak digunakan meskipun sudah ada alat alternatif lain yaitu menggunakan jaringan *wireless*. Namun saat ini masih ada yang menggunakan jaringan *wired*. Misalkan saja layanan internet dari warnet (warung internet), atau lab komputer di sekolah.

Menurut Irwansyah dalam artikel Sidik (2018) [3] Internet merupakan singkatan dari *iterconnection networking* adalah kumpulan jaringan komputer yang saling terhubung dengan menggunakan protocol TCP/IP untuk melayani miliaran pengguna diseluruh dunia.

DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) Adalah Protokol client-server yang digunakan untuk memberikan alamat IP kepada komputer client/ perangkat jaringan secara otomatis. (Zakaria, 2020) [4].

Router adalah perangkat keras yang di pakai untuk menghubungkan beberapa jaringan, baik itu jaringan yang sama atau jaringan yang berbeda. (Kurniawan, 2020) [5].

Mikrotik merupakan sistem operasi berupa perangkat lunak yang digunakan untuk menjadikan komputer menjadi router jaringan. (Saputri, 2019) [6].

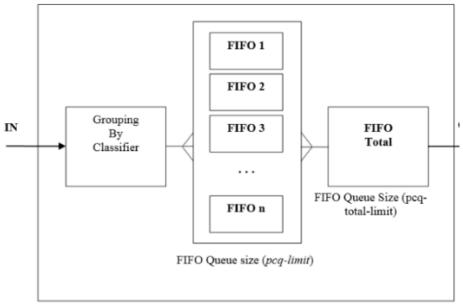
Bandwidth adalah volume informasi per unit waktu yang bisa ditangani oleh media transmisi, misalnya koneksi Internet. Koneksi internet dengan bandwidth yang lebih besar bisa memindahkan sejumlah data (misalnya file video) jauh lebih cepat dari pada koneksi internet dengan bandwidth yang lebih rendah (Patria, 2020) [7].

Manajemen Bandwidth merupakan pengaturan bandwith atau prioritas antrian terhadap pengguna dalam jaringan. (Terto, 2019) [8].

PCQ (*Peer Connection Queue*), dilihat dari namanya saja sudah dapat diambil pengertian bahwa metode ini akan membuat queue di masing-masing koneksi pada setiap user. Cara kerja PCQ adalah dengan membuat *sub-stream* berdasarkan dengan *pcq-classifier*, yang dapat berupa ip address pengirim (*src-address*), ip address tujuan (*dst-address*), port pengirim (*src-port*) dan port tujuan (*dst-port*). (Suryadi, 2018) [9].

Menurut (Faisal, 2018) [10]*Peer Connection Queue* digunakan untuk mengenali arah arus dan digunakan karena dapat membagi bandwidth secara adil, merata, dan massif.

Gambar 1 [11] dapat dijelaskan pada saat sekumpulan paket atau traffic masuk ke dalam konfigurasi queue yang menggunakan metode PCQ, maka yang pertama dilakukan PCQ adalah menggunakan classifier untuk memisahkan seluruh aliran packet (stream) yang masuk menjadi beberapa sub stream.



Gambar 1. Cara kerja PCQ
Sumber: (Sukri, 2017) hal 142

Jaringan komputer mempunyai berbagai macam tipe yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Berdasarkan ruang lingkup ada banyak tipe jaringan komputer, itu juga dibedakan berdasarkan beberapa parameter yang berbeda. Ada beberapa tipe jaringan komputer berdasarkan ruang lingkupnya, yaitu:

1.1 LAN (Local Area Network)

LAN adalah suatu jaringan nirkabel yang menggunakan frekuensi radio untuk komunikasi antara perangkat komputer dan akhirnya titik akses yang merupakan dasar dari transiver radio dua arah yang tipikal bekerja di bandwidth 2,4 GHz atau 5 GHz. (Wardhana, 2017) [12].

1.2 MAN (Metropolitan Area Network)

MAN adalah suatu jaringan dalam suatu kota dengan transfer data berkecepatan tinggi, yang menghubungkan berbagai lokasi seperti kampus, perkantoran, pemerintahan, dan sebagainya. Jaringan MAN disebut juga sebagai gabungan dari beberapa LAN (Rismawati, 2020) [13].

1.3 WAN (Wide Area Network)

WAN merupakan jaringan komputer yang saling berjauhan dan mencakup daerah geografis yang luas, sering kali mencakup sebuah negara atau benua (Muftikhali, 2018) [14].

Menurut Putra (2019) [15] Topologi jaringan adalah suatu cara untuk membuat sejumlah komputer saling berhubungan satu sama lain, baik menggunakan kabel maupun yang nirkabel. Macam-macam topologi jaringan:

a. Topologi Ring
b. Topologi Star
c. Topologi Tree
d. Topologi Mesh
e. Topologi Hybrid
f. Topologi Linear
g. Topologi Peer to Peer

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Mengimplementasikan manajemen bandwidth menggunakan Queue Tree dengan metode PCQ (Peer Connection Queue) pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Tanjunganom sehingga penggunaan bandwidth dalam satu lab komputer dapat mendapatkan bandwidth yang rata dan adil. Kemudian memberikan Quality

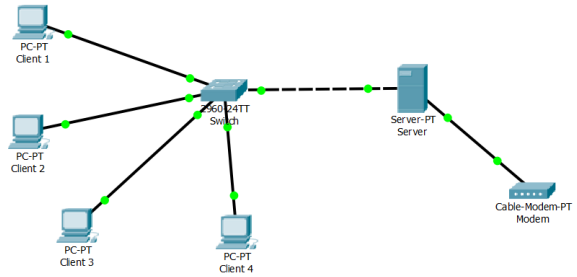
Of service (kualitas jaringan) jaringan internet yang baik dalam satu lab komputer yang di pakai siswa.

2. Metode Penelitian

Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Tanjunganom merupakan salah satu SMP Negeri yang ada di Kabupaten Nganjuk. Tenaga pengajar dan karyawan di SMPN 2 Tanjunganom berjumlah 55 orang, siswanya berjumlah lebih dari 780 orang.

Jaringan internet yang digunakan terbagi menjadi 2 jaringan, yaitu jaringan khusus pengajar dan karyawan, serta jaringan khusus lab komputer.

Topologi yang digunakan di SMPN 2 Tanjunganom adalah topologi star seperti pada gambar 2, yang berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing sehingga user dapat mengakses internet tanpa mengganggu user lain, hal ini karena dihubungkan dengan switch.

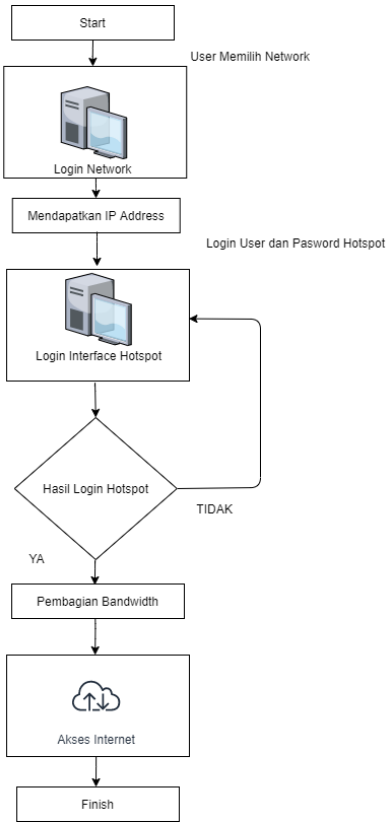


Gambar.2. Topologi Star di SMPN 2 Tanjunganom.
Sumber: Data primer diolah tahun 2020

Bandwidth yang disediakan sebesar 40Mbps yang terbagi menjadi 30Mbps untuk pengajar dan karyawan, serta 10Mbps untuk lab komputer.

2.1. Pemodelan Sistem

Pada gambar 6 dijelaskan alur sistem terlihat proses dimulai dari siswa memilih network, setiap siswa mendapatkan IP *address* secara otomatis, kemudian siswa login di *user interface,* jika user dan password salah maka kembali untuk mengisi login *user interface* dan bila benar setiap user akan mendapatkan bandwidth. Setelah mendapatkan bandwidth dapat mengakses internet. Model sistem yang ditawarkan agar bandwidth dapat termanajemen dengan baik, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar.3. Pemodelan sistem manajemen bandwidth
Sumber: Data primer diolah tahun 2020.

2.2 Perancangan Interface Jaringan

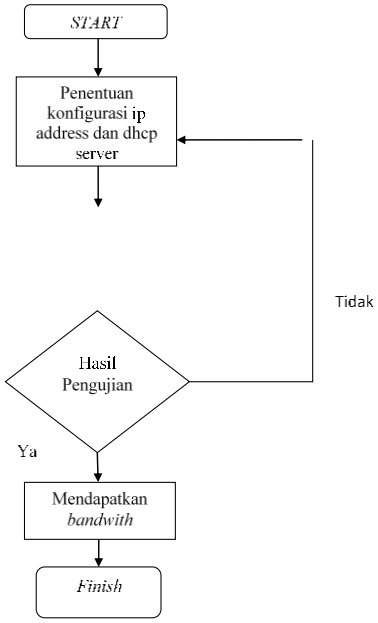
Dalam penelitian ini menggunakan dua interface jaringan yang ada pada RouterBoard Mikrotik RB951Ui-2HND yaitu ppp-out1 untuk modem dari ISP Telkom, ether2 untuk switch yang didistribusikan ke seluruh komputer di dalam lab. Tujuan dari perancangan ini adalah mengatur nama dari interface mikrotik untuk mempermudah dalm proses konfigurasi selanjutnya.

2.3. Perancangan Manajemen Bandwidth menggunakan Queue Tree dengan metode PCQ.

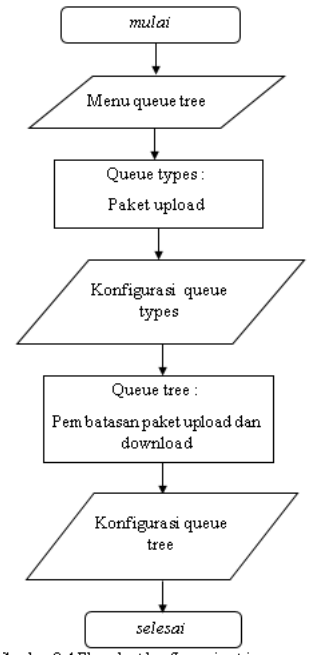
Pada tahap ini dilakukan perancangan manajemen bandwidth menggunakan antrian Queue Tree dengan Peer Connection Queue yang sesuai dengan analisis dari permasalahan yang ada. Pada prinsipnya, penggunaan metode antrian untuk menyeimbangkan bandwidth yang digunakan pada beberapa klien. Dalam OS mikrotik, PCQ adalah program untuk mengelola jaringan lalu lintas kualitas layanan.

Tujuan utama dari metode ini adalah untuk melakukan bandwidth sharing otomatis dan merata ke multi koputer di dalam lab. Kerja prinsip PCQ dengan menerapkan queue tree dimana hanya ada satu komputer aktif yang menggunakan bandwidth, sementara komputer lain berada dalam posisi idle atau belum login, maka klien aktif tersebut dapat menggunakan bandwidth maksimum yang tersedia. Tetapi jika ada satu komputer lain aktif, maka bandwidth yang maksimal tadi dapat digunakan oleh kedua komputer, sehingga bandwidth dapat terdistribusi secara adil untuk semua komputer.

Tahap-tahap perancangan manajemen bandwidth secara umum dan perancangan dengan metode PCQ dengan antrian queue tree ditunjukkan pada bagan alir gambar 4 dan 5.



Gambar.4. Flowchart perancangan manajemen bandwidth



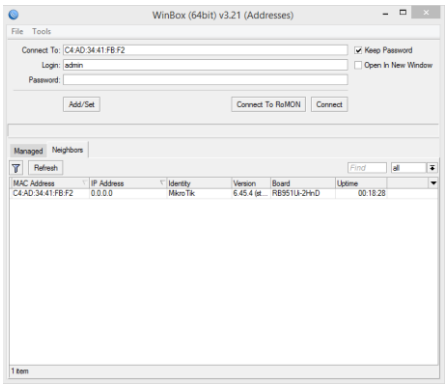
Gambar.5. Flowchart konfigurasi antrian queue tree.

3. Hasil dan Pembahasan

Diketahui bahwa di lab ada 30 komputer dan dipakai oleh 26 hingga 30 siswa per kelas. Berikut ini akan dijelaskan pengujian menggunakan PCQ dengan antrian queueuq tree dan cara konfigurasi pembagian bandwidthnya.

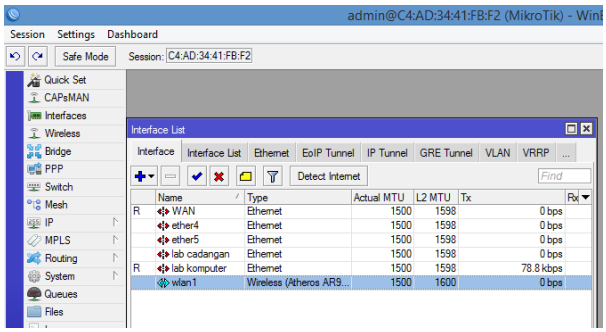
3.1 Konfigurasi Interface Jaringan

Untuk melakukan proses konfigurasi, hal pertama yang akan kita lakukan harus masuk melalui WinBox yang berfungsi sebagai remote Mikrotik. Tampilan awal masuk WinBox seperti pada gambar 6.Klik pada bagian MAC Address, dan klik Connect.



Gambar.6. Tampilan awal masuk WinBox.

Setelah masuk pada tampilan interface, kemudian konfigurasi interface, seperti pada gambar 7. Klik tanda +, Edit Name saja sesuai contoh: ether-1 WAN. Port disini bertujuan untuk disambungkan ke jaringan yang akan dibuat. Ada 3 port yang dipakai, 2 di tancapkan, 1 untuk cadangan. 1 wlan bawaan router mikrotik RB951UI. 2 port akan digunakan di port WAN, port lab, dan wlan 1 bawaan router.



Gambar.7. Interface yang telah di konfigurasi per-port.

3.2 Konfigurasi IP Address

Konfigurasi IP Address ini berfungsi memberikan ip untuk setiap port yang digunakan. Sebelum mengkonfigurasi ip address, cek port beberapa yang akan digunakan.Port yang di setting yaitu port 2 untuk jaringan kabel dan wlan 1 untuk nirkabel. Port 1 tidak dikonfigurasi karena akan mendapatkan ip secara otomatis dari jaringan WAN.

Konfigurasi address isi sesuai ip yang ingin digunakan, lalu setting interface sesuai port tadi. Kemudian klik menu Apply maka network akan terisi secara otomatis.

Ip address dibedakan karena untuk menghindari bentrok antar port, pada wlan 1 untuk yang memakai koneksi wifi di dalam lab masukan ip:192.168.10.1/24 network: 192.168.10.0 kemudian klik menu apply maka netowork akan terisi secara otomatis.

3.3 Konfigurasi DHCP Klien

Konfigurasi untuk mendapatkan IP address, gateway, dan DNS Server dari router ISP secara otomatis, langkah yang harus dilakukan adalah membuat DHCP klien. Masuk pada menu IP>>DHCP Client>>tombol add (Interface tetap di port WAN (either 1), karena WAN merupakan Port yang menghubungkan ke jaringan internet) dan klik OK.

Hasilnya, dimana telah didapatkan IP address 192.168.100.12/24 secara otomatis.

3.4 Konfigurasi DHCP Server

Pada konfigurasi ini akan dilakukan setting DHCP server per-port di mikrotik agar komputer mendapatkan IP address secara otomatis dari server. Cara konfigurasinya yaitu klik menu IP>>DHCP Server>>DHCP setup. Tampilan awal dari settingan DHCP server, kemudian pilih lab komputer (ether2).

Konfigurasi per port makan yang akan dimasukkan dalam konfigurasi awal yaitu:

a. Ether2 – lab komputer
b. Wlan1 – lab komputer

Pada gambar 17 masukan DHCP address space sesuai IP lab komputer (ether2), nantinya akan memberikan nomor IP secara otomatis kepada komputer user. IP port juga dibedakan akan tidak terjadi tabrakan, dalam penyusunan port yaitu:

a. dhcp1 lab komputer : 192.168.20.0/24
b. dhcp1 wlan1 : 192.168.10/24

Selanjutnya kita mengatur IP POOL agar IP yang diatur dapat diberikan ke user dengan otomatis.

3.5 Konfigurasi NAT (Network Address Translation)

NAT berfungsi untuk menghubungkan alamat IP sehingga IP address pada jaringan lokal dapat mengakses IP public pada jaringan WAN. Cara konfigurasinya yaitu klik menu IP>>Firewall>>tab NAT>>klik tombol +>>masuk tab General>>chain: sernat>>Out Interface pilih adri sumber modem disini diberi nama WAN (ether1) seperti gambar 19. Masih di tab NAT klik Action diisi masquerade. Hasil konfigurasi NAT.

Setelah konfigurasi NAT selesai cek koneksi internet lewat mikrotik dengan cara pilih new terminal ketik: ping 8.8.8.8. Selanjutnya cek koneksi lewat komputer yang digunakan untuk konfigurasi mikrotik buka CMD ketik : ping 8.8.8.8.

3.6 Konfigurasi Queue Tree dan Peer Connection Queue

Konfigurasi setting queue tree untuk membagi bandwidth yang ada, yang dilakukan pertama adalah setting limit alokasi pembagian bandwidth di jaringan wired (lab komputer/enther2). Kemudian setting mangle terlebih terlebih dahulu fungsinya untuk membedakan trafik download dan upload queue tree.

Uji kcepatan internet dari dan sebelum masuk dalam pembagian queue tree pengujian menggunakan Measurement lab (M-Lab) yang bekerja sama dengan google.com dalam bidang pengujian kecepatan internet yang didapat sebelum masuk antrian queue tree adalah 10.4 Mbps Download dan 5.69 Mbps Upload.

3.7 Pengujian dan Hasil

Agar bandwidth dapat terbagi secara merata ada beberapa tahapan yang harus di konfigurasi pada router mikrotik. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Konfigurasi NAT

NAT (Network Address Translation) berfungsi agar komputer server dan client dapat terhubung ke internet. NAT akan mengubah alamat komputer yang memiliki IP private dan menjadikannya IP public menggunakan Masquerade.

2. Konfigurasi Mangle

Mangle berfungsi untuk melakukan mark pada suatu paket. Untuk penandaan suatu paket digunakanlah forward yang berguna untuk meneruskan suatu koneksi yang terjadi dari private ke public tanpa terjadi suatu proses di dalam router.

Untuk mensimulasikan jaringan yang telah di buat dibutuhkan sebuah software bantuan bernama winbox.exe, setelah winbox tersimpan di komputer dapat langsung dijalankan dengan memasukan MAC Address mikrotik, misal 00:0C:42:56:D8:00, isi juga login dengan admin sedangkan password dikosongkan.

Tabel 1 merupakan perbandingan kecepatan download antara PCQ aktif dan nonaktif dengan pembagian bandwidth download 5 Mbps menggunakan antrian queue tree.

Tabel Traffic Download

No	IP Connect	Download PCQ Nonaktif	Download PCQ Aktif
1	192.168.20.248	2.6 Mbps	1266.6 Kbps
2	192.168.20.249	832.6 Kbps	1266.6 Kbps
3	192.168.20.246	797.5 Kbps	1266.6 Kbps
4	192.168.20.245	750.5 Kbps	1202.6 Kbps

Untuk setting Queue Tree pada winbox maka langkah yang dilakukan adalah membuka menu pada winbox, lalu klik IP, setelah itu klik *Firewall* , pilih NAT Kemudian pilih *add* (+). Dan out interface nya. Lalu pada menu Action pilih masquerade, klik apllu lalu OK. Kemudian buat PCQ upload dan download agar bisa terbagi rata kecepatan internet disatu jaringan tersebut caranya : pada winbox pilih menu queues klik Queue Type klik *add* (+). Isi type name : download – kind : pcq – classifier centang yang Dst. Adress . untuk yang upload pada Queue Type klik *add* (+). Isi type Name : upload – kind : pcq – classifier centang yang Src. Address lalu klik OK.

Kemudian setting Kemudian setting mangle untuk menandakan traffic upload dan download. Selanjutnya adalah setting queue tree lalu klik menu Queue pada WinBox. Pada Queue List pilih menu queue tree lalu klik add (+). Selanjutnya membuat type queue upload dan type queue download.

3.8 Pengujian Jaringan

Pengujian jaringan sebelum dan sesudah dilakukan konfigurasi manajemen bandwidth dengan menggunkan Queue Tree dengan metode PCQ. yang digunakan pada pengujian jaringan awal ini Adalah 4 komputer, pengujian jaringan awal akan menggunakan aplikasi berbasis web yaitu google M-lab secara bersamaan pada setiap komputer serta menggunakan fitur torch Untuk mengetahui berapa traffic jaringan besaran bandwidth download dan upload yang didapat pada setiap komputer.

3.9 Pengujian QOS

Pengujian QoS (Quality of Service) pada perangkat komputer didalam lab yang telah dikonfigurasi queue tree dan PCQ serta perbandingan sebelum dikonfigurasi. Pengujian dengan

cara reload mail.google.com melalui browser. Untuk merekam trafic data dan mengukur QoS menggunakan aplikasi wireshark. Parameter yang diuji yaitu delay, jitter dan throughput. Tabel 2 merupakan data yang diperoleh dari Wireshark. Pengujian Delay tanpa menggunakan Queue Tree dan PCQ.

Rata-rata *delay* = Total *delay*/Total paket yang diterima
= 0,977337 s / 100
= 0,00977337 s = 9,77337 ms

Tabel 2
Paket Delay

Paket ke-	**Tanpa *Queue Tree* dan *PCQ* (dalam *second*)**	**Dengan *Queue Tree* dan *PCQ* (dalam *second*)**
1	0	0
2	0,815438	0,816771
3	0,818622	0,820142
4	0,818688	0,820211
5	0,821465	0,822624
6	0,865269	0,866684
7	0,923461	0,876859
8	0,927946	0,880609
Jumlah	0,977337	0,926717
Total variasi	0,00977337	0,00926717

Hasil Delay tanpa PCQ dan antrian queue tree dapat dilihat pada table 3. Pengujian Delay dengan menggunakan Queue Tree dan PCQ.
Rata-rata *delay* = Total *delay*/Total paket yang diterima
= 0,926717 s / 100
= 0,00926717 s = 9,26717 ms

Tabel 3
Hasil Delay tanpa PCQ dan antrian queue

Parameter	**Nilai**
Total paket yang diterima	100 *packet*
Total *delay*	0,977337 s
Rata-rata *delay*	9,77337 ms

Hasil Delay dengan menggunakan PCQ dan antrian queue dapat dilihat pada table 4.

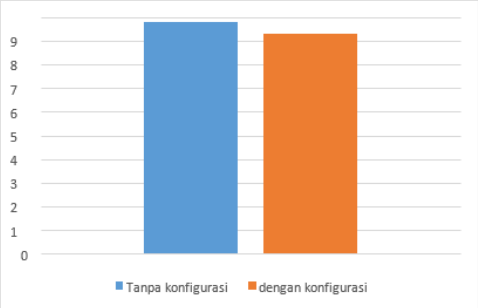
Tabel 4
Hasil Delay menggunakan PCQ dan antrian queue

Parameter	**Nilai**
Total paket yang diterima	100 *packet*

Total *delay*	0,926717 s
Rata-rata *delay*	9,26717 ms

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa nilai delay antara manajemen bandwidth sebelum dan setelah menggunakan metode Queue Tree dan PCQ adalah berbeda dimana delay pada manajemen bandwidth tanpa metode Queue Tree dan PCQ lebih besar daripada setelah menggunakan metode Queue Tree dan PCQ.

Gambar 8 merupakan diagram perbandingan *delay* tanpa menggunakan metode *Queue Tree* dan *PCQ* dengan yang menggunakan metode *Queue Tree* dan *PCQ*.



Gambar.8. Perbandingan Delay tanpa konfigurasi dan dengan konfigurasi.

Pembahasan adalah penjelasan dasar, hubungan dan generalisasi yang ditunjukkan oleh hasil. Uraiannya menjawab pertanyaan penelitian. Jika ada hasil yang meragukan maka tampilkan secara objektif.

Pengujian Jitter tanpa menggunakan metode *Queue Tree* dan *PCQ*, dapat dilihat pada table 5.

Jitter = total variasi *delay*/total *packet* yang diterima
= 0,972111 s/100
= 0,00972111 s = 9,72111 ms

Tabel 5
Hasil Jitter Tanpa PCQ dan antrian queue

Parameter	**Nilai**
Total paket yang diterima	100 *packet*
Total variasi *delay*	0,972111 s
Jitter	9,72111 ms

Pengujian Jitter dengan menggunakan metode *Queue Tree* dan *PCQ*, dapat dilihat pada table 6.

Jitter = total variasi *delay*/total packet yang diterima
= 0,109946 s / 100
= 0,00109946 s = 1,09946 ms

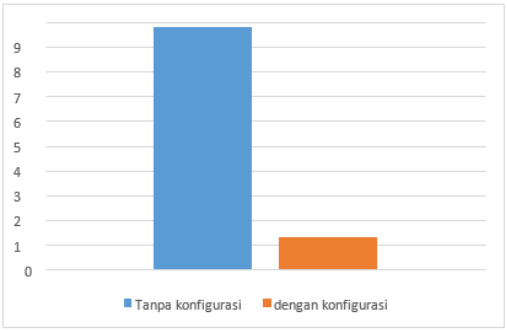
Tabel 6
Hasil Jitter menggunakan PCQ dan antrian queue

Parameter	**Nilai**
Total paket yang diterima	100 *packet*
Total variasi *delay*	0,109946 s

Jitter	1,09946 ms

Total variasi *delay* didapat dengan cara menjumlahkan keseluruhan selisih *delay* antara paket satu dengan yang lainnya.

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa nilai *jitter* antara manajemen *bandwidth* sebelum dan setelah menggunakan metode *Queue Tree* dan *PCQ* adalah berbeda dimana *jitter* pada manajemen *bandwidth* tanpa metode *Queue Tree* dan *PCQ* lebih besar daripada setelah menggunakan metode *Queue Tree* dan *PCQ*, hal ini dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar.9. Perbandingan Jitter tanpa konfigurasi dan dengan konfigurasi

Throughput *Throughput* adalah kecepatan transfer data efektif yang diukur dalam bps. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh interval waktu tersebut.

Pengujian *Throughput* tanpa menggunakan metode *Queue Tree* dan *PCQ*, seperti pada table 7.

Throughput = paket data yang diterima/lama pengamatan
= 84318 bytes / 1,083 s
= 77,85595567867 bytes/s
= 0,622848 kbps

Tabel 7
Hasil Throughput Tanpa PCQ dan antrian queue

Parameter	**Nilai**
Total paket yang diterima	84318 *packet*
Lama Pengamatan	1,083 s
Throughput	0,622848 kbps

Pengujian *Throughput* dengan menggunakan metode *Queue Tree* dan *PCQ*, seperti pada table 8.

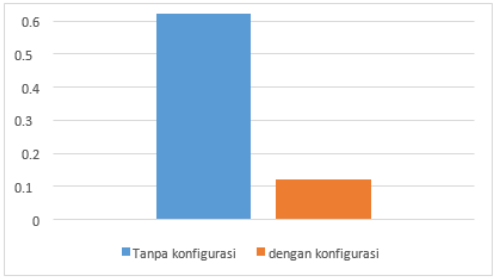
Throughput = paket data yang diterima/lama pengamatan
= 28756 bytes / 18,562 s
= 1,5491865100743 bytes/s
= 0.123935 kbps

Tabel 8
Hasil Throughput Menggunakan PCQ dan antrian queue

Parameter	**Nilai**
Total paket yang diterima	28756 *packet*

Lama Pengamatan	18,562 s
Throughput	0.123935 kbps

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan *Throughput* yang dihasilkan menurun namun tidak terlalu jauh berbeda karena pembatasan *bandwidth* bagi setiap *user* yang menyebabkan kecepatan transfer data menjadi menurun. Diagram perbandingan Troughput tanpa menggunakan metode Queue Tree dan PCQ dengan yang menggunakan metode Queue Tree dan PCQ dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar.10. Perbandingan Throughput tanpa konfigurasi dan dengan konfigurasi

Berdasarkan hasil tabel 9 penelitian ini dapat disimpulkan bahwa besar delay, jitter dan thoughput pada manajemen bandwidth dengan menggunakan metode Queue tree dan PCQ lebih kecil dibandingkan tanpa menggunakan Queue tree dan PCQ hal ini dikarenakan kecepatan transfer data dengan menggunakan Queue tree dan PCQ lebih cepat karena sudah dilakukan pengaturan bandwidth dari setiap client sehingga tidak adannya rebutan bandwidth yang dapat mengakibatkan lambatnya suatu pengiriman data antar server dan client.

Tabel 9 Hasil Keseluruhan Delay, Jitter, danThroughput

Pengujian parameter *QoS*	**Rata-rata *Delay* (ms)**	***Jitter* (ms)**	***Throughput (kbps)***
tanpa menggunakan metode *PCQ* dan *Queue Tree*	9,77337	9,72111	0,622848
dengan menggunakan metode *PCQ* dan *Queue Tree*	9,26717	1,09946	0.123935

4. Kesimpulan

Dengan terbangunnya sistem manajemen bandwidth jaringan menggunakan Queue Tree dengan metode Peer Connection Queue (PCQ) pada SMPN 2 Tanjunganom Nganjuk, dengan alat bantu mikrotik maka diambil ksimpulan:

- Masalah lambatnya koneksi internet karena tidak terbagi secara merata, dapat diatasi dan terbagi rata dengan menerapkan metode PCQ yang telah dikonfigurasi pada mikrotik,

Pemerataan user mendapatkan pembagian seimbang antara user baik untuk download dan upload.

- Terciptanya jaringan internet yang baik (Quality Of Service) di dalam satu lab komputer dengan perbandingan Delay jiiter dan throughput pada manajemen bandwidth dengan menggunakan metode antrian Queue tree dengan metode PCQ lebih kecil dibandingkan tidak menggunakan Queue tree dan PCQ.
- Berdasarkan hasil penelitian bahwa kualiatas jaringan dengan menggunakan metode antrian Queue tree dan PCQ lebih optimal, hal ini dikarenakan bandwidth akan terbagi sesuai dengan rule yang diterapkan pada bandwidth manajemen dan tidak menyebabkan client saling merebut bandwidth.

Saran-saran untuk untuk pengembangan selajutnya sebaiknya ditambahkan keamanan dalam sistem jaringan. Sistem keamanan yang diterapkaan saat ini masih sebatas keamanan standart, sehingga masih memungkinkan user yang tidak mempunyai hak untuk mengakses server dan merubah konfigurasi yang telah dibangun. Pengujian untuk minimalisir bandwidth hanya pada aplikasi download IDM dan melihat traffic download dan upload menggunakan google M-lab dan fitur torch di mikrotik, pengembang selajutnya dapat melakukan uji coba pada aplikasi download dan pengujian trafiic download upload yang lain..

Daftar Pustaka

[1] A. Kurniawan, “Pengertian Jaringan Komputer,” Jun. 05, 2020. https://www.gurupendidikan.co.id/jaringan-komputer/.
[2] A. Hadi, *Administratif Jaringan Komputer*, Pertama. Kencana, 2016.
[3] A. Sidik, R. M. Arnie, and R. A. Alfia, “Perancangan Sistem Informasi E-Recruitment Guru Studi Kasus di SMK Kusuma Bangsa,” *J. Sisfotek Glob.*, vol. 8, pp. 69–74, Mar. 2018.
[4] M. Zakaria, “Ketahui Pengertian DHCP beserta Fungsi dan Cara Kerja DHCP,” *Nasamedia*, 2020. https://www.nesabamedia.com/pengertian-dhcp/.
[5] A. Kurniawan, “3 Fungsi Router, Pahami Cara Kerja dan Perbedaannya dengan Modem,” *Merdeka.com*, Mei 2020. https://www.merdeka.com/jabar/3-fungsi-router-pahami-cara-kerja-dan-perbedaannya-dengan-modem-kln.html.
[6] Y. D. Saputri, “6 Fungsi Mikrotik Lengkap dengan Penjelasan dan Jenisnya,” *Liputan 6*, Mar. 21, 2019. https://www.liputan6.com/tekno/read/3922672/6-fungsi-mikrotik-lengkap-dengan-penjelasan-dan-jenisnya#:~:text=Pengertian%20Mikrotik,komputer%20skala%20kecil%20maupun%20besar.
[7] R. Patria, “Apa itu Bandwidth? Pengertian dan Fungsi Bandwidth,” *DomaiNesia*, Apr. 27, 2020. https://www.domainesia.com/berita/apa-itu-bandwidth-adalah/.
[8] T. Danu and E. P. Laksana, “Analysis Of Bandwidth Management Using Queue Tree as Traffic Control With PFIFO Method,” *J. Maest. Arsit. Tek. Elektro*, vol. 2, no. Vol 2 No 2 (2019): Edisi Oktober 2019, pp. 398–407, Oktober 2019.
[9] A. Suryadi, “Konfigurasi Management Bandwidth Untuk Dynamic User (PCQ),” *Mikrotik Reak Device*, Mar. 28, 2018. https://ahmadsuryadi.net/2018/03/28/konfigurasi-management-bandwidth-untuk-dynamic-user-pcq/.
[10] I. Faisal and A. Fauzi, “AnalisisQos pada Impelementasi Manajemen Bandwidth menggunakan Metode Queue Tree dan PCQ (Peer Connection Queueing),” *Jutikomp*, vol. 1, no. Vol. 1 No. 1 (2018): JUTIkomp Volume 1 Nomor 1 April Periode 2018, pp. 137–142, Apr. 2018, doi: https://doi.org/10.34012/jutikomp.v1i1.341.
[11] J. Sukri, “Analisa Bandwidth Menggunakan Metode antrian Peer Connection Queue,” *Rabit*, vol. 2 No. 2, pp. 136–151, Jul. 2017.

[12] A. N. W. Wardhana, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Berbasis Wireless LAN pada Layanan Indihome," *SemanTIK*, vol. 3 No. 2, pp. 49–58, Jul. 2017.
[13] N. Rismawati, "Analisisdan Perancangan Simulasi Jaringan MAN (Metropolitan Area Network) dengan Dynamic RoutingEIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) dan Algoritma DUAL (Diffusing Update Algorithm) Menggunakan Cisco Packet Tracer," *J. Sist. Komput. Dan Kecerdasan Buatan*, vol. III No. 2, pp. 55–63, 2020.
[14] Q. E. Muftikhali, "OPTIMASI ALGORITMA GENETIKA DALAM MENENTUKAN RUTE OPTIMAL TOPOLOGI CINCIN PADA WIDE AREA NETWORK," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 13 No. 1, pp. 43–48, Feb. 2018.
[15] Putra, "TOPOLOGI JARINGAN : Pengertian, Macam Macam Topologi & Kelebihan Kekurangannya," *Salamadian Muda & Berilmu*, Oktober 2019. https://salamadian.com/topologi-jaringan-komputer/.