

IMPLEMENTASI METODE QUEUE TREE UNTUK MANAJEMEN BANDWIDTH BERBASIS HOTSPOT (STUDI KASUS : ONESNET BEKASI)

Rasim, Mugiarto, Joni Warta

rasim@dsn.ubharajaya.ac.id, mugiarto@dsn.ubharajaya.ac.id, joniwarta@dsn.ubharajaya.ac.id
^{1,2,3} Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Informatika

Abstract

It is time for the application of Bandwidth Management to be carried out on an internet network that is experiencing a growing number of users and the required bandwidth. This study aims to implement bandwidth management in Onesnet Bekasi with the provisions of the distribution of bandwidth per user with a predetermined bandwidth limit according to the needs of Onesnet clients. Uneven bandwidth allocation and the available bandwidth is very limited, causing tug of war between Internet users on the same network so that the network lags. This research uses the Network Development Life Cycle (NDLC) method, to overcome the problem of bandwidth sharing, the Queue tree method is used. The result of this research is Onesnet Bekasi users get an upload and download bandwidth limit of 4 Mbps according to the comparison through Wireshark software. Then the results of the Quality Of Service (QOS) parameter testing were obtained with a throughput of 65.0997 b/s, a delay of 0.07, a packet loss of 0%, and jitter of 5 ms.

Keywords: *Manajemen Bandwidth; Quality Of Service; Network Development Life Cycle (NDLC); Throughput; Delay*

Abstrak

Penerapan Manajemen *Bandwidth* sudah saatnya dilakukan pada jaringan internet yang mengalami perkembangan jumlah user dan bandwidth yang dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan manajemen *bandwidth* di Onesnet Bekasi dengan ketentuan pembagian bandwidth peruser dengan limit *bandwidth* yang telah ditentukan sesuai dengan kebutuhan klien onesnet. Alokasi *bandwidth* yang tidak merata, dan bandwidth yang tersedia sangat terbatas sehingga menimbulkan tarik-menarik antara pengguna Internet di jaringan yang sama sehingga jaringan menjadi lag. Penelitian ini menggunakan metode *Network Development Life Cycle* (NDLC), untuk mengatasi permasalahan pembagian *bandwidth* digunakan metode *Queue tree* dalam mengatur Hotspot. Hasil penelitian ini adalah user Onesnet Bekasi mendapatkan limit *bandwidth* upload dan download sebesar 4 Mbps sesuai dengan perbandingan melalui *software wireshark*. Kemudian didapatkan hasil pengujian parameter *Quality Of Service* (QOS) dengan *throughput* sebesar 65,0997 b/s, *delay* sebesar 0,07, *packet loss* sebesar 0 %, dan *jitter* sebesar 5 ms.

Keywords: Manajemen Bandwidth; Quality Of Service; Network Development Life Cycle (NDLC); Throughput; Delay

1. Pendahuluan

Onesnet Bekasi adalah salah satu jaringan yang menyediakan kebutuhan *bandwidth* untuk masyarakat yang sangat murah akan tetapi kemampuannya sangat kuat dan terpenuhi dan sebagai jasa teknologi, dengan biaya infrastruktur seperti server dan jaringan hampir mencapai 170

klien saat ini. onesnet merupakan Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) yang berada di Kabupaten Bekasi tepatnya di perumahan Mustika Karangsatria.

Onesnet seringkali lag, masalah ini disebabkan oleh alokasi *bandwidth* yang tidak merata, dan *bandwidth* yang tersedia

sangat terbatas sehingga menimbulkan tarik-menarik antara pengguna Internet di jaringan yang sama. Semakin banyak pengguna internet, *bandwidth* yang tersedia dibagikan diantara semua pengguna. Manajemen *bandwidth* merupakan solusi yang dapat mengoptimalkan *bandwidth* untuk mencapai kinerja terbaik. Dengan demikian diharapkan kelambatan penggunaan internet di Onesnet dapat diminimalisir.

Queue tree menjadi metode yang dipakai dalam penelitian ini supaya permasalahan pembagian *bandwidth* yang terjadi pada penggunaan internet dan intranet. *Queue tree* juga dapat mengatasi pemerataan pembagian *bandwidth* saat pengguna berada pada satu bagian yang sama.

2. Kerangka Teori

Simple queue adalah pembatasan sederhana yang didasarkan pada data *rate*, dan termasuk salah satu cara paling mudah dalam melakukan manajemen *bandwidth* yang diimplementasikan pada jaringan komputer dalam cakupan skala kecil sampai menengah untuk digunakan dalam pengaturan *bandwidth upload* dan *download* kepada tiap-tiap pengguna (Hidayatulloh & Rifa'i, 2020)

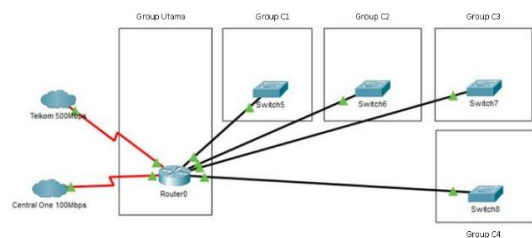
Queue Tree adalah konfigurasi yang bersifat satu arah, berarti sebuah konfigurasi queue hanya akan mampu melakukan queue terhadap satu arah jenis *traffic* (Towidjojo, 2016).

Manajemen *bandwidth* yang baik akan membuat data yang diakses menjadi maksimal, dan proses pengiriman data tidak terganggu serta tidak ada hambatan dalam mengakses internet. Manajemen *bandwidth* adalah teknik pengelolaan jaringan yang merupakan cara untuk memberikan kinerja yang baik pada jaringan secara adil dan memuaskan.

Manajemen *bandwidth* juga berguna dalam menentukan *bandwidth* yang sesuai keinginan serta untuk memenuhi kebutuhan perpindahan data dan informasi serta mencegah persaingan antar aplikasi. (Pamungkas, 2016; Suharyanto, 2020)

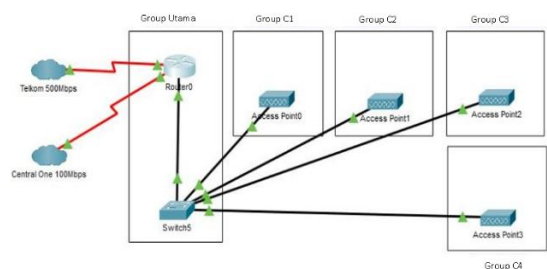
Bandwidth adalah besaran untuk menunjukkan seberapa banyak data yang dapat dilewatkan dalam koneksi melalui sebuah *network*. (Prasetyo et al., 2019). Karena pertumbuhan yang pesat pengguna Internet, *bandwidth* yang terbatas harus dimanfaatkan secara efisien (Sethi, 2017)

Pada topologi jaringan akan dibahas mengenai topologi jaringan yang berjalan di Onesnet Bekasi, dan topologi usulan. Topologi jaringan yang berjalan merupakan topologi yang digunakan di Onesnet Bekasi, terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Topologi yang berjalan

Pada Gambar 3. Merupakan topologi yang akan direncanakan di Onesnet Bekasi. Pada topologi yang direncanakan terdapat beberapa *access point* yang akan diletakkan pada setiap *group* yang ada.



Gambar 3. Topologi yang direncanakan

Manajemen *bandwidth* yang berjalan di Onesnet Bekasi dan Manajemen yang direncanakan penulis sebagai berikut:

Tabel 1. Manajemen *bandwidth* di Onesnet Bekasi

NO	Area	Bandwidth
1	Server Utama	100 Mbps
2	Terminal 1	100 Mbps
3	Terminal 2	100 Mbps
4	Terminal 3	100 Mbps
5	Terminal 4	100 Mbps

Adapun manajemen *bandwidth* yang direncanakan diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Manajemen *bandwidth* yang diusulkan

NO	User	Bandwidth
1	Klien	Upload : 4 Mbps Download : 4 Mbps

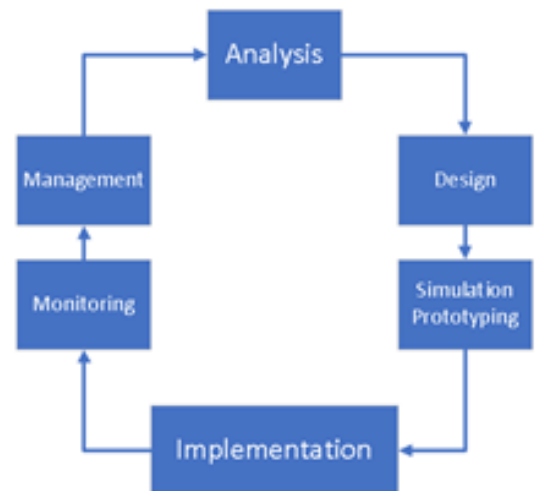
Konfigurasi Jaringan yang dilakukan adalah :

- a. Sistem operasi = Mikrotik RouterOS.
- b. DNS = Sesuai dengan DNS yang diberikan ISP.
- c. NAT = Ya.
- d. Ether1 : IP Ether1 = menyesuaikan dengan *Network* yang ISP berikan Gateway = menyesuaikan dengan IP yang ISP berikan. Ether2:
- e. Disambungkan kabel ke *switch* dan PC
- f. IP Ether2 = 192.168.100.1/24.
- g. DHCP Server = 192.168.100.5.
- h. Konfigurasi pada *firewall* yang memblokir situs *facebook.com* dari trafik PC *Client* yang melewati ether2. Ether3 (WLAN Interface):
- i. IP Ether3 = 192.168.200.1/24.
- j. SSID = Tidak memakai *password*.
- k. Hotspot = alamat login hotspot = *www.ones.net*.
- l. DHCP = 192.168.200.253.

- m. Membuat user yaitu: *Username* = Petugas, *Password* = 12345.
- n. Konfigurasi PC/Laptop *Client* (Yang terhubung Ether2 melalui *Switch*)
- o. Konfigurasi *Smartphone Client* (Yang terhubung Ether 3 melalui *wireless*)

3. Metodologi

Teknik pengumpulan data dengan melakukan observasi yaitu pengamatan langsung terhadap suatu obyek yang ingin diselidiki, serta menggunakan metode pengembangan pada penelitian ini adalah NDLC (*Network Development Life Cycle*). Metode NDLC banyak digunakan para administrator jaringan untuk membuat sebuah jaringan internet. Perancangan jaringan komputer dengan metode NDLC agar dapat mengoptimalkan jaringan komputer yang ada.(Sanjaya & Setiyadi, 2019) Metode NDLC memiliki tahapan yaitu *analysis, design, simulation prototyping, implementation, monitoring, dan management* yang bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Tahapan NDLC

Dapat dijelaskan tahapan NDLC sebagai berikut:

- a. *Analysis* adalah melakukan analisa kebutuhan, permasalahan yang timbul, hal yang diminta user, serta analisa

topologi / jaringan yang sudah ada saat ini.

- b. *Design* adalah dengan data-data yang sudah diperoleh, tahap ini akan membuat gambar *design* topologi jaringan interkoneksi yang akan dibangun, dengan *design* akan memberikan gambaran sesuai kebutuhan jaringan yang ada. *Design* bisa berupa *design* struktur topologi, *design* akses data, *design* tata letak kabel yang akan digunakan, dan lainnya terkait dengan gambaran jelas tentang *project* yang akan dibangun.
- c. *Simulation Prototype* adalah rancangan jaringan yang dibuat dalam bentuk simulasi dengan bantuan alat khusus dibidang jaringan seperti *Boson*, *Packet Tracer*, *Netsim*, dan lain-lain, hal ini dimaksudkan untuk melihat kinerja awal dari jaringan yang akan dibangun yang merupakan bahan presentasi dan diskusi dengan team work lainnya.
- d. *Implementation* adalah di tahapan ini akan memakan waktu lebih lama dari tahapan sebelumnya. Dalam implementasi perancang jaringan akan menerapkan semua yang telah direncanakan dan didesign sebelumnya. Implementasi merupakan tahapan yang sangat menentukan berhasil atau tidaknya *project* yang akan dibangun.
- e. *Monitoring* adalah tahapan yang penting, supaya jaringan komputer maupun komunikasi berjalan sesuai dengan keinginan serta tujuan awal dari user pada tahap awal *analysis*, maka kegiatan monitoring perlu dilakukan agar hasilnya maksimal.
- f. *Management* adalah pengaturan, masalah *Policy* merupakan salah satu yang menjadi perhatian khusus, kebijakan perlu dibuat untuk mengatur agar sistem

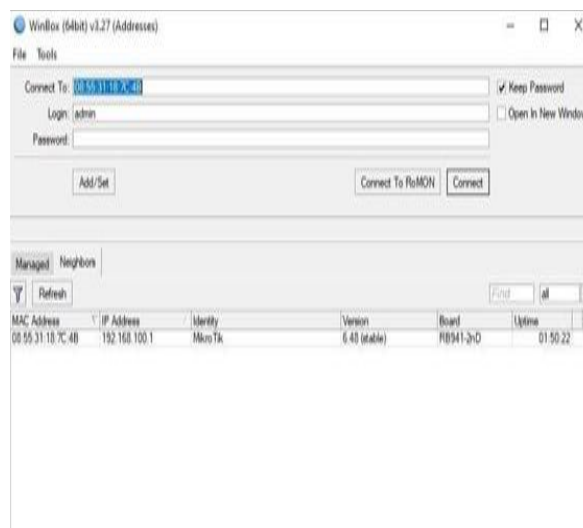
yang telah dibangun berjalan dengan baik, dapat berlangsung lama dan unsur *Reliability* terjaga.(Budiansyah et al., 2020)

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil yang dilakukan dalam penelitian adalah konfigurasi Mikrotik, konfigurasi *access point*, hasil manajemen *bandwidth*, pengukuran parameter QOS, analisa *bandwidth* di Onesnet Bekasi, *monitoring*, dan *management*.

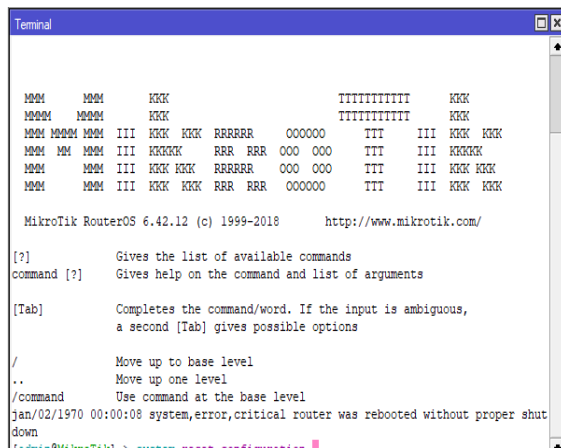
4.1 Konfigurasi Mikrotik

Konfigurasi yang akan dilakukan adalah mengatur IP komputer secara otomatis, Kemudian buka dan jalankan aplikasi *winbox* lalu login dengan MAC address yang tersedia di aplikasi *winbox* yang bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Halaman login mikrotik pada aplikasi winbox

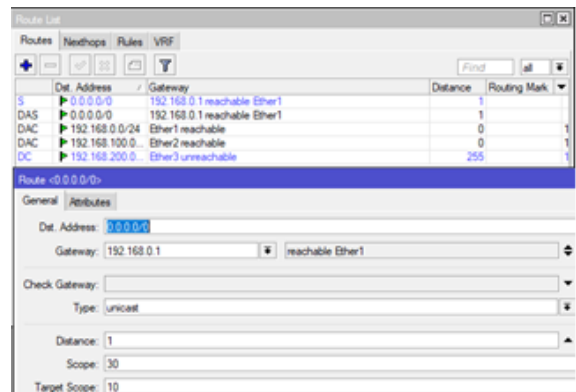
Kemudian pilih New Terminal dan ketik *syntax "system reset-configuration"*. *Syntax* tersebut berfungsi untuk mereset semua konfigurasi yang ada pada mikrotik yang bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Syntax untuk mereset konfigurasi mikrotik.

Setelah mereset *router* mikrotik, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan :

- Mengatur *interface* pada mikrotik. *Interface* merupakan gerbang lalu lintas keluar atau masuk ke mikrotik. Secara *default* mikrotik hanya mengenali *interface* tersebut.
- Mengatur *IP address* pada mikrotik. *IP address* berfungsi sebagai alamat dari suatu jaringan .
- Setting Dynamic Host Control Protocol* (DHCP) pada mikrotik, DHCP berfungsi untuk memberikan *IP public*, DNS, dan *Gateway* saat terkoneksi ke jaringan internet. DHCP diberikan untuk Ether1 agar mendapatkan IP secara otomatis hingga statusnya menjadi “*bound*”.
- Setting Domain Name System* (DNS). DNS berfungsi untuk memberikan domain yang diberikan oleh ISP. Alamat DNS disesuaikan dari ISP.
- Setting routes* untuk memberikan *gateway* dan menentukan jalur routing. Tambahkan alamat *gateway* sesuai yang diberikan oleh ISP. *Setting routes* diperlihatkan pada Gambar 6.



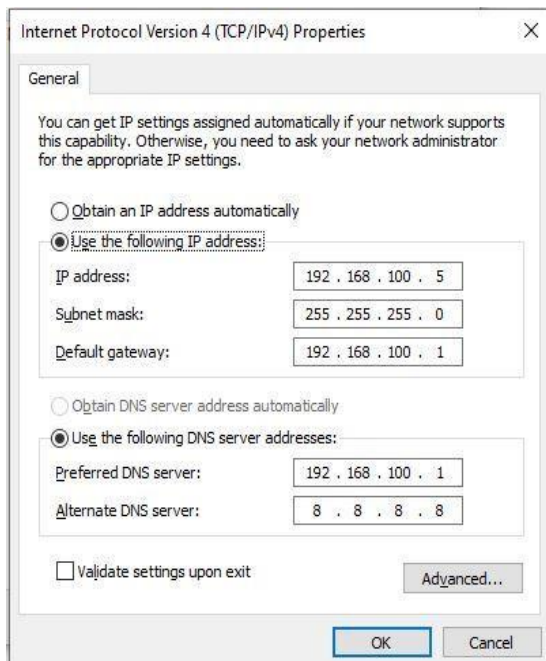
Gambar 6. Setting routes pada mikrotik

- Setelah melakukan konfigurasi routes, selanjutnya adalah *setting Network Address Translate* (NAT) dan *masquerade*. NAT merupakan metode untuk menghubungkan banyak komputer ke jaringan internet dengan menggunakan satu alamat IP. Dengan ketersediaan alamat IP yang terbatas, kebutuhan akan keamanan (*security*), serta *fleksibilitas* dalam administrasi jaringan. *Masquerading* berfungsi untuk merubah paket-paket data *IP address* asal dan port dari local network ke *IP public* kemudian diteruskan ke jaringan internet *global*. Konfigurasi NAT.
- Tes koneksi dengan ping google.com diperlihatkan pada Gambar 7 melalui New Terminal pada mikrotik. Sampai proses ini komputer sudah bisa mengakses internet.



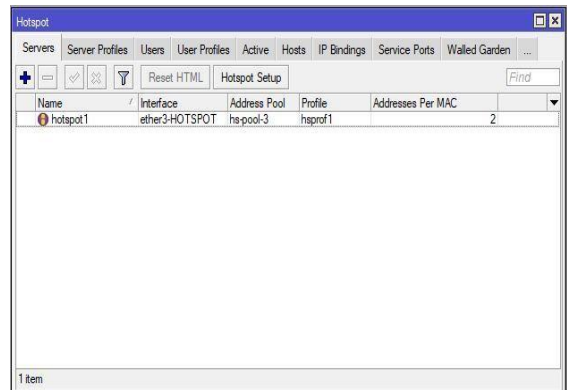
Gambar 7. Tes koneksi internet

- h. *Setting* Ether2 misalnya untuk *block* akses *facebook* atau situs yang diinginkan menggunakan *layer 7 protocol*. *Layer 7 protocol* berfungsi sebagai antar muka dengan aplikasi fungsionalitas jaringan, mengatur bagaimana aplikasi dapat mengakses jaringan, dan kemudian membuat pesan-pesan kesalahan.
- i. *Setting* IP komputer yang terhubung ke Ether2 sesuai dengan IP yang telah diatur sebelumnya (satu *network*) yang diperlihatkan pada Gambar 8.



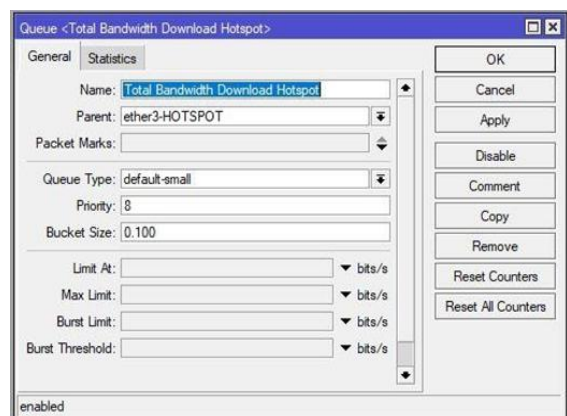
Gambar 8. *Setting IP statis pada komputer*

- j. Setelah melakukan konfigurasi pada Ether2, selanjutnya adalah *setting* hotspot pada Ether3. Hotspot berfungsi untuk memberikan fitur autentikasi pada *user* yang akan menggunakan jaringan. *Setting* hotspot diperlihatkan pada Gambar 9.



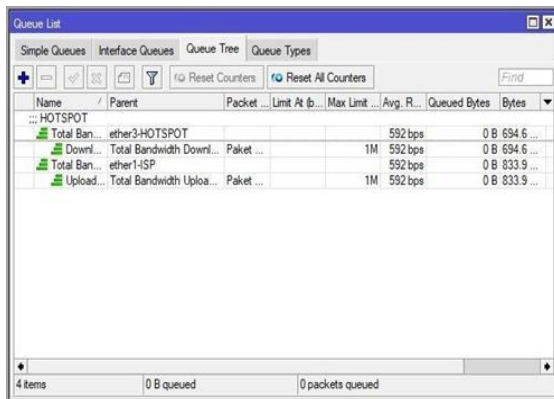
Gambar 9. *Setting hotspot pada Ether3*

- k. Konfigurasi *mangle mark connection* dan *mark packet* untuk hotspot di menu *firewall*. Mangle berfungsi untuk menandai sebuah koneksi atau paket data, yang melewati *router*, masuk ke *router*, ataupun keluar dari *router*.
- l. Setelah melakukan konfigurasi mangle selanjutnya adalah *setting* queue tree untuk memlimit sebuah *bandwidth* pada mikrotik dan membatasi satu arah koneksi baik itu *download* maupun *upload*. Untuk konfigurasi *queue tree* diperlihatkan pada Gambar 10 adalah melakukan konfigurasi *parent queue total bandwidth download* hotspot sebagai induk. Kemudian melakukan konfigurasi *child queue download* hotspot dan memlimit *bandwidth download* sebesar 3 Mbps.



Gambar 10. *Konfigurasi parent queue total bandwidth download hotspot*

- m. Konfigurasi pada *parent queue* total *bandwidth* hotspot dan *child queue download* hotspot. Selanjutnya adalah melakukan konfigurasi pada *parent queue* total *bandwidth upload* hotspot dan *child upload* hotspot. Kemudian melakukan konfigurasi *child queue upload* hotspot dan memlimit *bandwidth upload* sebesar 1Mbps.
- n. Hasil Konfigurasi parent dan *child* dari *download* maupun *upload* diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil konfigurasi parent dan child dari download maupun upload

4.2 Hasil Manajemen Bandwidth

Hasil pengujian *bandwidth* diperlihatkan pada Gambar 12. Hasil tersebut tidak melebihi ketentuan yang sudah *disetting* pada *router* mikrotik. Sedangkan hasil pengujian didapatkan sebesar 3 Mbps untuk *download*, dan 1Mbps untuk *upload*.

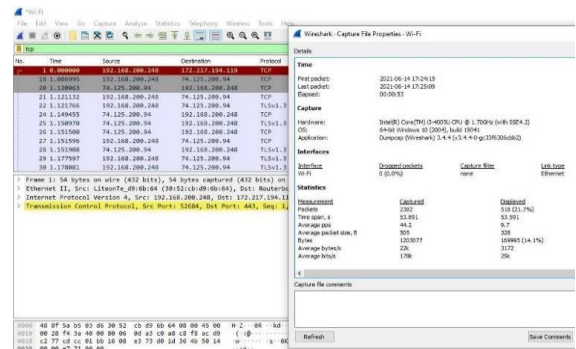


Gambar 12 Hasil pengujian bandwidth

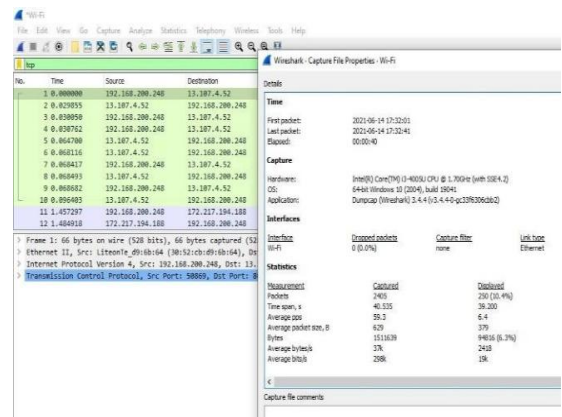
4.3 Pengukuran Parameter Quality Of Service (QoS)

Perhitungan pada parameter QOS dilakukan menggunakan metode *simple queue*. Tujuan pengukuran QOS untuk mengetahui baik atau tidaknya kualitas jaringan. Pengujian ini dilakukan dengan mengunduh file dengan ukuran berkisar 4 Mb dengan limit *bandwidth* 256 Kbps, 512 Kbps, 1 Mbps menggunakan *software wireshark*

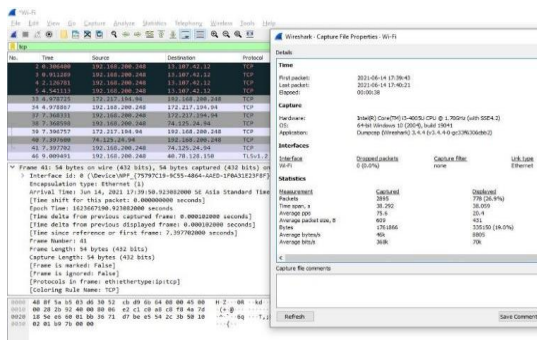
Untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam menghitung *throughput* menggunakan aplikasi *wireshark*. Data *throughput* dengan *bandwidth* limit 256 Kbps diperlihatkan pada Gambar 13. Data *throughput* dengan *bandwidth* limit 512 Kbps diperlihatkan pada Gambar 14. dan Data *throughput* dengan *bandwidth* limit 1 Mbps diperlihatkan pada Gambar 15.



Gambar 13. Throughput simple queue dengan bandwidth limit 256 Kbps



Gambar 14. Throughput simple queue dengan bandwidth limit 512 Kbps



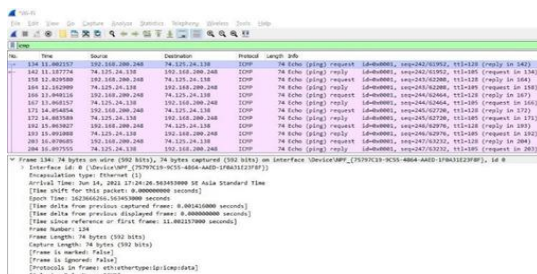
Gambar 15. Throughput simple queue dengan bandwidth limit 1 Mbps

Hasil analisis perbandingan throughput yang dihasilkan oleh manajemen bandwidth simple queue menghasilkan nilai limit bandwidth sebesar 256 Kbps, 512 Kbps dan 1 Mbps, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan throughput simple queue

Bandwidth Management	Ukuran Berkas	Bandwidth Limit	Throughput
Simple Queue	4 Mb	256 kbps	44.2003 b/s
		512 kbps	59.3314 b/s
		1 Mbps	75.6293 b/s

Aplikasi *wireshark* juga digunakan untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam menghitung *delay*. Data *delay* dengan bandwidth limit 256 Kbps diperlihatkan pada Gambar 16.

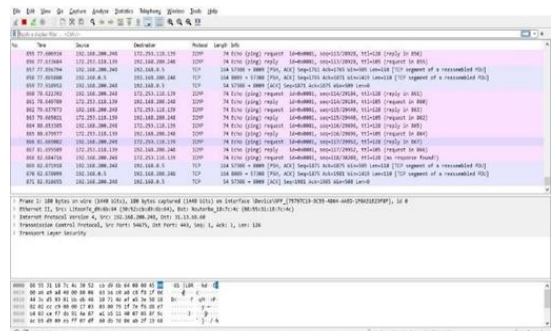


Gambar 16. delay simple queue dengan bandwidth limit 256 Kbps

4.4 Monitoring

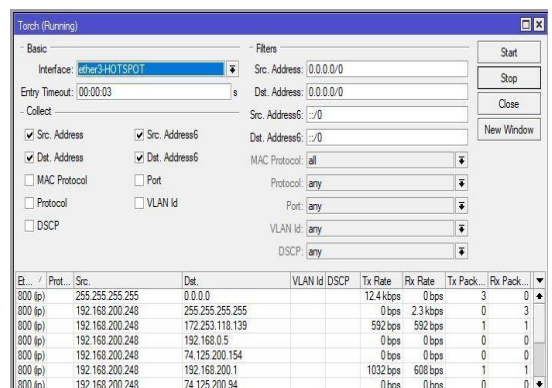
Setelah *implementation*, yang dilakukan selanjutnya dari 6 tahapan metode NDLC adalah *monitoring*. Pada tahap ini penulis menggunakan aplikasi

wireshark yang diperlihatkan pada Gambar 17.



Gambar 17 Monitoring menggunakan wireshark

Wireshark merupakan alat yang dipakai untuk mengetahui detail dari paket - paket pada jaringan. untuk mengamati paket data yang melewati lalu lintas jaringan dan juga menggunakan *tools* yang disediakan oleh mikrotik yaitu *torch* merupakan *tool* yang dipakai melihat *bandwidth* secara *realtime* berupa pemakaian *bandwidth* pada setiap komputer, dan *packet sniffer*, *packet sniffer* merupakan *tool* yang disediakan Mikrotik yang berfungsi menangkap serta menyadap paket - paket yang berjalan pada jaringan.



Gambar 18 Monitoring menggunakan torch

4.5. Manajemen

Pada tahap ini seorang Administrator jaringan mempunyai hak penuh dalam melakukan kebijakan keamanan, melakukan penambahan user, memonitor aliran

data pada lalu lintas jaringan, maupun melakukan modifikasi baik pada struktur jaringan internet ataupun pada sistem yang ada.

4.6. Analisa Bandwidth

Pada tahun 2020/2021 Onesnet Bekasi mempunyai 4 *group* klien, jika 4 *group* klien mendapatkan *bandwidth download* sebesar 4 Mbps dan mendapatkan *bandwidth upload* sebesar 4 Mbps. Maka dengan perhitungan tersebut manajemen *queue tree* dapat membantu memberikan kinerja yang baik bagi proses pengiriman data dan penerimaan data di Onesnet Bekasi. Diperlihatkan pada Tabel 4 adalah perbandingan QOS metode *simple queue* dan metode *queue tree*.

Analisa bandwidth dilakukan menggunakan metode antrian *Per Connection Queue* dengan dua tipe *queue* yaitu *Simple Queue* dan *Queue Tree*. (Jumiati, 2017)

Tabel 4. Perbandingan QOS metode *simple queue* dengan metode *queue tree*

QOS	Limit Bandwidth	Menggunakan Mikrotik Dengan Metode Simple Queue	Menggunakan Mikrotik Dengan Metode <i>Queue Tree</i>
Throughput	256 Kbps	44.2003 b/s	28.0633 b/s
	512 Kbps	59.3314 b/s	77.0806 b/s
	1 Mbps	75.6293 b/s	65.0997 b/s
Delay	256 Kbps	0.180 ms	0.028 ms
	512 Kbps	0.030 ms	0.027 ms
	1 Mbps	0.02 ms	0.07 ms
Packet loss	256 Kbps	0%	0%
	512 Kbps	0%	0%
	1 Mbps	0%	0%
Jitter	256 Kbps	36 ms	10 ms
	512 Kbps	23 ms	5 ms
	1 Mbps	8 ms	5 ms

Dalam pengujian ini nilai throughput, delay, packet loss dan jitter pada metode *Queue Tree* lebih terkontrol dibandingkan dengan metode *Simple Queue*. Namun nilai throughput, delay, packet loss dan jitter dari kedua tipe manajemen bandwidth tersebut termasuk dalam kategori “Sangat Bagus” menurut standar tiphon.

5. Kesimpulan

Dari uraian sebelumnya, maka dapat diambil simpulan yaitu: Dengan adanya penerapan manajemen *bandwidth* per user dengan menggunakan metode *queue tree* akan lebih bisa mengontrol *client* dalam jumlah yang banyak. Hasil parameter QOS dalam pengujian *download* berkas meliputi *throughput* “Sangat Bagus”, *delay* “Sangat Bagus”, *packet loss* “Sangat Bagus”, dan *jitter* “Sangat Bagus” sesuai menurut standar *Tiphon*. *Bandwidth* yang tersedia di Onesnet Bekasi masih belum menerapkan manajemen bandwidth per user, sehingga *bandwidth* yang tersedia belum bisa mencukupi kebutuhan *group* klien.

Daftar Pustaka

- Budiansyah, N., Widiarta, I. M., & W, Y. (2020). *ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA FREERADIUS DAN USERMANAGER PADA MIKROTIK*. 2(3), 196–202.
- Hidayatulloh, S., & Rifa’i, M. M. (2020). Penerapan Simple Queue Dalam Pengelolaan Bandwidth Local Area Network (Studi Kasus: PT Sumber Berkah Niaga). *Jurnal Infotech*, 2(2), 217–222. <https://doi.org/10.31294/infotech.v2i2.9228>

- Jumiati, S. (2017). ANALISA BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE ANTRIAN Per Connection Queue. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 2(2), 244–257. <https://doi.org/10.36341/rabit.v2i2.213>
- Pamungkas, C. A. (2016). Manajemen Bandwith Menggunakan Mikrotik Routerboard Di Politeknik Indonusa Surakarta. *INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta*, 1, 22. <http://informa.poltekindonusa.ac.id/index.php/informa/article/download/120/100>
- Prasetyo, B., Puspitasari, A., & Nasution, R. (2019). Implementasi Manajemen Bandwidth Dan Filtering Web Access Control Menggunakan Metode Address List. *JIKA (Jurnal Informatika)*, 3(2), 73–82. <https://doi.org/10.31000/jika.v3i2.2192>
- Sanjaya, T., & Setiyadi, D. (2019). Network Development Life Cycle (NDLC) Dalam Perancangan Jaringan Komputer Pada Rumah Shalom Mahanaim. *Mahasiswa Bina Insani*, 4(1), 1–10. <http://ejournal-binainsani.ac.id/>
- Sethi, P. C. (2017). Network Traffic Management using Dynamic Bandwidth on Demand. *Journal of Computer Science and Information Security*, 15(6), 369–375.
- Suharyanto, C. E. (2020). *Iinformatics (INNOVATICS) Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree Pada Jaringan Internetnnovation in Research of*. 2, 69–76.
- Towidjojo, R. (2016). *Mikrotik Kung fu Kitab 1*. Jasakom.