

ANALISIS JARINGAN WLAN MENGGUNAKAN METODE IP CLOUD PADA MIKROTIK (STUDI KASUS : SD NEGERI 2 KARANGREJA)

WLAN NETWORK ANALYSIS USING IP CLOUD METHOD
ON MIKROTIK (CASE STUDY : SD NEGERI 2 KARANGREJA)

Anjas Dwi Saputra*¹, Bongga Arifwidodo², Eka Wahyudi³

*Email: 18101183@ittelkom-pwt.ac.id¹, bongga@ittelkom-pwt.ac.id², 0617117601@ittelkom-pwt.ac.id³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Abstrak— SD Negeri 2 Karangreja ditemukan beberapa kendala salah satunya pemakaian jaringan WiFi secara bersama-sama yang menyebabkan antar user mendapatkan *bandwidth internet* tidak merata, akibatnya user tidak dapat menggunakan *internet* dengan stabil. Metode penelitian yang digunakan pengelolaan *bandwidth* dengan melakukan konfigurasi pada mikrotik menggunakan *Queue Tree* tipe *PCQ* dan *HTB*. Fleksibilitas jaringan diperlukan suatu metode *IP Cloud* agar router mikrotik dapat diakses dari *internet*. *IP Cloud* adalah layanan yang ada pada mikrotik, dengan fitur router sebelumnya diakses dengan *IP Public*, yang diganti dengan *DNS*. *Monitoring* selama 6 hari penggunaan *bandwidth* dengan lama pengamatan 3 jam, dari pukul 08.00 WIB sampai 11.00 WIB, didapatkan hasil pemakaian *CPU* sebesar 3%, *MEMORY* 38,4%, *DISK* 82,1% dan kecepatan pemakaian *Bandwidth* sebesar 1,28 Mb untuk *download* dan *upload* 125,21 Mb. Sedangkan untuk performansi *QoS* manajemen *bandwidth* pada jaringan SD Negeri 2 Karangreja lebih baik menggunakan metode *Queue Tree* tipe *PCQ*, karena *PCQ* bekerja dengan sebuah algoritma yang akan membagi *bandwidth* secara merata sejumlah *client* yang aktif dengan hasil *throughput* 2.614 Kbps, *packet loss* 0,2%, *delay* 3,054148 ms, dan *jitter* 3,066065 ms.

Kata kunci — *HTB*, *IP Cloud*, *Mikrotik*, *PCQ*, *QoS*.

Abstract— SD Negeri 2 Karangreja found several obstacles, one of which was the use of the WiFi network together which caused users to get uneven internet bandwidth, as a result users could not use the internet stably. The research method used is bandwidth management by configuring the proxy using *Queue Tree PCQ* and *HTB* types. Network flexibility requires an *IP Cloud* method so that the proxy router can be accessed from the internet. *IP Cloud* is a service that exists on Mikrotik, with router features previously accessed with *IP Public*, which is replaced with *DNS*. *Monitoring* for 6 days of bandwidth usage with 3 hours of observation, from 08.00 WIB to 11.00 WIB, the result obtained were 3% CPU Usage, 38,4% MEMORY, 82,1 % DISK, and bandwidth usage speed 1,28 Mb for download and 125,21 Mb upload As for the *QoS* performance of bandwidth management on the SD Negeri 2 Karangreja network, it is better to use the *PCQ* type *Queue Tree* method, because *PCQ* works with an algorithm that will distribute bandwidth evenly to a number of active clients with a throughput of 2,614 Kbps, packet loss 0,2%, delay 3,054148 ms, and jitter 3,066065 ms.

Keywords — *HTB*, *IP Cloud*, *Mikrotik*, *PCQ*, *QoS*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi saat ini sudah tidak dapat terelakan lagi, teknologi-teknologi baru dirancang untuk membantu kehidupan sehari-hari masyarakat guna mentransfer waktu dan tenaga ke tugas-tugas lainnya. Dengan sebuah jaringan *internet*

masyarakat dapat belajar, bekerja, berbisnis dan bertukar informasi [1].

Membangun *hostpot* berbasis *mikrotik* merupakan suatu konsep memanfaatkan peralatan jaringan untuk menghubungkan beberapa komputer atau *smartphone* pada instansi atau perumahan atau pedesaan sehingga dapat saling berhubungan dan

bertukaran informasi [2]. *Router mikrotik* adalah sistem aplikasi berbasis *linux* yang berfungsi untuk mengubah komputer menjadi *router* jaringan. Dengan menggunakan *mikrotik*, kita dapat mengkonfigurasi jaringan dengan *username* atau *password* tertentu, kita dapat melakukan manajemen terhadap *user-user* tersebut misalnya, mengatur durasi total penggunaan *hostpot peruser*[3].

Karena begitu pentingnya *internet*, maka perlu dilakukan suatu pengaturan ataupun pengendalian yang baik. Dalam pengaturan ataupun pengendalian *internet*, setiap perusahaan atau *institusi* atau kantor menggunakan *router* sebagai alat pengaturannya. Dengan *router* kita bisa mengatur trafik data *internet* yang sedang digunakan [4].

Pada studi kasus SD Negeri 2 Karangreja, Kecamatan Kutasari, Kabupaten Purbalingga peneliti menemukan beberapa permasalahan pada jaringan *internet* sekolah tersebut. Pertama, mengenai penggunaan *bandwidth* jaringan *WiFi* secara bersama-sama menyebabkan antar *user* laptop kepala sekolah dan laptop-laptop guru mendapatkan *bandwidth internet* tidak merata. Akibatnya *user* laptop kepala sekolah dan laptop-laptop guru tidak dapat menggunakan *internet* dengan stabil ketika semua unit laptop menggunakan *internet* dalam waktu yang bersamaan. Dengan ini penulis menganalisis pengolahan jaringan *internet* pada SD Negeri 2 Karangreja agar manajemen *bandwidth* merata. Metode penelitian yang digunakan dalam pengolahan *bandwidth* dengan melakukan konfigurasi pada *mikrotik* menggunakan *Queue Tree* tipe *PCQ* dan *Hierarchical Token Bucket (HTB)*. Kedua, dikarenakan fungsi yang penting dari *router* dalam mengontrol atau mengelola *internet*, maka diperlukan ketersediaan akses terhadap *router* secara *real time*. Dalam artian *router* bisa diakses kapan saja ketika dibutuhkan ataupun ketika terdapat permasalahan jaringan atau *internet*. Untuk bisa mengakses *router* ketika masih terkoneksi ke jaringan lokal *router* tersebut bukanlah menjadi hal yang sulit. Yang menjadi kendala adalah “Bagaimana cara mengakses *router* ketika kita berada diluar jaringan lokal *router*? Dimana mungkin saja *router* tersebut masih berada dibawah *filter Network Address Translation (NAT)* dari suatu *modem internet*” [4].

Bedasarkan permasalahan tersebut penulis menggunakan metode *IP Cloud* untuk bisa mengakses jaringan *WLAN* dari jarak jauh. *IP Cloud* adalah *service router* yang sebelumnya diakses dengan *IP Public*, diganti dengan *DNS* yang disediakan oleh *mikrotik*. Dengan menggunakan

metode *IP Cloud* pengolahan dan *monitoring* jaringan *WLAN* dapat dilakukan jarak jauh.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bedasarkan penelitian [5] meneliti tentang penggunaan *bandwidth* setiap *user* yang tidak dimanajemen dengan baik sehingga antar *user* saling berebut dalam penggunaan *bandwidth*. Metode yang digunakan dalam memanajemen *bandwidth* adalah *Simple Queue*. Hasil data yang didapatkan pada penggunaan *bandwidth* disetiap pengguna jaringan *nirkabel* dengan menggunakan *captive portal* adalah *upload* 14.8 Kbps dan *download* 25.7 Kbps serta penggunaan pada *user* guru 130.4 Kbps untuk *download* dan *upload* 48.8 Kbps.

Penelitian [6] Meneliti tentang jaringannya masih memerlukan manajemen *bandwidth*. Penelitian menerapkan metode *Simple Queue* dan *Queue Qree* dengan tipe penjadwalan *PCQ*. Pengujian dilakukan selama 5 hari dengan menggunakan 10 *client* pada kapasitas *bandwidth* sebesar 10 Mbps. Pengujian dilakukan dengan aktivitas *video streaming*. *Parameter QoS* yang digunakan adalah *throughput*, *delay*, *packet loss*, dan *jitter*. Dari hasil pengujian menggunakan manajemen *bandwidth Simple Queue* nilai rata-rata *indeks* yang didapatkan sebesar 3 dan dalam kategori memuaskan. Sementara untuk manajemen *bandwidth* menggunakan *Queue Tree* nilai rata-rata *indeks* yang didapatkan sebesar 2,75 dan dalam kategori kurang memuaskan.

Penelitian [7] ini membahas tentang penggunaan *bandwidth* di sebuah jaringan seringkali kurang di manfaatkan secara optimal. Metode yang digunakan *Hierarchical Token Bucket (HTB)*. pengukuran *Quality of Service (QoS)* dengan *parameter bandwidth*, *throughput*, *delay*, dan *packet loss*. Hasil yang didapat setelah dilakukan manajemen *bandwidth* dengan metode *HTB* yaitu *parameter throughput* mengalami kenaikan 2.7746% pada pengukuran *cnn.com*. Pada *parameter packet loss* mengalami penurunan 13% pada *cnn.com*. Pada *parameter delay* mengalami penurunan dari yang sebelumnya 135 ms menjadi 41 ms.

Penelitian [4] meneliti tentang suatu pengolahan *internet* pada perusahaan atau institusi atau kantor menggunakan *router* sebagai alat pengaturannya. Untuk mendapatkan kualitas *internet* yang baik dibutuhkan adanya pengendalian atau pengontrolan *router* secara *real time*. Dalam artian *router* bisa diakses dan dikendalikan setiap waktu ketika diperlukan ataupun ketika terdapat permasalahan jaringan atau *internet*. Pada penelitian ini, mencoba

mengangkat studi kasus pengontrolan jarak jauh *router*, menggunakan *routerboard mikrotik* dan *modem telkom indihome*. Dimana terdapat fitur *IP Cloud* pada *mikrotik* dan fitur *Demilitarized Zone (DMZ)*, yang memungkinkan terjadinya pengontrolan jarak jauh ini. *IP Cloud* adalah layanan *Dynamic DNS* gratis dari *mikrotik* khusus bagi pengguna *RouterBoard*. Fungsi dari *IP Cloud* sebagai layanan yang dibuat oleh *mikrotik* untuk keperluan *IP Dynamic*. Tujuannya yaitu memantau *router* agar bisa di *remote* dari jarak jauh [8].

III. METODE

A. Perangkat Yang Digunakan :

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan ditunjukkan pada Tabel-1 dan spesifikasi perangkat keras ditunjukkan pada Tabel-2.

Tabel-1 Perangkat Lunak

Software	Versi	Fungsi
Winbox	3.31	Konfigurasi mikrotik
Wireshark	3.6.2	Pengukuran QoS
Google Chrome	-	Monitoring CPU, Memory, Disk, Bandwidth.

Tabel-2 Perangkat Keras

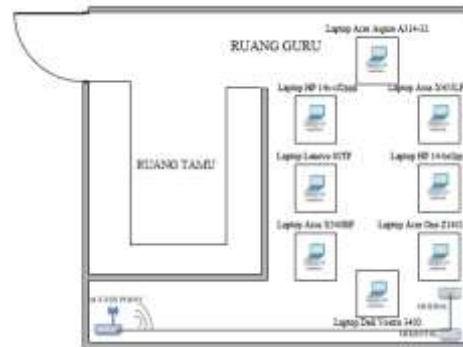
Hardware	Network	Frekuensi
Modem Internet	802.11 b/g/n	2,4 GHz
Mikrotik Rb750r2	-	-
Access Point	802.11n/b/g	2,4 GHz
Laptop Acer Aspire A314-32	802.11ac wave 2, 802.11a/b/g/n	2,4 GHz, 5GHz
Laptop HP 14s-cf2xxx	802.11ac/b/g/n	2,4 GHz
Laptop Lenovo 80TF	802.11ac wave 2, 802.11a/b/g/n	2,4 GHz, 5GHz
Laptop Asus X540BP	802.11b/g/n	2,4 GHz
Laptop Dell Vostro 3400	802.11ac wave 2, 802.11a/b/g/n	2,4 GHz, 5GHz
Laptop Acer One Z1401	802.11ac/a/b/g/n	2,4 GHz
Laptop HP 14-bs0xx	802.11b/g/n	2,4 GHz
Laptop Asus X455LF	802.11 b/g/n	2,4 GHz

B. Topologi Jaringan

Topologi jaringan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 1 *modem internet GPON HG6243C* yang digunakan untuk media perantara jaringan *internet*, 1 *Router Mikrotik Rb750r* sebagai penghubung beberapa jaringan, 1 *Access Point TL-WR840N* sebagai pemancar jaringan *internet* lebih luas, 1 laptop untuk konfigurasi, monitoring dan pengujian jaringan *WLAN* 8 laptop. Topologi jaringan terdapat pada gambar-1.

C. Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah himpunan “interkoneksi” antara 2 komputer *autonomous* atau lebih yang terhubung dengan media transmisi kabel atau tanpa kabel (*wireless*). Dua unit komputer dikatakan terkoneksi apabila keduanya bisa saling bertukar data atau informasi, berbagai *resource* yang dimiliki, seperti file, *printer*, media penyimpanan seperti gambar-1[9].



Gambar-1. Topologi Jaringan

D. IP Address

IP Address adalah singkatan dari *Internet Protocol*. Alamat *IP* atau *Internet Protocol Address* adalah Alamat *Internet Protocol* yang mengidentifikasi semua perangkat yang terhubung ke jaringan, baik di jaringan *internet* umum maupun di jaringan *internet* lokal. Hal ini memungkinkan perangkat untuk mengirim dan menerima informasi yang diterima melalui *internet*. Alamat *IP* terdiri dari dua bagian yaitu *Host ID* dan *Network ID*. *Host ID* membantu menentukan alamat *host* dan *Network ID* digunakan untuk menentukan alamat jaringan computer [10].

E. Mikrotik

1. Queue Tree tipe PCQ

Queue Tree merupakan fitur *bandwidth* manajemen di *mikrotik* yang sangat *fleksibel* dan cukup kompleks. Pendefinisian target yang akan di *limit* pada *Queue Tree* tidak dilakukan langsung saat penambahan rule *queue*, namun dilakukan dengan melakukan *marking* paket data menggunakan *firewall mangle* [11].

Perconnection Queue (PCQ) merupakan salah satu cara manajemen *bandwidth* dimana *PCQ* bekerja dengan sebuah algoritma yang akan membagi *bandwidth* secara merata ke sejumlah *client* yang aktif. *PCQ* ideal diterapkan apabila dalam pengaturan *bandwidth* kesulitan dalam penentuan *bandwidth* per *client*. Cara kerja *PCQ*

adalah dengan menambahkan *sub queue*, berdasarkan *classifier* tertentu [12].

2. Hierarchical Token Bucket (HTB)

HTB merupakan implementasi *Quality of Service* yang memungkinkan pengguna membuat *queue* menjadi lebih terstruktur, dengan melakukan pengelompokan-pengelompokan bertingkat. Yang banyak tidak disadari adalah, jika tidak mengimplementasikan HTB pada *queue* (baik *Simple Queue* maupun *Queue Tree*), ada beberapa parameter yang tidak bekerja seperti yang diinginkan. Beberapa parameter yang tidak bekerja adalah *priority* dan *dual limitation (Committed Information Rate / Maximum Information Rate)* [13].

3. IP CLOUD

IP Cloud adalah layanan *Dynamic DNS* gratis dari mikrotik khusus bagi pengguna *RouterBoard*. Fungsi dari *IP Cloud* sebagai layanan yang dibuat oleh mikrotik untuk keperluan *IP Dynamic*. Tujuannya yaitu memantau *router* agar bisa di *remote* dari jarak jauh [14].

F. Wireshark

Wireshark adalah sebuah *aplikasi capture* paket data berbasis *open source* yang berguna untuk memindai dan menangkap trafik data pada jaringan *internet*. Aplikasi ini umum digunakan sebagai alat *troubleshoot* pada jaringan yang bermasalah, selain itu juga bisa digunakan untuk pengujian *software* karena kemampuannya untuk membaca konten dari tiap paket trafik data [15].

G. Quality Of Service

Quality Of Service (QoS) atau kualitas layanan adalah metode pengukuran yang digunakan untuk menentukan kemampuan sebuah jaringan seperti; aplikasi jaringan, *host* atau *router* dengan tujuan memberikan *network service* yang lebih baik dan terencana sehingga dapat memenuhi kebutuhan suatu layanan. Standar *Quality of Service* yang digunakan adalah standar TIPHON. Parameter QoS meliputi *bandwidth, throughput, packet loss, delay, dan jitter*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Skenario Pengujian

1. Skenario Pengujian IP Cloud

Pengujian dilakukan dengan monitoring jaringan WLAN menggunakan metode *IP Cloud* pada mikrotik SD Negeri 2 Karangreja secara jarak jauh atau diluar jaringan local. *Monitoring* jaringan WLAN menggunakan fitur *graph* yang ada pada aplikasi *winbox* atau *webbox*. Selanjutnya menguji metode *IP Cloud* dengan memonitoring *CPU Usage,*

Memory Usage, Disk Usage dan *Interface* dari masing-masing manajemen *Bandwidth Queue Tree* tipe *PCQ* dan *HTB*. Untuk proses *monitoring* selama 6 hari dengan lama pengamatan 3 Jam, dari jam 08.00 WIB sampai 11.00 WIB dan untuk hari jum'at lama pengamatan 2 Jam dari jam 08.00 WIB sampai 10.00 WIB.

2. Skenario Pengujian Parameter QoS

Pengujian kali ini bertujuan untuk mengetahui performa kualitas *Quality Of Service* layanan jaringan WLAN SD Negeri 2 Karangreja pada masing-masing manajemen *bandwidth*. Peneliti akan melakukan pengujian parameter *QoS* menggunakan metode *Queue Tree* tipe *PCQ* dan *HTB*. Parameter *QoS* yang diujikan meliputi *bandwith, troughput, delay, jitter* dan *packet loss*. Pengujian menggunakan *aplikasi wireshark*, pengujian dilakukan dengan mendownload file ukuran 5GB di *website digitalocean.com* menggunakan *IDM* tipe *connection single* atau 1. Sedangkan untuk pengujian *upload bandwidth* dengan mengupload file ukuran 5 GB ke dalam *google drive*. Lama pengujian 5 menit dengan kapasitas *bandwidth* maksimal yang diberikan sebesar 20 Mbps untuk *download* dan *upload* 5 Mbps untuk pengujian manajemen *bandwidth Queue Tree* tipe *PCQ*.

Pada pengujian manajemen *bandwidth HTB, bandwidth* yang di berikan sebesar 20 Mbps untuk *max-limit download* dan *max limit upload* 5 Mbps pada *Inner Queue*. Untuk *Leaf Queue user* kepala sekolah *download* diberikan *max-limit* 5 Mbps, *limit-at* 2 Mbps, *priority* 1. Kemudian untuk *upload max-limit* 3 Mbps, *limt-at* 2 Mbps, *priority* 1. Sedangkan untuk 7 *user* guru diberikan *download* dengan *max-limit* 20 Mbps, *limit-at* 10 Mbps, *priority* 8. Dan untuk *upload max-limit* 5 Mbps, *limit-at* 2 Mbps, *priority* 8.

B. Hasil Pengujian

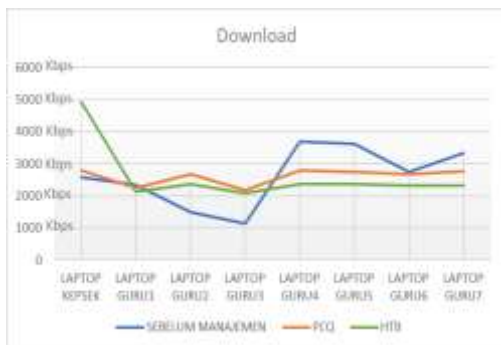
1. Pengujian IP Cloud

Pada pengujian *monitoring* penggunaan *bandwidth* selama 1 minggu dengan lama pengamatan 3 jam dalam sehari dari pukul 08.00 WIB sampai 11.00 WIB, didapatkan hasil pemakaian terbesar pada hari Kamis, 28 Juli 2022 dengan CPU sebesar 3%, RAM 38,4%, DISK 82,1%, dan kecepatan pemakaian *Bandwidth* sebesar 1,28 Mb untuk *download* dan *upload* 125,21 Mb. Dari hasil data tersebut faktor yang menyebabkan penggunaan pada hari tersebut besar adalah banyaknya pengguna yang

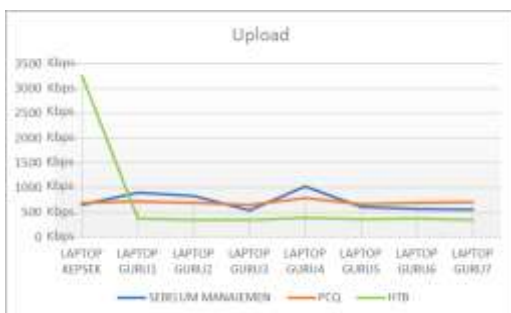
memakai jaringan WLAN SD Negeri 2 Karangreja.

2. Pengujian Parameter QoS

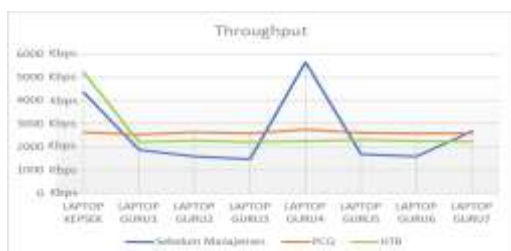
Dari pengujian *throughput* didapatkan hasil tertinggi dengan nilai 5.660 Kbps sebelum menerapkan manajemen *bandwidth*. Pada saat penerapan manajemen hasil data nilai tertinggi didapatkan menggunakan *HTB* adalah 5.226 Kbps. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil percobaan ini adalah cara kerja dari masing-masing manajemen *bandwidth*. Untuk manajemen *bandwidth Queue Tree* tipe *PCQ* setiap *user* yang terhubung ke jaringan *internet* akan mendapatkan kecepatan *bandwidth* yang sama rata. Tetapi berbeda dengan cara kerja manajemen *bandwidth HTB*. Manajemen *bandwidth HTB* bekerja dengan prioritas, *limit-at*, dan *max-limit*. Jadi ketika ada *user-user* terhubung ke jaringan *WLAN* maka akan ada *user* yang mendapatkan *bandwidth* prioritas, sedangkan untuk *user-user* lainnya akan mendapatkan sisa *bandwidth* dari *user* prioritas. Grafik hasil riset ditunjukkan oleh Gambar-2 hingga Gambar-7.



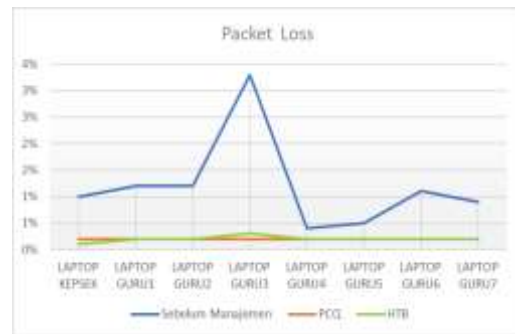
Gambar-2. Bandwidth Download



Gambar-3. Bandwidth Upload



Gambar-4. Troughput



Gambar-5. Packet Loss



Gambar-6. Delay



Gambar-7. Jitter

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Pada *monitoring* jaringan *WLAN SD Negeri 2 Karangreja* menggunakan metode *IP Cloud* mendapatkan hasil pemakaian *CPU* sebesar 3%, *MEMORY* 38,4%, *DISK* 82,1%, dan kecepatan pemakaian *Bandwidth* sebesar 1,28 Mb untuk *download* dan *upload* 125,21 Mb. Sedangkan performansi QoS manajemen *bandwidth* pada jaringan *SD Negeri 2 Karangreja* lebih baik menggunakan metode *Queue Tree* tipe *PCQ*, karena *PCQ* bekerja dengan sebuah algoritma yang akan membagi *bandwidth* secara merata ke sejumlah *client* yang aktif dengan hasil *throughput* 2.609 Kbps, *packet loss* 0,2%, *delay* 3,054148 ms, dan *jitter* 3,066065 ms.

B. Saran

Pada penelitian selanjutnya menggunakan *Access Point Gigabit* dengan frekuensi 5 GHz untuk kapasitas *bandwidth* jaringan yang lebih besar. Dan menggunakan metode *Queue* tipe *CoDel*, *FQ-CoDel*, dan *CAKE* pada *RouterOS* versi 7.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. S. A. Syaputra, “Pemanfaatan Mikrotik Untuk Jaringan Hotspot Dengan Sistem Voucher Pada Desa Ujanmas Kota Pagar Alam,” *i ISSN . 2620-6900 (Online) 2620-6897 (Cetak)*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [2] Z. Reno, S. Elsi, and S. Primaini, “Membangun Jaringan Internet Kampung berbasis Hostpot RT / RW di kelurahan Kemas Rindo Palembang,” vol. 12, no. 1, pp. 41–46, 2021.
- [3] H. Simanjuntak and D. Triyanti, “Rancang Bangun Hotspot Area Pada Rest Area Gisting Menggunakan Mikrotik Dengan Sistem Voucher,” *JISN (Jurnal Inform. Softw. dan Network)*, vol. 01, no. 01, pp. 9–17, 2020.
- [4] S. Oei, “Implementasi Ip Cloud Dan Demilitarized Zone (Dmz) Untuk Pengontrolan Router Jarak Jauh,” *Semin. Nas. Teknol. dan Sains*, no. September, 2019.
- [5] C. I. Septi, A. Pamuji, R.Y. Rachmawati, “Analisis Dan Perancangan Jaringan Nirkabel Berbasis Captive Portal Menggunakan Simple Queue Pada Mikrotik Di SMP Al - Azhar 26 Yogyakarta” *Jarkom*, vol. 5, no. 2, pp. 85–95, 2017.
- [6] E. S. I. P. E. Putri, J. Triyono, “Manajemen Bandwith Menggunakan Metode Simple Queue & Queue Tree Dengan Tipe Penjadwalan PCQ Pada Hotspot,” *Jarkom*, vol. 7, no. 2, pp. 121–129, 2019.
- [7] M. Iqbal Ichwan, L. Sugiyanta, and P. Wibowo Yunanto, “Analisis Manajemen Bandwidth Hierarchical Token Bucket (HTB) dengan Mikrotik pada Jaringan SMK Negeri 22,” *PINTER J. Pendidik. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 122–126, 2019, doi: 10.21009/pinter.3.2.6.
- [8] M. Syafrizal, *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta, 2005.
- [9] IDMETAFORA, “IP Address : Pengertian, Fungsi, Dan Jenisnya,” <https://idmetafora.com>.
- [10] P. CITRAWEB SOLUSI TEKNOLOGI, “Simple Queue VS Queue Tree,” <https://citraweb.com/>.
- [11] P. CITRAWEB SOLUSI TEKNOLOGI, “Bandwidth Management untuk Dynamic User,” citraweb.com.
- [12] P. CITRAWEB SOLUSI TEKNOLOGI, “Mendalami HTB pada QoS RouterOS Mikrotik,” <https://citraweb.com/>.
- [13] T. Sudiyanto, “Cara Remote Router Mikrotik via Internet Menggunakan Fitur IP Cloud,” <https://www.tosutekno.com/>, 2019.
- [14] NUR SAPUTRO, “Kenali Pengertian Wireshark Beserta Fungsi dan Cara kerjanya, Lengkap!,” <https://www.nesabamedia.com/>.

- [15] M. Riadi, “Pengertian, Layanan dan Parameter Quality of Service (QoS),” www.kajianpustaka.com, 2019.