

**OPTIMALISASI MANAJEMEN BANDWIDTH JARINGAN KOMPUTER
MENGUNAKAN ACTION RESEARCH PADA DINAS KOMUNIKASI DAN
INFORMATIKA KOTA PALOPO**

***OPTIMIZATION OF COMPUTER NETWORK BANDWIDTH MANAGEMENT USING
ACTION RESEARCH AT THE PALOPO CITY COMMUNICATIONS AND
INFORMATICS DEPARTMENT***

Alfhian Makmur¹, Irman Jasman²

^{1,2}Informatika, Universitas Cokroaminoto Palopo
Alon.ftkom@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to optimize computer network bandwidth management using Action Research located at the Palopo City Communications and Information Office. The method used in this research is Action Research which consists of several stages such as: Diagnosing, Action Planning, Action Taking and evaluation. Based on observations made, it shows that the existing network at the Palopo City Communication and Information Department is not optimal, because the topology design and the amount of downloads and uploads for each user are not evenly distributed. Therefore, bandwidth management is needed to regulate every data that passes, so that the distribution of bandwidth is evenly distributed using the Queue tree and PCQ (Peer Connection Queue) methods applied on the proxy. The results of this research show that network quality using the Queue tree and PCQ (Peer Connection Queue) methods is more optimal, this is because the bandwidth will be divided according to the rules applied to bandwidth management and does not cause clients to fight for bandwidth.

Keywords: *Bandwidth; Queue Tree; Peer Connection Queue.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan manajemen bandwidth jaringan komputer menggunakan Action Research yang bertempat Pada Dinas Komunikasi Dan Informatika Kota Palopo. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Action Research yang terdiri dari beberapa tahapan seperti : Diagnosing, Action Planning, Action Taking dan evaluation. Berdasarkan observasi yang dilakukan menunjukkan bahwa jaringan yang ada pada Pada Dinas Komunikasi Dan Informatika Kota Palopo belum optimal, karena perancangan topologi dan besaran download serta upload untuk setiap user tidak merata. Oleh karena itu diperlukan manajemen bandwidth untuk mengatur setiap data yang lewat, sehingga pembagian bandwidth menjadi merata dengan menggunakan metode Queue tree dan PCQ (Peer Connection Queue) yang diterapkan pada mikrotik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas jaringan dengan menggunakan metode Queue tree dan PCQ (Peer Connection Queue) lebih optimal, hal ini dikarenakan bandwidth akan terbagi sesuai dengan rule yang diterapkan pada manajemen bandwidth dan tidak menyebabkan client saling berebut bandwidth.

Kata Kunci: Bandwidth, Queue Tree, Peer Connection Queue

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan komputer telah memberikan dampak besar dalam berbagai bidang. Terdapat peningkatan signifikan dalam kecepatan dan kualitas jaringan, memungkinkan komputer yang awalnya berdiri sendiri (*stand alone*) untuk terhubung dengan komputer lain melalui jaringan. Bahkan, komputer saat ini juga dapat berinteraksi dengan berbagai perangkat elektronik lainnya (Nurofik et al., 2021). Jaringan

komputer yang dulunya terbatas oleh koneksi kabel fisik, namun kini telah berkembang menjadi jaringan nirkabel yang memungkinkan perangkat terhubung secara fleksibel tanpa menggunakan kabel. Teknologi seperti Wi-Fi telah memperluas akses internet hingga ke berbagai tempat, termasuk rumah, kantor, dan area publik lainnya (Silalahi, 2022).

Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo (DISKOMINFO) memiliki beberapa ruangan yang berfungsi untuk

berbagai keperluan. Ruang-ruangan tersebut meliputi ruangan Kepala Dinas, Ruang Sekretariat, Ruang Bidang Pengelolaan Opini dan Aspirasi Publik, serta Ruang Bidang Infrastruktur dan Manajemen Sistem Informasi. Semua ruangan tersebut menggunakan akses jaringan dengan kapasitas *bandwidth* sebesar 50 Mbps, dimana jaringan komputer yang digunakan belum menerapkan pembagian *bandwidth* yang efektif.

Hal ini menyebabkan pada saat trafik data yang tinggi, akses internet menjadi tidak optimal. Penggunaan *bandwidth* yang tidak diatur dengan baik dapat menyebabkan terjadinya persaingan dan pemborosan sumber daya, sehingga beberapa pengguna mengalami akses internet yang lambat atau tidak stabil. Hal ini yang disampaikan oleh pegawai Diskominfo Palopo yang terjadi ketika banyak pegawai melakukan berbagai aktivitas seperti *browsing*, *streaming*, dan *download file* secara bersamaan menggunakan akses jaringan internet. Aktivitas-aktivitas tersebut menyebabkan akses internet menjadi tidak teratur dan kurang optimal. Kondisi ini dapat mengakibatkan lambatnya koneksi internet, terputusnya sambungan, atau waktu *buffering* yang lama saat *streaming video*. Aktivitas yang saling bersaing untuk penggunaan *bandwidth* dapat mengganggu pengalaman kerja dan produktivitas para pegawai dalam menjalankan tugas-tugas mereka yang memerlukan akses internet.

Salah satu karakteristik dari perangkat mikrotik adalah *queue tree*, yang mengontrol distribusi *bandwidth* dengan implementasi yang lebih kompleks. Fitur ini digunakan untuk melakukan manajemen *bandwidth* yang lebih canggih dan memungkinkan pengguna untuk mengatur aturan-aturan khusus berdasarkan arus lalu lintas pada jaringan (Faisal, 2019). Sejauh ini Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo sementara klien dapat menggunakan internet tanpa mengalami masalah dengan

konektivitas internet yang tidak menentu atau buruk, jaringan kantor belum menerapkan manajemen kapasitas. seperti penelitian yang dilakukan oleh PT. Endosindo Makmur Harmonis (Budiman, 2015).

Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu untuk merancang sebuah manajemen *bandwidth* pada Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo dengan judul "Optimalisasi Manajemen *Bandwidth* Jaringan Komputer Menggunakan Metode *Action Research* pada Kantor Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo". Diharapkan sistem ini ini pada akhirnya akan digunakan untuk membantu memberikan layanan terbaik kepada semua pengguna tanpa menimbulkan kerugian.

Menurut Nurhasan (2022) Optimalisasi adalah upaya untuk mencapai hasil dengan cara yang lebih efektif dan efisien. Menurut Sumardi & Zaen (2018) menyatakan bahwa Jaringan komputer adalah suatu gabungan dari beberapa host atau perangkat, seperti komputer (PC), laptop, atau perangkat lainnya, yang saling terhubung untuk bertukar data dan sumberdaya. Konektivitas dalam jaringan komputer merujuk pada media atau cara penghubung antar perangkat, yang bisa berupa kabel (*wire*) atau nirkabel (*wireless*). Dengan adanya jaringan komputer, perangkat-perangkat tersebut dapat berkomunikasi dan berbagi informasi secara efisien. Menurut Pagala (2017), *bandwidth* adalah metrik yang menunjukkan seberapa banyak data atau informasi dapat berpindah dari satu lokasi dalam jaringan ke lokasi lain selama waktu tertentu. Aliran data analog dan digital dapat diukur untuk kapasitas menggunakan *bandwidth*.

Queue Tree adalah teknik manajemen *bandwidth* yang lebih rumit daripada antrian dasar dalam konfigurasinya. Metode ini memungkinkan penggunaan fitur yang lebih canggih dan fleksibel dalam mengatur aliran lalu lintas

data di dalam jaringan. (Ilham, 2018). Faisal dan Ilham (2019) mengklaim bahwa *PeerConnection Queue* (PCQ) merupakan versi perbaikan dari teknik *Stochastic Fairness* Keduanya menggunakan metode operasi yang sama, mencoba menyeimbangkan lalu lintas dengan mengelompokkan paket data ke dalam sejumlah sub antrian.

Winbox menurut Pagala (2017) adalah aplikasi jaringan yang berfungsi sebagai antarmuka grafis untuk mengelola dan mengkonfigurasi perangkat MikroTik RouterOS. Dengan menggunakan *Winbox*, pengguna dapat dengan mudah terhubung dan mengatur perangkat MikroTik menggunakan alamat *MAC* atau protokol IP. Speedtest adalah salah satu alat pengukur kecepatan internet yang paling disukai dan banyak digunakan, menurut Turangga & Wijaya (2022), cara kerjanya melibatkan metode ping untuk mengukur *latency*, serta mengukur kecepatan unduhan (*download*) dan unggahan (*upload*) data.

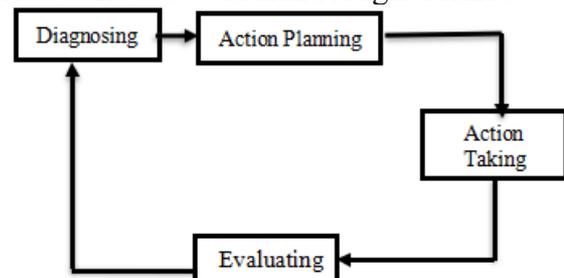
Melihat konteks tersebut di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana optimalisasi manajemen bandwidth jaringan komputer menggunakan metode *Action Research* di Kantor Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo?. Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan manajemen bandwidth jaringan komputer pada Kantor Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo dengan menerapkan metode *Action Research*

METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif sebagai metodologinya. Definisi penelitian kualitatif yang dikemukakan oleh (Darmalaksana, 2020) bahwa penelitian kualitatif merupakan jenis penelitian yang melibatkan pengumpulan sumber kepustakaan, baik dari sumber primer

maupun sekunder. Selanjutnya, data yang terkumpul dikelola dan diutip dalam referensi. Penelitian ini juga dilakukan melalui studi lapangan, dimana tahap awal melibatkan perancangan penelitian dan pengujian perangkat lapangan. Lokasi penelitian, responden, dan informan ditentukan pada tahap berikutnya. Data dikumpulkan selama studi lapangan dengan menggunakan teknik observasi, dokumentasi, dan wawancara. Temuan penelitian diberikan sebagai data dari tinjauan literatur dan investigasi lapangan yang telah diabstraksi untuk kelengkapan dan dianalisis untuk menghasilkan pengetahuan yang mendukung kesimpulan.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Action Research*. *Action Research* merupakan suatu pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menguji, mengembangkan, menemukan, dan menciptakan tindakan baru dengan tujuan meningkatkan kinerja atau mengatasi masalah dalam suatu konteks khusus (Zakariah, 2020). Dalam metode ini, peneliti bekerja sama dengan partisipan yang terlibat aktif dalam situasi atau permasalahan yang sedang diteliti. Adapun tahapan dalam metode penelitian *Action Research* adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Diagnosing

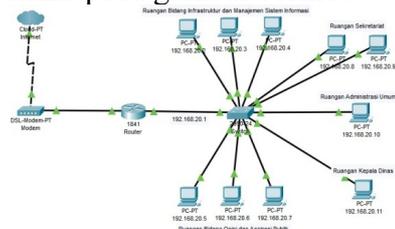
Pada tahap ini, penulis melakukan pemantauan dan diagnosa terhadap permasalahan yang terjadi di kantor Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo. Proses diagnosa dilakukan selama satu hari penuh untuk mengumpulkan data dan informasi terkait masalah yang dihadapi. Salah satu cara yang digunakan adalah

melalui wawancara dengan pihak IT kantor Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo.

Wawancara dengan pihak IT bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai masalah yang terjadi dalam jaringan. Selama wawancara, penulis menanyakan berbagai hal terkait dengan konfigurasi jaringan, penggunaan *bandwidth*, dan kendala-kendala yang sering muncul. Data yang diperoleh dari wawancara ini akan menjadi dasar untuk menganalisis dan mengidentifikasi akar permasalahan yang ada.

2. Action Planning

Pada tahap ini penulis mengelola suatu sistem yang digunakan untuk memecahkan permasalahan jaringan yang ada pada kantor dinas komunikasi dan informatika kota palopo dengan memanfaatkan perangkat router mikrotik sesuai dengan rancangan skema jaringan yang telah diusulkan, maka dengan adanya penambahan router mikrotik dan sistem *queue tree* dimana layanan internet dari ISP (*Internet Service Provider*) di manage agar koneksi internet jauh lebih optimal. Adapun skema jaringan yang diusulkan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Sistem Yang Diusulkan

3. Action Taking

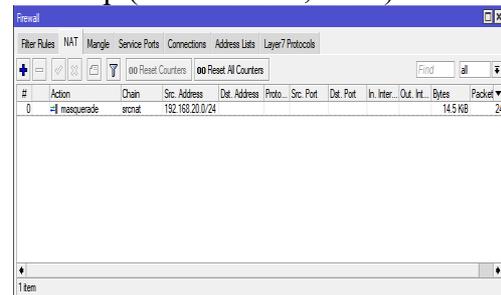
Pada tahap ini penulis melakukan optimalisasi mikrotik yang dikonfigurasi dan dimanfaatkan menjadi *bandwidth management*. Berikut tahapan-tahapan pengaturan mikrotik sebagai salah satu upaya dalam pengoptimalan jaringan komputer pada kantor dinas komunikasi dan informatika kota palopo.

a. Konfigurasi IP Address Mikrotik

Routing statik adalah membuat jalur perutean (*routing*) secara manual seperti yang kita ketahui bahwa mikrotik akan memberikan jalur perutean (*routing*) secara otomatis jika menambahkan ip address di *interface* (*antarmuka*) (Naya & Zahroh, 2021). Static routing sangat diperlukan jika ingin menghubungkan perangkat jaringan yang memiliki subnet yang berbeda. Jadi, memerlukan perangkat yang bisa melakukan proses routing. Dalam penelitian ini, akan dilakukan cara menghubungkan perangkat jaringan dengan IP yang berbeda, disini akan melakukan pengaturan secara statik pada mikrotik.

b. Setting NAT

NAT (*Network Address Translation*) atau penafsiran alamat jaringan adalah suatu metode untuk menghubungkan lebih dari satu komputer ke jaringan internet dengan menggunakan satu alamat ip (Azahro et al., 2019).



Gambar 3. Hasil konfigurasi NAT

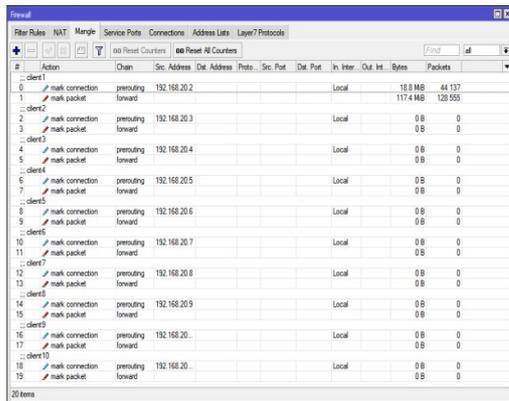
c. Setting mikrotik untuk *bandwidth management*

Dalam jaringan komputer, *bandwidth* adalah jumlah data yang dapat dibawa dari satu titik ke titik yang lain dalam jangka waktu tertentu (biasanya menggunakan satuan detik) atau lebih sederhananya dapat diartikan dengan besaran volume informasi yang dapat ditangani persatuan detik.

d. konfigurasi *Mangle* pada mikrotik

Konfigurasi *mangle* berfungsi untuk menandai paket yang melewati router, masuk ke router atau yang keluar dari router (Malau, 2022). Pada konfigurasi *mangle* dapat dilakukan dengan menu *firewall* pada tab *mangle* untuk

membuat *mark packet* dan *mark connection* untuk masing-masing *client*.



Gambar 4. Hasil Konfigurasi Mangle

e. Konfigurasi *Queue Tree Dan Pcq (Peer Connection Queue)*

Konfigurasi *Queue Tree Dan Pcq (Peer Connection Queue)* dapat dilakukan melalui menu *queues* pada bar menu *queue tree* dan untuk konfigurasi *pcq* pada *queue types*, untuk mengatur *bandwidth upload* dan *download* pada masing-masing *client*. Di bawah ini adalah gambar konfigurasi *queue tree* dan *pcq (Peer connection queue)*. Metode *Queue Tree* dan *PCQ* dengan kondisi sebelumnya yang tidak menggunakan metode pengaturan *bandwidth*.

Setelah melakukan beberapa langkah konfigurasi pada router mikrotik seperti yang dibahas diatas, langkah selanjutnya yang perlu dilakukan yaitu melakukan *test ping* pada setiap komputer, baik dari komputer server ke *client* maupun dari komputer *client* ke mikrotik, langkah ini dilakukan untuk mengetahui apakah semua ip komputer sudah terkoneksi ke internet. Buka *cmd* lalu *ping gateway* mikrotik dan *dns google*.

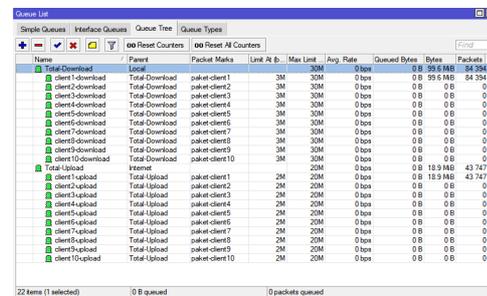
- a. *ping* dari *pc client* ke mikrotik
- b. Hasil pengukuran kecepatan akses user menggunakan *speedtest* pada jaringan *local* kantor dinas komunikasi dan informatika kota palopo.

Berikut hasil analisis yang dilakukan menggunakan *speedtest*.

1) Hasil pengujian *speedtest* sebelum menggunakan metode *Queue Tree Dan Pcq*

Tabel 1. Pemakaian *bandwidth* tanpa *queue tree* dan *pcq*

Client	Hasil Speedtest	
	Download	Upload
1	0.96	1.02
2	0.78	0.73
3	2.35	2.99
4	3.42	2.78
5	0.97	3.02
6	0.70	2.90
7	2.90	1.85
8	3.38	1.01
9	0.81	0.93
10	0.75	1.02
Total	17.42	18.25
Rata-rata	1,702	1.825



Gambar 5. Hasil Konfigurasi *Queue Tree Dan Pcq(Peer Connection Queue)*

- f. Setting ip address pada pc client
- Setelah melakukan konfigurasi pada perangkat Mikrotik, langkah berikutnya adalah menghubungkan setiap *client* ke *switch* menggunakan kabel UTP. Selanjutnya, pada setiap PC client, kita perlu melakukan konfigurasi alamat IP dan DNS agar PC dapat terhubung ke jaringan. Setelah melakukan pengujian dan dengan benar.

4. Evaluating

Tahap ini bertujuan untuk membuktikan keefektifan dan keoptimalan dari penggunaan metode *Queue Tree* dan *PCQ (Peer Connection Queue)* dalam manajemen *bandwidth* pada jaringan *Local Area Network*. Pengujian ini akan melihat perbedaan kualitas jaringan setelah menerapkan pembahasan untuk setiap *client*, maka keseluruhan pemakaian *bandwidth* tanpa pengaturan (*manajemen bandwidth*) dapat diketahui bahwa rata-rata kecepatan *download* yaitu sebesar 17.42

Mbps sedangkan rata-rata kecepatan upload yaitu 18.25 dari total bandwidth untuk download 30 Mbps dan upload 20 Mbps. Dari hasil pengujian tersebut terlihat bahwa untuk topologi yang tidak menerapkan manajemen *bandwidth* akan mendapatkan alokasi *bandwidth* yang berbeda/tidak stabil.

b) Hasil pengujian *speedtest* setelah menggunakan metode *Queue Tree Dan Pcq*

Pada pembagian *bandwidth*, semua *client* mendapatkan kecepatan download 3Mbps dan kecepatan upload sebesar 2 Mbps. Berikut hasil analisis yang dilakukan setelah menerapkan metode *queue tree* dan *pcq* menggunakan *speedtest*.

Tabel 2. Pemakaian Bandwidth Setelah Menerapkan Queue Tree Dan Pcq

Client	Hasil Speedtest	
	Download	Upload
1	2.85	1.70
2	2.88	1.91
3	2.90	1.85
4	2.89	1.89
5	2.88	1.93
6	2.78	1.91
7	2.78	1.91
8	2.88	1.82
9	2.89	1.89
10	2.78	1.93
Total	28.51	18.74
Rata-rata	2.851	1.874

Berdasarkan data dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa topologi yang menerapkan manajemen bandwidth lebih baik dari kondisi tanpa manajemen bandwidth. Dari data hasil pengujian diperoleh bahwa keseluruhan bandwidth yang diterima setiap client dengan menggunakan manajemen bandwidth rata-rata kecepatan download sebesar 2.851 atau sebesar 28.51% dari total 30 Mbps sedangkan rata-rata kecepatan upload sebesar 1.874 atau sebesar 18.74 dari total 20 Mbps yang diberikan.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pengoptimalan manajemen *bandwidth* sangat penting untuk infrastruktur jaringan komputer pada Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo. Dengan melakukan pengelolaan manajemen bandwidth dengan baik, maka konektivitas jaringan komputer akan menjadi lebih optimal. Berdasarkan hasil wawancara dengan kepala IT instansi tersebut, ditemukan bahwa kantor tersebut memiliki kapasitas *bandwidth* sebesar 50 Mbps. Untuk mengoptimalkan penggunaan *bandwidth* tersebut, dilakukan manajemen dengan cara membagi batas limit untuk setiap pengguna, sehingga setiap pengguna akan mendapatkan alokasi bandwidth yang adil dan merata. Dalam melakukan pengoptimalan manajemen *bandwidth* jaringan komputer menggunakan metode *queue tree* dan *peer connection queue* (PCQ) terdapat 10 komputer dan 1 jenis mikrotik yang dapat dikonfigurasi melalui *winbox* untuk melakukan manajemen bandwidth.

Perbedaan antara rancangan jaringan komputer yang lama dan yang baru terletak pada implementasi manajemen *bandwidth* (Gunawan et al., 2018). Pada rancangan jaringan komputer sebelumnya, belum diterapkan sistem manajemen *bandwidth* yang memadai, sehingga penggunaan *bandwidth* tidak teratur dan tidak diatur dengan baik. Hal ini dapat menyebabkan adanya persaingan antara pengguna dalam mendapatkan akses internet yang lancar dan responsif. Sementara itu, pada rancangan jaringan komputer yang baru, telah diterapkan manajemen bandwidth yang lebih canggih dan efisien. Dengan menggunakan metode *Queue Tree* dan *Peer Connection Queue (PCQ)* pada perangkat router Mikrotik, alokasi *bandwidth* dapat diatur dengan lebih baik dan merata untuk setiap pengguna. Penggunaan manajemen *bandwidth* ini membantu menghindari adanya persaingan yang berlebihan dalam mengakses internet

dan memastikan setiap pengguna mendapatkan alokasi bandwidth yang memadai sesuai kebutuhannya.

Oleh karena itu, dengan adanya manajemen bandwidth yang teratur dan efektif, pengguna jaringan dapat mengakses internet dengan lebih baik lagi. Hal ini membantu dalam meningkatkan kualitas jaringan dan pengalaman pengguna dalam menggunakan layanan internet di kantor tersebut. Dengan alokasi *bandwidth* yang tepat, koneksi internet menjadi lebih lancar dan responsif, sehingga pekerjaan dan aktivitas di kantor dapat berjalan lebih efisien.

Dari hasil speedtest, terlihat perbedaan yang signifikan antara kecepatan internet sebelum dan sesudah menerapkan manajemen *bandwidth* menggunakan metode *Queue Tree* dan *PCQ*. Sebelum diterapkannya manajemen *bandwidth*, kecepatan internet pada setiap *client* tidak merata. Beberapa *client* mendapatkan *bandwidth* yang lebih besar, sedangkan beberapa *client* lainnya mendapatkan *bandwidth* yang lebih kecil. Sedangkan sistem yang telah menerapkan manajemen *bandwidth* memiliki jumlah *bandwidth* yang tidak jauh berbeda, hal ini disebabkan oleh aktifnya manajemen *bandwidth* yang memastikan alokasi *bandwidth* dilakukan secara adil dan sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan pada *bandwidth management* serta tidak menyebabkan *client* saling berebut *bandwidth*

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pengoptimalan manajemen *bandwidth* ini menggunakan metode *Action Research* yang meliputi : *Diagnosing, Action Planning, Action Taking* dan *evaluation*. Pemanfaatan router mikrotik pada kantor Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo sudah sesuai dengan penerapannya sebagai sistem manajemen dan optimalisasi jaringan. Desain topologi jaringan Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Palopo

menggunakan mikrotik untuk semua jaringan komputer.

Dalam melakukan pengoptimalan manajemen *bandwidth* jaringan komputer menggunakan metode *queue tree* dan *peer connection queue* (PCQ) terdapat 10 komputer dan 1 jenis mikrotik yang dapat dikonfigurasi melalui *winbox* untuk melakukan manajemen *bandwidth*.

Pengoperasian mikrotik dengan menggunakan *winbox* mempermudah *IT Administrator* untuk melakukan konfigurasi pada jaringan yang diberikan oleh mikrotik dapat terfasilitasi dengan baik. Dengan penerapan manajemen *bandwidth* menggunakan *Queue Tree* dan *Pcq* pada jaringan komputer Dinas Komunikasi Dan Informatika Kota Palopo, dapat memaksimalkan pemakaian *bandwidth* yang tersedia di jaringan *local* tersebut. Hasil kualitas jaringan dengan menggunakan metode antrian *Queue Dan Pcq* lebih optimal, hal ini dikarenakan *bandwidth* akan terbagi sesuai dengan *rule* yang diterapkan pada *bandwidth management* dan tidak menyebabkan *client* saling berebut *bandwidth*

DAFTAR PUSTAKA

- Azahro, A., Wulandary, D., & Putra, P. P. (2019). Network Address Translation Penghubung Ip Public dan Ip Private pada Jaringan Komputer.
- Budiman, A. (2015). Manajemen Bandwidth Simple Queue dan Queue Tree pada PT. Endorsindo Makmur Selaras. *PIKSEL: Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*, 3(1), 11-27.
- Darmalaksana, W. (2020). Metode penelitian kualitatif studi pustaka dan studi lapangan. Pre-Print Digital Library UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Faisal, I. (2019). An Analisis Qos Pada Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree Dan Pcq (Per Connection Queueing).

- Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, 1(1), 137-142.
- Gunawan, H., Simorangkir, H., Ghiffari, M., Informatika, T., Komputer, F. I., & Unggul, U. E. (2018). Pengelolaan Jaringan Dengan Router Mikrotik Untuk Meningkatkan Efektifitas Penggunaan Bandwith Internet (Studi Kasus Smk Ki Hajar Dewantoro Kota Tangerang). *Ilmu Komput*, 3(1), 54-70.
- Ilham, D. N. (2018). Implementasi Metode Simple Queue Dan Queue Tree Untuk Optimasi Manajemen Bandwith Jaringan Komputer Di Politeknik Aceh Selatan. *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, 2(1), 43-50.
- Malau, B. G. (2022). Implementasi Load Balancing Mikrotik Jaringan Internet Di Pardamean Sibisa, Ajibata, Toba Samosir, Sumatra Utara. *Journal of Computer Science and Technology*, 2(1), 20-29.
- Muhammad Syarif Pagala E1e1 12 048 *Optimasi Manajemen Bandwidth Jaringan Komputer Menggunakan Metode Queue Tree Dan Pcq (Peer Connection Queue)* Skripsi, Fakultas Teknik, 2017
- Naya, C., & Zahroh, L. (2021). Analisis Quality Of Service Management Bandwidth Pada Jaringan Internet Menggunakan Peer Connection Queue (Studi Kasus: Rumah Makan Ikan Ayam). *Jurnal SIGMA*, 12(4), 231-236.
- Nurhasan, Ahmad (2022) *Optimalisasi Bandwidth Jaringan Berbasis Mikrotik Menggunakan Metode Ndlc Di Kantor Desa Wiwitan Timur*. Skripsi Thesis, Universitas Cokroaminoto Palopo.
- Nurofik, A., Rahajeng, E., Munti, N. Y. S., Hardiansyah, A., Firmansyah, H., Sani, A., ... & Wiyono, A. S. (2021). *Pengantar Teknologi Informasi*. Penerbit Insania.
- Pagala, M. S. (2017). *Optimalisasi Manajemen Bandwidth Jaringan Komputer Menggunakan Metode Queue Tree Dan Pcq (Peer Connection Queue)*. Kendari: Universitas Halu Oleo.
- Silalahi, F. D. (2022). *Keamanan Cyber (Cyber Security)*. Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik, 1-285.
- Sumardi, S., & Zaen, M. T. A. (2018). *Perancangan Jaringan Komputer Berbasis Mikrotik Router OS Pada SMAN 4 Praya*. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Elektronik*, 1(1), 50. <https://doi.org/10.36595/jire.v1i1.32>
- Turangga, S., & Wijaya, Y. A. (2022). Analisis Internet Menggunakan Paramater Quality Of Service Pada Alfamart Tuparev 70. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), 392-398.
- Zakariah, M. A., Afriani, V., & Zakariah, K. M. (2020). *Metodologi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Action Research, Research And Development (R n D)*. Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka