

Revisi Maret 2022

IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH METODE PCQ DAN QUEUE TREE DI PT KURNIA SYLVA

Zidan Rizaldi Naufal¹⁾, Herman Kuswanto²⁾

¹ Program Studi Informatika, Universitas Nusa Mandiri, Jl. Raya Jatiwaringin No.2, Jakarta Timur
Co Responden Email: zidanrizaldinaufal@gmail.com, herman.hko@nusamandiri.ac.id

Article history

Received
Revised
Accepted
Available online

Keywords

Maksimum 5 kata kunci
dipisahkan dengan tanda koma.
[Font Time New Roman 8 spasi
tunggal dan cetak miring]

Abstract

PT Kurnia Sylva is a mapping consultancy company that heavily relies on internet connectivity to support its operations, especially within the Geographic Information System (GIS) division. However, the existing network infrastructure faces significant issues due to the absence of a bandwidth management system, resulting in uneven internet speed distribution across divisions. This study aims to implement an effective bandwidth management strategy using the Per connection queue (PCQ) and Queue tree methods on Mikrotik devices. The PCQ method is employed to automatically and fairly allocate bandwidth to each user within a division, while the Queue tree method is used to separate and manage bandwidth allocation based on traffic types, such as download traffic. The research methodology includes observation, interviews, literature review, network design, as well as simulation and testing using VirtualBox and WinBox. The test results indicate that the system successfully distributes bandwidth according to the predefined allocation for each division under both multi-user and multi-profile scenarios. The combination of PCQ and Queue tree methods has proven to be effective in achieving fair and efficient internet distribution, thereby improving overall network performance. This solution is deemed feasible for real-world implementation to support work productivity within PT Kurnia Sylva.

Key Words: *Bandwidth, Mikrotik, Queue tree, Per connection queue.*

Riwayat

Diterima
Revisi
Disetujui
Terbit

Kata Kunci

Maksimum 5 kata kunci
dipisahkan dengan tanda koma.
[Font Time New Roman 8 spasi
tunggal]

Abstrak

PT Kurnia Sylva merupakan perusahaan konsultan pemetaan yang sangat bergantung pada jaringan internet dalam mendukung aktivitas pekerjaan, terutama pada divisi Geographic Information System (GIS). Namun, jaringan internet eksisting mengalami permasalahan serius akibat tidak adanya sistem manajemen *bandwidth*, sehingga distribusi kecepatan internet menjadi tidak merata antar divisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan manajemen *bandwidth* yang efektif dengan menggunakan metode *Per connection queue* (PCQ) dan *Queue tree* pada perangkat Mikrotik. Metode PCQ digunakan untuk membagi *bandwidth* secara adil dan otomatis kepada setiap pengguna dalam satu divisi, sedangkan *Queue tree* dimanfaatkan untuk memisahkan dan mengatur alokasi *bandwidth* berdasarkan jenis trafik seperti unduhan. Penelitian dilakukan melalui tahap observasi, wawancara, studi pustaka, desain jaringan, serta simulasi dan pengujian virtual menggunakan VirtualBox dan WinBox. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendistribusikan *bandwidth* sesuai dengan alokasi yang telah ditetapkan pada setiap divisi, baik dalam skenario multi-user maupun multi-profile. Penggunaan kombinasi metode PCQ dan *Queue tree* terbukti efektif dalam menciptakan distribusi internet yang adil dan efisien, serta mampu meningkatkan kinerja jaringan secara keseluruhan. Solusi ini layak diimplementasikan secara nyata untuk menunjang produktivitas kerja di lingkungan PT Kurnia Sylva .

Kata Kunci: *Bandwidth, Mikrotik, Queue tree, Per connection queue.*

PENDAHULUAN

PT Kurnia Sylva merupakan perusahaan konsultan di bidang Kehutanan, *Geographic Information System (GIS)*, *Field Surveying*, *Field Development*, dan Lingkungan. Terdapat beberapa divisi pada PT Kurnia Sylva, yaitu Teknis Kehutanan, Administrasi dan Inventarisasi, dan Teknis *Geographic Information System (GIS)* sebagai divisi yang diutamakan dalam PT Kurnia Sylva. Pekerjaan di Kantor PT Kurnia Sylva sangat bergantung pada efektivitas penggunaan internet untuk saling bertukar informasi dan memproses informasi, seperti aplikasi-aplikasi GIS yang diharuskan tersambung ke GIS Server untuk mengakses informasi, serta pengunduhan citra satelit resolusi tinggi.

PT Kurnia Sylva memiliki jaringan komputer eksisting yang telah dipakai dan dimanfaatkan selama bertahun-tahun. Jaringan komputer sendiri menurut (Fauzan Prasetyo Eka Putra & Muhammad Umar Mansyur, 2023) adalah sebuah jaringan yang menghubungkan perangkat-perangkat komputer sehingga dapat memungkinkan terjadinya pertukaran informasi antar perangkat komputer serta penggunaan sumber daya elektronik secara bersama, seperti berkas, printer, atau media penyimpanan diperlukan. Berdasarkan jenis jaringan berdasarkan cakupan wilayah yang sempit dan hanya di satu gedung, jaringan di kantor PT Kurnia Sylva merupakan jaringan *Local Area Network* (Yang Agita Rindri, 2022). Jaringan di PT Kurnia Sylva memanfaatkan topologi tree, yaitu kombinasi jaringan bintang yang setiap nodenya memiliki sambungan langsung ke sebuah node utama yang berada di tengah jaringan, sehingga susunan node tersebut membentuk pola seperti bintang dan topologi bus yang disusun menggunakan satu kabel memanjang. (Yang Agita Rindri, 2022). Internet di Kantor PT Kurnia Sylva digunakan untuk administrasi kantor, konferensi tatap muka daring untuk membahas teknis kehutanan, tetapi mayoritas kecepatan internet digunakan untuk mengakses GIS server dan pengunduhan citra satelit resolusi tinggi. Namun jaringan internet eksisting tersebut memiliki masalah yaitu tidak adanya administrasi jaringan yang mengakibatkan terjadinya koneksi internet tersendat dikarenakan tidak adanya manajemen

bandwidth yang berfungsi sebagai pengontrol kecepatan transfer data, prioritas, hingga pengawasan (Dr. Indrarini Dyah Irawati & Muhammad Iqbal, 2023) yang baik dan adil antar divisi yang ada di PT Kurnia Sylva. Padahal, hal tersebut salah satu faktor yang menentukan efektifitas pekerjaan (Asri Choirinisa & Ikhwan, n.d.) Ketidakhadiran manajemen *bandwidth* yang memadai menyebabkan divisi GIS yang memerlukan koneksi internet berkecepatan tinggi dan stabil untuk pengunduhan kerap mengalami kendala.

Jaringan di PT Kurnia Sylva memanfaatkan Mikrotik sebagai sistem perangkat sebagai komputer *router* jaringannya. Mikrotik terdiri dari dua jenis, yaitu Mikrotik RouterOS yang merupakan perangkat lunak berbasis Linux yang memiliki fitur *routing*, *bridging*, *firewall*, *proxy server*, *hotspot*, dan *bandwidth management* dan Mikrotik Routerboard yang merupakan perangkat keras yang dikembangkan oleh perusahaan Mikrotik, di dalam Mikrotik Routerboard sudah terinstall Mikrotik RouterOS. (Deni Bahtiar et al., 2021) Mikrotik terdiri dari dua jenis, yaitu Mikrotik RouterOS yang merupakan perangkat lunak berbasis Linux yang memiliki fitur *routing*, *bridging*, *firewall*, *proxy server*, *hotspot*, dan *bandwidth management* dan Mikrotik Routerboard yang merupakan perangkat keras yang dikembangkan oleh perusahaan Mikrotik, di dalam Mikrotik Routerboard sudah terinstall Mikrotik RouterOS. (Deni Bahtiar et al., 2021)

Terdapat beberapa metode pembagian *bandwidth* pada mikrotik yang biasa digunakan, salah satunya adalah *Per Connection Queue (PCQ)* dengan memanfaatkan *Queue Tree*. (Santoso, 2020) Menurut Christanto (2021), "Metode *Per Connection Queue* dan *Queue Tree* mampu memaksimalkan *bandwidth* tanpa harus menaikkan *bandwidth* yang sudah ada." (Christanto, Daru, & Kurniawan, 2021) *Per Connection Queue* dimanfaatkan untuk mengelompokkan setiap divisi menjadi *user profile* sehingga setiap divisi dapat dibedakan dengan divisi lainnya. (Habibi, 2022) Selain itu, metode *Per Connection Queue* digunakan untuk menghasilkan kecepatan unduh lebih baik, (Christanto et al., 2021) dikarenakan pada *Per Connection Queue*, *bandwidth* setiap *user profile* dibagi merata secara otomatis.

Sedangkan metode *Queue Tree* dimanfaatkan untuk memisahkan protokol seperti unggah dan unduh, selain itu metode *Queue Tree* diterapkan agar kecepatan internet tetap stabil dan efisien.(Aminah, 2022)

“Analisa Bandwidth Menggunakan Metode Antrian *Per Connection Queue*” menjelaskan bahwa untuk mengurangi dampak tidak stabilnya koneksi internet, diperlukan pengaturan *bandwidth* agar kecepatan transfer data dapat dimanfaatkan lebih optimal (Jumiati, 2017). Penelitian tersebut juga didukung oleh penelitian (Azizah & Veritawati, 2021), (Fikri Dwilaksono, Henni Endah Wahanani, & Mohammad Idhom, 2025) yang memiliki permasalahan yang mirip, yaitu tidak stabilnya koneksi dan kecepatan internet yang disebabkan oleh sumber daya yang dimiliki tidak dapat dimanfaatkan secara efisien dikarenakan tidak adanya manajemen *bandwidth*. Terdapat beberapa metode untuk melakukan manajemen *bandwidth* yang dapat dikombinasikan dengan *Queue Tree*, yaitu *Peer Connection Queue (PCQ)* dan *Simple Queue*. Dari dua cara pembatasan *bandwidth* tersebut memiliki keunggulan masing-masing sesuai dengan tujuan penggunaannya (Karisma & Juansen, 2025), sementara *Queue Tree* dapat dimanfaatkan untuk mengalokasikan *bandwidth* berdasarkan *port*, alamat *IP*, ataupun protokol. Paket data akan ditandai dan tanda tersebut akan digunakan untuk pengidentifikasian arus paket pada *Queue Tree* (Surya Imansyah, 2010).

Pada prinsipnya, *Peer Connection Queue (PCQ)* memanfaatkan antrian untuk mendistribusikan *bandwidth* yang dalam profil pengguna yang sama secara otomatis (Surya Imansyah, 2010). Penelitian yang dilakukan di Plasa Telkom Beureunen (Muhammad Khatami, 2023) mengimplementasikan pembatasan *bandwidth* memanfaatkan metode *Peer Connection Queue (PCQ)* dengan *Queue Tree* dengan parameter hasil *quality of service*-nya “sangat bagus.” Manajemen *bandwidth* yang dilakukan di MTs. Muhammadiyah Tawangsari (Prasetyo, Santoso, & Riyadi, 2024) juga berhasil mengimplementasikan metode yang sama. Hasil dari implementasi tersebut diindikasikan dari kesesuaian pembatasan kecepatan unduh yang dihasilkan dengan kecepatan unduh yang direncanakan.

Metode manajemen *bandwidth* lain yang dapat dimanfaatkan adalah metode *Simple Queue* yang dikombinasikan dengan *Queue Tree*. *Simple Queue* bekerja dengan memberikan *Hierarchical Token Bucket (HTB)* dengan pemanfaatan lalu lintas prioritas dan limitasi ganda (Anwar, 2022). Metode pembatasan *bandwidth* dengan metode tersebut berhasil diterapkan pada penelitian (Rahman, Ibrahim, Nurdin, & Qomaruddin, 2023) yang berhasil meminimalisir terjadinya *over bandwidth* pada pengguna jaringan. Sementara itu, *Quality of Service* dengan teknik *Simple Queue* dan *Queue Tree* dilakukan pada penelitian (Valia Yoga Pudya Ardhana & Mulyodiputro, 2023) dengan hasil sangat memuaskan dan dapat digunakan pada jaringan.

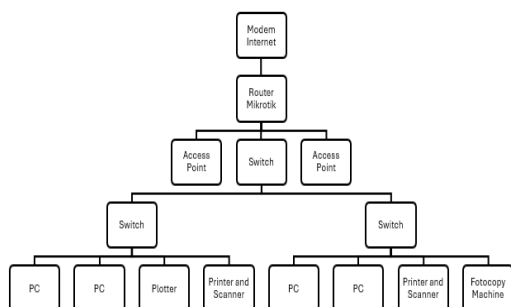
Dengan meninjau jurnal penelitian terdahulu, penelitian yang dilakukan di PT Kurnia Sylva yaitu dengan kombinasi teknik *Peer Connection Queue (PCQ)* dan *Queue Tree*. Metode tersebut dinilai lebih cocok diimplementasikan di Kantor PT Kurnia Sylva. Hal tersebut didukung oleh penelitian (Nurjanah, 2023) yang membandingkan pendekatan pembatasan *bandwidth* antara metode *PCQ* dan *Simple Queue*. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa “*PCQ* terbukti paling cocok dalam pembagian *bandwidth* yang akurat sesuai dengan pembatas yang telah ditetapkan.”

Dari uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi dalam administrasi jaringan, yaitu mengimplementasikan manajemen *bandwidth* yang efektif di PT Kurnia Sylva menggunakan metode *Per connection queue* dan *Queue tree* menggunakan Mikrotik, guna memastikan distribusi *bandwidth* yang adil antar divisi. Serta mengoptimalkan pemanfaatan jaringan internet eksisting untuk meningkatkan efektivitas kerja melalui pengelolaan koneksi internet yang terstruktur dan teradministrasi dengan baik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan 3 cara. Yaitu Observasi yang dilaksanakan dengan memperhatikan aspek visual dan fungsi pada jaringan eksisting yang terdapat di Kantor PT Kurnia Sylva dengan alamat Jl. Bontang Nomor 57, Jatiwaringin Asri, Kecamatan Pondokgede, Kota Bekasi, Jawa Barat dengan hasil berupa gambaran tentang

topologi dan teknologi yang dimanfaatkan di PT Kurnia Sylva.



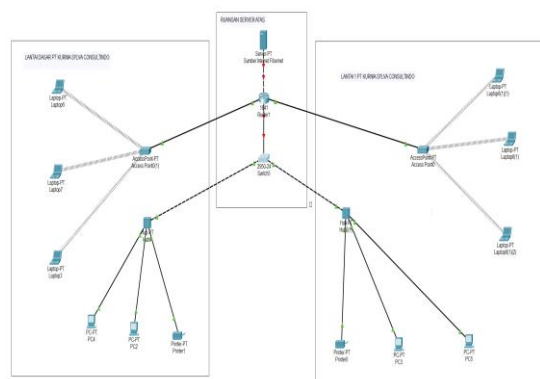
Gambar 1. Topologi Jaringan di PT Kurnia Sylva

Wawancara dilaksanakan dengan mengajukan beberapa pertanyaan terkait permasalahan yang ada pada jaringan eksisting. Hasil wawancara tersebut dimanfaatkan sebagai pertimbangan besaran *bandwidth* download yang akan diberikan kepada setiap divisi. Pada tahap ini, disepakati pula bahwa dalam administrasi jaringan di PT Kurnia Sylva dibagi dalam 3 divisi yang terdiri dari GIS, Adm, dan Hut yang akan dimanfaatkan sebagai *user profile*. Serta studi pustaka dilakukan dengan mencari teori-teori yang mendukung penelitian dari sumber buku, jurnal, maupun penelitian lampau.

Name	Session Time	Idle Timeout	Shared U.	Rate Limit (Kb/s)
adm		none	6	
default		none	1	
gis		none	10	
hut		none	4	

Gambar 2. User Profile

Analisis kebutuhan dilaksanakan untuk menunjang penelitian ini seperti Mikrotik Routerboard, Access Point, kabel, dan WinBox. Selain itu dilakukan pembuatan desain guna melakukan penggambaran jaringan eksisting dengan memanfaatkan aplikasi Packet Tracer.



Gambar 3. Skema jaringan di PT Kurnia Sylva.

Pada tahap ini, disimpulkan pula bahwa di PT Kurnia Sylva keamanan jaringan *wifi* hanya menggunakan WPA2-PSK, dengan adanya penelitian ini juga akan diterapkan *hotspot login* dengan autentifikasi nama pengguna dan kata sandi pribadi untuk setiap pekerja di PT Kurnia Sylva untuk pengganti keamanan WPA2-PSK. Keamanan jaringan yang ada di Kantor PT Kurnia Sylva dinilai sudah cukup baik dan cukup aman dengan menggunakan *Network Address Translation* (NAT). Selain itu PT Kurnia Sylva Consultindo mewajibkan perangkat komputer menggunakan *Windows Security* yang didukung oleh jasa keamanan komputer pihak ketiga Kaspersky Endpoint Security for Windows.

Setelah itu akan dilakukan pengetesan dengan dua metode, yaitu simulasi *multi-user* yaitu menyambungkan beberapa *user* pada *user profile* yang sama. Pengetesan dapat dilakukan dengan mengakses kecepatan internet pada *website www.fast.com* secara bersamaan. Tujuan pengetesan ini untuk memastikan *bandwidth* terbagi rata antar *user* pada *user profile* yang sama. Dan simulasi *multi-profile*, yaitu menyambungkan *user* pada *user profile* yang berbeda. Pengetesan ini dilakukan dengan cara yang sama dengan simulasi *multi-user*. Namun, tujuan pengetesan ini untuk memastikan *bandwidth* pada *user profile* yang berbeda telah sesuai dengan porsi yang diberikan. konfigurasi *bandwidth* dengan metode *Per connection queue* dan *Queue tree* diimplementasikan pada dunia nyata, implementasi dan konfigurasi secara virtual dapat dilakukan dengan memanfaatkan *Virtual Box Machine*.

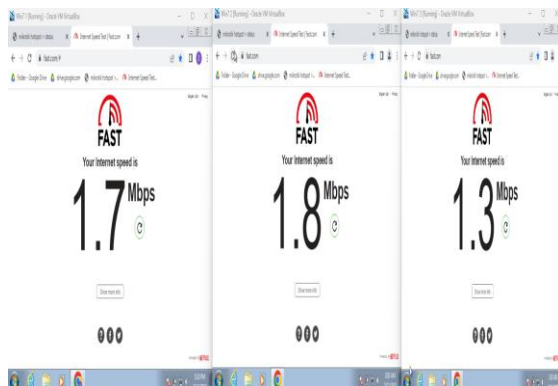
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian memanfaatkan virtual box machine dengan 4 buah sistem operasi yang

terdiri dari 3 buah sistem operasi Windows 7 dan sebuah sistem operasi RouterOS. Seluruh pengujian dilakukan dengan mengakses alamat web pengujian kecepatan internet yaitu fast.com Untuk mendukung pengujian, diperlukan validasi dengan melihat kolom *average rate* pada *interface* Mikrotik di aplikasi Winbox apakah penerapan sudah sesuai atau belum.

1. Pengujian awal jaringan

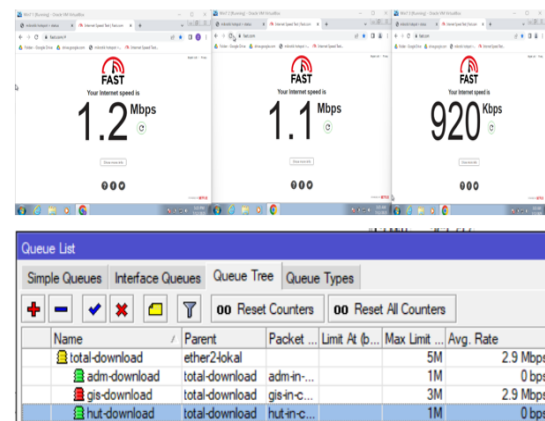
Pengujian awal pada jaringan di Kantor PT Kurnia Sylva dilakukan dengan menguji kecepatan internet tanpa adanya manajemen *bandwidth* download. Berikut adalah hasil dari Pengujian awal dengan tidak adanya manajemen *bandwidth* untuk download di mana sumber data internet yang ada tidak terbagi secara merata dan terdapat tarik-menarik kecepatan internet dikarenakan terdapat faktor seperti kemampuan perangkat klien dalam memproses data dan jumlah data yang sedang digunakan oleh klien.



Gambar 4. Pengujian awal dengan tidak adanya manajemen *bandwidth*.

Pengujian *multi user* dilakukan menyambungkan beberapa *user* pada *user profile* yang sama dengan tujuan apakah *bandwidth* sudah terbagi dengan rata sesuai prinsip *per connection queue (PCQ)*. Di samping itu, pengujian dengan simulasi *multi profile* dilakukan dengan menyambungkan *user* pada *user profile* yang berbeda dengan tujuan memastikan *bandwidth* sudah sesuai dengan porsi yang diberikan.

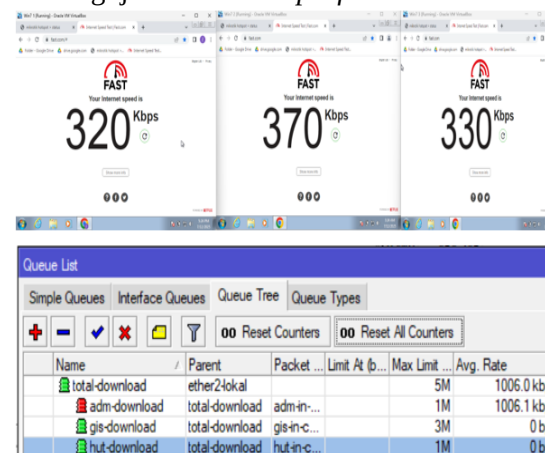
2. Pengujian akhir *user profile* “GIS.”



Gambar 5. Pengujian akhir *user profile* “GIS.”

Pada pengujian akhir untuk *user profile* GIS, pada sisi klien menggunakan 3 *user* yang terdaftar pada *user profile* GIS dengan maksimal *bandwidth* 3 Mbps. Ketiga *user* tersebut mengakses halaman web pengujian kecepatan internet secara bersamaan dengan hasil PC1 sebesar 1,2 Mbps, PC2 1,1 Mbps, dan PC3 920 Kbps. Besaran data tersebut divalidasi oleh Mikrotik pada *queue list* dengan *Average rate* yaitu 2,9 Mbps.

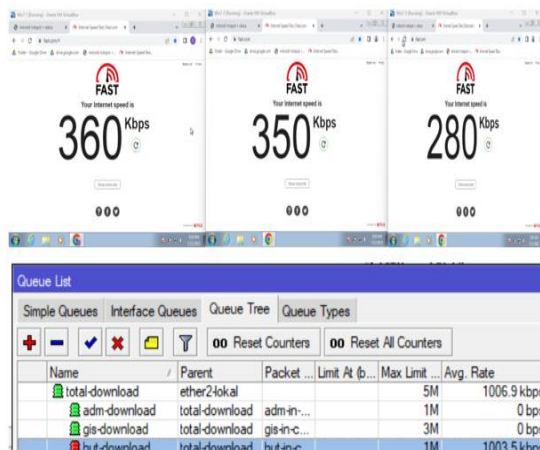
3. Pengujian akhir *user profile* “adm.”



Gambar 6. Pengujian akhir *user profile* “adm.”

Pada pengujian akhir untuk *user profile* adm, pada sisi klien menggunakan 3 *user* yang terdaftar pada *user profile* adm dengan maksimal *bandwidth* 1 Mbps. Ketiga *user* tersebut mengakses halaman web pengujian kecepatan internet secara bersamaan dengan hasil PC1 sebesar 320 Kbps, PC2 370 Kbps, dan PC3 330 Kbps. Besaran data tersebut divalidasi oleh Mikrotik pada *queue list* dengan *Average rate* yaitu 1006 Kbps.

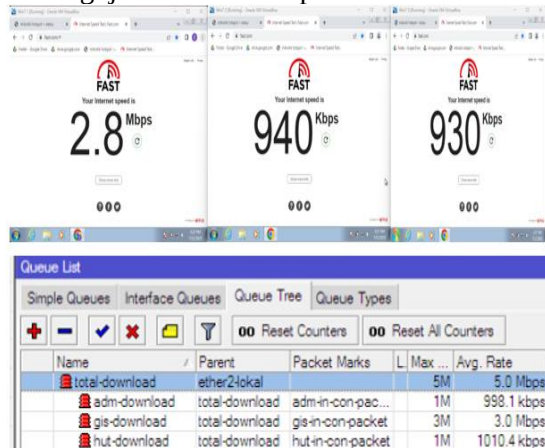
4. Pengujian akhir *user profile* “hut.”



Gambar 7. Pengujian akhir user profile "hut."

Pada pengujian akhir untuk user profile hut, pada sisi klien menggunakan 3 user yang terdaftar pada user profile hut dengan maksimal bandwidth 1 Mbps. Ketiga user tersebut mengakses halaman web pengujian kecepatan internet secara bersamaan dengan hasil PC1 sebesar 360 Kbps, PC2 350 Kbps, dan PC3 280 Kbps. Besaran data tersebut divalidasi oleh Mikrotik pada queue list dengan Average rate yaitu 1006 Kbps.

5. Pengujian akhir multi-profile.



Gambar 8. Pengujian akhir multi profile.

Pada pengujian akhir multi profile, pengujian dilakukan dengan memasukkan user pada user profile yang berbeda dengan keseluruhan bandwidth adalah 5 Mbps. Pada PC1 dengan user profile GIS menghasilkan bandwidth 2,8 Mbps, PC2 dengan user profile adm menghasilkan bandwidth 940 Kbps, dan PC3 dengan user profile hut menghasilkan 930 Kbps. Besaran data tersebut divalidasi oleh Mikrotik pada queue list yang menunjukkan bahwa total kecepatan download adalah 5 Mbps.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem manajemen bandwidth menggunakan metode Queue tree dan Per connection queue (PCQ) pada jaringan di kantor PT Kurnia Sylva, dapat disimpulkan bahwa 1. Sistem ini mampu membagi bandwidth download secara adil dan proporsional sesuai dengan konfigurasi masing-masing user profile. Sebelum diterapkannya manajemen bandwidth, distribusi koneksi internet tidak merata antar pengguna. Hal ini ditunjukkan dengan adanya tarik-menarik kecepatan internet yang disebabkan oleh faktor seperti kemampuan masing-masing perangkat klien dalam memproses data, jumlah data yang sedang digunakan, serta tidak adanya pembatasan bandwidth yang mengatur penggunaan secara kolektif. Kondisi ini memungkinkan satu atau beberapa pengguna mendominasi pemakaian bandwidth, sehingga mengurangi kualitas akses bagi pengguna lain. Setelah diterapkan pembatasan bandwidth download menggunakan Queue tree dan Per connection queue (PCQ), distribusi bandwidth download menjadi lebih terkendali. Pengujian pada user profile GIS dengan alokasi bandwidth maksimal 3 Mbps dan tiga pengguna aktif menunjukkan hasil pembagian kecepatan internet yang relatif merata, yaitu sebesar 1,2 Mbps, 1,1 Mbps, dan 920 Kbps, dengan total penggunaan yang divalidasi Mikrotik sebesar 2,9 Mbps. Pengujian serupa dilakukan pada user profile adm dan hut, masing-masing dengan batas maksimal 1 Mbps, dan menghasilkan total penggunaan 1006 Kbps untuk ketiga pengguna di setiap user profile. Dalam pengujian multi profile dengan total bandwidth 5 Mbps, sistem mampu mendistribusikan bandwidth ke masing-masing user profile sesuai dengan proporsi yang telah ditentukan. Meskipun hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara efektif, terdapat variasi kecil dalam pembagian bandwidth antar pengguna. Variasi ini disebabkan oleh beberapa faktor teknis seperti perbedaan waktu mulai akses, intensitas permintaan data antar klien, serta latensi data. Variasi ini tidak mengganggu keadilan distribusi bandwidth download secara keseluruhan. Hal ini membuktikan, sistem pembatasan bandwidth yang dibangun dengan kombinasi Queue tree dan Per connection

queue (PCQ) terbukti mampu mengatur penggunaan internet secara adil. Sistem ini dapat menjadi solusi yang efektif dan stabil dalam lingkungan jaringan di Kantor PT Kurnia Sylva. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan perbandingan antara metode *Per connection queue* (PCQ) dengan model algoritma antrian lainnya seperti CAKE (*Common Applications Kept Enhanced*). Algoritma CAKE dikenal mampu menangani permasalahan latensi secara lebih cerdas karena menggabungkan mekanisme fair queueing, traffic shaping, dan *Active Queue Management (AQM)* dalam satu sistem. Studi komparatif antara metode *Per connection queue* (PCQ) dan CAKE (*Common Applications Kept Enhanced*). dapat memberikan wawasan baru mengenai efektivitas algoritma manajemen *bandwidth*, terutama dalam konteks lingkungan kerja seperti PT Kurnia Sylva.

REFERENSI

- Aminah, S. (2022). Manajemen Bandwidth dalam Mengoptimalkan Penggunaan Router Mikrotik terhadap Pelayanan Koneksi Jaringan. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 102–106.
<https://doi.org/10.37034/inftev.v4i3.144>
- Anwar, M. S. (2022). Analisis QoS (Quality of Service) Manajemen Bandwidth menggunakan Metode Kombinasi Simple Queue dan PCQ (Per Connection Queue) pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 1(2), 82–97.
<https://doi.org/10.56211/sudo.v1i2.24>
- Asri Choirinisa, A., & Ikhwani, K. (n.d.). *PENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI DIGITAL TERHADAP EFEKTIVITAS KERJA PEGAWAI*. Retrieved from
<https://transpublika.co.id/ojs/index.php/Transekonomika>
- Azizah, U., & Veritawati, I. (2021). Implementasi Management Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree Dengan PCQ (Per Connection Queue). In *Journal of Informatics and Advanced Computing* (Vol. 2).
- Christanto, F. W., Daru, A. F., & Kurniawan, A. (2021). Metode PCQ dan Queue Tree untuk Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 407–412.
<https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.3026>
- Deni Bahtiar, Wangsa Jati Febrianto, Asep Maulana, Sodichin Saputra, Wisnu Darmawan, Remis Putra Tafonao, ... Roeslan Djutalov. (2021). *PENGENALAN DASAR INSTALASI JARINGAN KOMPUTER MENGGUNAKAN MIKROTIK*. 2, 507–518.
- Dr. Indrarini Dyah Irawati, S. T. , M. T., & Muhammad Iqbal, S. T. , M. T. (2023). *Manajemen Bandwidth dengan Teknik Load Balancing*. 1.
- Fauzan Prasetyo Eka Putra, & Muhammad Umar Mansyur. (2023). *Jaringan Komputer Untuk Pemula*. 1.
- Fikri Dwilaksono, Henni Endah Wahanani, & Mohammad Idhom. (2025). Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree dengan PCQ di SMK Negeri 1 Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Komunikasi*, 5(2), 58–72.
<https://doi.org/10.55606/juitik.v5i2.1029>
- Habibi, R. (2022). OPTIMALISASI INTERNET WARGA MENGGUNAKAN KOMBINASI TYPE ANTRIAN DAN SISTEM PIHOLE. In *Jurnal Teknik Informatika* (Vol. 14).
- Jumiaty, 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>
- Karisma, R. N. D., & Juansen, M. (2025). Analisis Perbandingan Qos Dengan Standarisasi Tiphon: Metode Simple Queue Dan Per Connection Queue. *Jurnal PROCESSOR*, 20(1).
<https://doi.org/10.33998/processor.2025.20.1.2027>
- Muhammad Khatami. (2023). *IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE PCQ-QUEUE TREE PADA ROUTER MIKROTIK DI PLASA TELKOM BEUREUNUEN*. Banda Aceh.

- Nurjanah, D. (2023). PERBANDINGAN QOS SIMPLE QUEUE DAN QUEUE TREE DI EUCLIDEAN.NET. *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 8(2). Retrieved from <https://www.simantik.fst-panca-sakti.ac.id/>
- Prasetyo, E., Santoso, T., & Riyadi, S. (2024). Bandwidth Management using Per Connection Queue and Queue Tree: A Case Study on a High School Network. In *Emerging Information Science and Technology* (Vol. 5).
- Rahman, T., Ibrahim, B., Nurdin, H., & Qomaruddin, M. (2023). HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (HTB) PADA QUALITY OF SERVICE PT. EKA BOGAINTI. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 8(1), 82–91. <https://doi.org/10.36341/rabit.v8i1.2963>
- Santoso, J. D. (2020). ANALISIS PERBANDINGAN METODE QUEUE PADA MIKROTIK. In *Jurnal Pseudocode* (Vol. 1). Retrieved from www.ejournal.unib.ac.id/index.php/pseudocode
- Surya Imansyah. (2010). *BANDWIDTH MANAGEMENT DENGAN MENGGUNAKAN MIKROTIK ROUTER OS. PADA RTRW-NET.*
- Valia Yoga Pudya Ardhana, & Mulyodiputro, M. D. (2023). Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB). *Journal of Informatics Management and Information Technology*, 3(2), 70–76. <https://doi.org/10.47065/jimat.v3i2.257>
- Yang Agita Rindri. (2022). *BUKU PRAKTIS TEKNIK JARINGAN KOMPUTER.* Sungailiat.

Link Submission Jurnal: <https://jurnal.umt.ac.id/>