

Analisa Prioritas Bandwidth Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket)

Yuda Irawan¹, Herianto², Siti Aisyah³, Refni Wahyuni⁴

¹Universitas Hang Tuah Pekanbaru, yudairawan89@gmail.com, Pekanbaru, Indonesia

²Universitas Hang Tuah Pekanbaru, herianto.sy@gmail.com, Pekanbaru, Indonesia

³Universitas Hang Tuah Pekanbaru, sitiaisyah982811@gmail.com, Pekanbaru, Indonesia

⁴Universitas Hang Tuah Pekanbaru, refniabid@gmail.com, Pekanbaru, Indonesia

Informasi Makalah

Submit : Feb 27, 2022

Revisi : Mar 23, 2022

Diterima : Jun 7, 2022

Kata Kunci :

Application
Bandwidth
Hierarchical Token Bucket
Internet

Abstrak

Banyaknya kebutuhan dunia pendidikan yang mengharuskan pihak pengembang aplikasi dalam mengembangkan berbagai terobosan teknologi untuk mendukung stabilitas dalam berinteraksi. Harga Bandwidth yang cukup tinggi menyebabkan pihak sekolah melakukan pembatasan jumlah Bandwidth yang diberikan oleh operator. Semakin meningkatnya kebutuhan akan internet hal ini menjadi permasalahan bagi pengguna. Permasalahannya adalah semakin banyak yang membuka situs di internet tentu akan mengurangi kuota atau paket data. Untuk menyelesaikan permasalahan ini maka dilakukan proses tahapan analisa prioritas bandwidth menggunakan metode HTB (Hierarchical Token Bucket). Metode ini mempunyai kelebihan dalam pembatasan trafik pada tiap level maupun klasifikasi, sehingga bandwidth yang dipakai level yang tinggi dapat digunakan atau dipinjam oleh level yang lebih rendah. Berdasarkan hasil analisa dan pengujian yang telah dilakukan Penulis, maka dapat disimpulkan bahwa Metode antrian Hierarchical Token Bucket dinilai lebih efektif membagi bandwidth secara adil dan merata kepada masing-masing client yang membutuhkan bandwidth, terlihat dari grafik perhitungan nilai QoS yang telah dilakukan. Dari hasil perhitungan dalam pengujian metode HTB melalui download berkas, nilai rata-rata yang diperoleh berdasarkan standar kategori TIPHON untuk indeks parameter. Throughput indeks parameter delay bernilai 4 dengan indeks parameter jitter indeks parameter packet loss.

Abstract

The many needs of the world of education that require application developers to develop various technological breakthroughs to support stability in interacting. Bandwidth price which is quite high causes the school to limit the amount of bandwidth provided by the operator. The increasing need for the internet has become a problem for users. The problem is that the more people who open sites on the internet, of course, it will reduce the quota or data package. To

Yuda Irawan,
Email: yudairawan89@gmail.com

solve this problem, the bandwidth priority analysis process is carried out using the HTB (Hierarchical Token Bucket) method. This method has the advantage of limiting traffic at each level and classification, so that the bandwidth used at high levels can be used or borrowed by lower levels. Based on the results of the analysis and testing that has been carried out by the author, it can be concluded that the Hierarchical Token Bucket queuing method is considered more effective in dividing bandwidth fairly and evenly to each client who needs bandwidth, as can be seen from the graph of the calculation of the QoS value that has been carried out. From the calculation results in testing the HTB method through file downloads, the average value obtained is based on the TIPHON category standard for the parameter index. The throughput delay parameter index is 4 with the jitter parameter index the packet loss parameter index.

1. Pendahuluan

Teknologi internet sekarang ini menjadi sebuah kebutuhan yang sangat penting bagi manusia (Alvianto, 2019). Dengan adanya internet, semua informasi dapat diakses dengan mudahnya kapan saja dan dimana saja. Mulai dari buku berupa e-book modul pembelajaran, video tutorial praktik siswa dan bahan ajar di youtube (Daulay, 2020).

Banyaknya kebutuhan dunia pendidikan yang mengharuskan pihak pengembang aplikasi dalam mengembangkan berbagai terobosan teknologi untuk mendukung stabilitas dalam berinteraksi (Iqbal, 2019). Harga bandwidth yang cukup tinggi menyebabkan pihak sekolah melakukan pembatasan jumlah bandwidth yang diberikan oleh operator (Lukman, 2019). Semakin meningkatnya kebutuhan akan internet hal ini menjadi permasalahan bagi pengguna. Informasi menjadi susah didapat dikarenakan terbatasnya bandwidth yang menyebabkan sulitnya pengguna dalam mengakses situs internet (Murti, 2020), (Sudirman, 2021).

Tanpa adanya manajemen bandwidth, banyak perangkat keras berupa smartphone, komputer, laptop yang dapat mengakses internet secara tidak beraturan sehingga menyebabkan komputer yang lain tidak mendapat jatah bandwidth yang merata (Nurchahyo, 2021), (Andesa, 2021). Padahal bagian Tata Usaha (TU) dan kepala

sekolah membutuhkan akses internet yang stabil karena bagian TU harus selalu memperbaharui data – data siswa – siswi berupa absen, dan nilai, sedangkan kepala sekolah harus selalu siap dalam menerima informasi – informasi terbaru dari Departemen Pendidikan Nasional dimasa pandemi Covid 19.

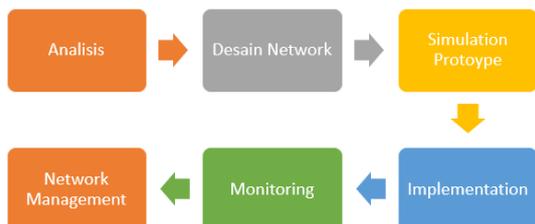
SMK Taruna mandiri pekanbaru adalah SMK Swasta terakreditasi A, merupakan salah satu SMK terbaik dan favorit di pekanbaru. Total siswa SMK taruna mandiri pekanbaru periode ganjil 2021-2022 ini tercatat 725 orang, dengan jumlah tenaga pengajar 57 dan Tenaga non kependidikan 5 orang.

Permasalahannya adalah semakin banyak yang menggunakan aplikasi ini tentu akan mengurangi kuota atau paket data internet. Untuk menyelesaikan permasalahan ini maka dilakukan proses tahapan analisa prioritas penggunaan bandwidth menggunakan metode HTB di SMK Taruna Mandiri Pekanbaru.

Metode yang akan digunakan adalah metode HTB (Hierarchical Token Bucket). Metode ini dipilih karena metode HTB mempunyai kelebihan dalam pembatasan trafik pada tiap level maupun klasifikasi (Puspita Sari, 2021), sehingga bandwidth yang tidak dipakai oleh level yang tinggi dapat digunakan atau dipinjam oleh level yang lebih rendah (Nurfiana, 2019).

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah Metode NDLC (Network Development Life Cycle)(Wijaya, 2015).



Gambar 1. Tahapan Metode NDLC

Adapun tahapan dari metode penelitian ini diantaranya:

a. Analisis

Pada proses ini, dilakukan penganalisaan dan pengumpulan kebutuhan data yang meliputi parent, packet mark, dan max-limit. Hasil penganalisaan dan pengumpulan tersebut didokumentasikan yang berfungsi sebagai langkah awal dalam melakukan proses analisa. Pada tahap ini mengorganisir rencana kerja penelitian untuk menganalisa dan membuktikan performa jaringan internet menggunakan Mikrotik, diawali dengan mengupdate version pada Mikrotik. Konfigurasi perangkat keras yaitu : Router Mikrotik, switch manageable dan 9 kabel(Ichwan, 2019).

UTP Straight sebagai penghubung Mikrotik ke Switch manageable, kemudian dari switch manageable ke komputer dan Access Point Unifi. Pengujian dilakukan pada tahap ini, diantaranya: ip route, firewall filter, NAT (Network Address Translation), Mangle untuk penandaan paket, Queue (manajemen bandwidth), bridge, wireless, DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) dan ip cloud DDNS (Dynamic Domain Name System). Monitoring secara langsung pada Mikrotik melalui aplikasi desktop Winbox.

b. Desain Network

Pada proses Desain dari data-data yang didapatkan sebelumnya, pada tahap desain ini akan membuat gambar desain topologi jaringan interkoneksi yang akan

dibangun. Diharapkan dengan gambar ini akan memberikan gambaran seutuhnya dari kebutuhan yang ada. Desain bisa berupa desain struktur topologi jaringan, desain akses data, desain layout perkabelan, dan sebagainya yang akan memberikan gambaran jelas tentang proyek yang akan dibangun. Perancangan metode HTB akan diterapkan dengan diagram alur sebagai berikut.

c. Simulation Prototype

Pada tahapan ini membangun prototipe sistem dari data yang telah didapat pada tahap-tahap sebelumnya dengan menggunakan alat bantu tools visio untuk membangun topologi yang akan di design. Dalam tahap simulasi ini bertujuan untuk melihat kinerja awal dari jaringan yang akan dibangun dan sebagai bahan pertimbangan sebelum jaringan benar-benar akan diterapkan. Pada tahap ini pertama yang peneliti lakukan adalah membuat jaringan yang sama persis dengan jaringan yang terdapat pada jaringan SMK Taruna Mandiri hanya saja dalam ruang lingkup yang kecil. Peneliti juga akan membuat hotspot mikrotik dan user- profile untuk uji coba dari beberapa pengguna yang terdapat di SMK Taruna Mandiri Pekanbaru. Bentuk simulasi dilaksanakan dengan bantuan alat mikrotik sebagai router dan juga menggunakan virtualisasi sistem operasi dengan tool Virtual Box. selanjutnya adalah melakukan penerapan distribusi user menggunakan queue tree dengan metode HTB.

Selanjutnya dari rancangan diatas metode HTB mempunyai tahap pembuatan firrewall mangle dengan menandai Mark-Connection dan Mark-Packet. Maksud dari tahap ini adalah pembuatan beberapa aturan dalam mengakses internet dengan cara menandai trafik yang akan dilewati atau paket data yang akan dikirim. Dan terdapat juga pengklasifikasian jenis trafik, contohnya kelas trafik download dan kelas trafik streaming. Tahap ini dikerjakan menggunakan mikrotik RouterOS pada fitur Firewall mangle. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mendefinisikan setiap paket yang terdapat pada aliran sumber koneksi yang terhubung pada router agar dapat diproses

menjadi lebih spesifik. Yang terakhir adalah tahap desain pembagian bandwidth berdasarkan metode HTB. Peneliti akan membuat rancangan pembagian bandwidth dengan memperhitungkan 2 buah limitasi yang terdapat pada RouterOS, yaitu CIR (Committed Information Rate) dan MIR (Maximal Information Rate). Peneliti juga akan menentukan priority untuk masing-masing kategori user.

Simulasi kedua yang dilakukan adalah simulasi dari pengujian metode manajemen bandwidth menggunakan pengujian bandwidth dan 4 parameter Quality of Service. Melakukan percobaan mengukur bandwidth dan parameter Quality of Service dengan client yang sudah dipersiapkan dan metode manajemen bandwidth yang telah dikonfigurasi pada router mikrotik. Percobaan dilakukan dengan jumlah user dan jumlah paket data yang sama. Parameter Quality of Service yaitu Packet Loss, Delay, Jitter dan Throughput. Pengukuran akan diambil sesuai dengan rumus dari masing-masing parameter, dan hasil akhir akan dibandingkan dengan tabel standar TIPHON. Tahap ini akan terdapat 2 kondisi yang dipakai oleh peneliti yaitu kondisi minimum user dan maximum user. Kondisi minimum user yang dimaksud adalah kondisi dimana terdapat sedikit client yang terhubung ke layanan hotspot mikrotik dan melakukan aktivitas internet, atau bisa dikatakan trafik ringan. Sedangkan kondisi maximum user merupakan kondisi sebaliknya dari minimum user, atau dikatakan trafik padat.

d. Implementation

Implementasi menggunakan spesifikasi rancangan sebagai masukan prosesnya untuk menghasilkan keluaran yang telah dihasilkan pada tahap simulation prototyping dimana berupa instruksi penerapan analisa secara nyata. Setelah melakukan tahapan simulasi penerapan metode HTB dan pengujian QoS, diharapkan semua yang dibutuhkan saat implementasi telah terpenuhi. Penerapan metode manajemen bandwidth HTB merupakan tahapan yang menentukan dari berhasil atau tidaknya project yang akan dibangun.

Penerapan dilakukan di lingkup sekolah dengan menggunakan sumber bandwidth dari kepala labor dan maintenance SMK Taruna Mandiri.

Peneliti akan menerapkan metode HTB pada mikrotik routerboard yang baru, yang terhubung dengan switch yang terdapat pada ruang server yang berada di ruang laboratorium TKJ, tanpa konfigurasi langsung pada mikrotik routerboard yang lama, agar pada saat konfigurasi, jaringan hotspot mikrotik SMK Taruna Mandiri masih tetap berjalan. Penerapan HTB akan digunakan untuk 10 user yang akan langsung dilakukan pengujian yang sudah direncanakan. Semua yang dikerjakan pada tahap sebelumnya akan sama persis dilakukan pada tahap implementasi dengan catatan semua konfigurasi yang dirancang sudah berjalan dengan baik (Siregar, 2017).

e. Monitoring

Monitoring atau pengawasan terhadap efektivitas kinerja dari sistem yang sudah dibangun atau diterapkan agar jaringan komputer dan komunikasi dapat berjalan sesuai dengan keinginan dan tujuan awal dari penulis pada tahap awal analisis, maka Penulis perlu melakukan kegiatan monitoring atau pengawasan. Tahap monitoring akan menjelaskan pengujian konfigurasi dari metode manajemen bandwidth dan juga pengujian bandwidth serta 4 parameter Quality of Service. Pengujian konfigurasi dilakukan setelah konfigurasi Simple Queue dan Hierarchical Token Bucket selesai. Dan setelah itu pengujian bandwidth serta beberapa parameter QoS dilakukan. Pengujian ini akan menggunakan 2 kondisi yaitu kondisi maximum user dan kondisi minimum user. Kondisi maximum user yang dimaksud yaitu jaringan hotspot mikrotik SMK Taruna Mandiri akan diakses oleh 10 user client menggunakan Personal Computer dengan spesifikasi yang sama secara bersamaan. Sedangkan kondisi minimum user, adalah kondisi dimana sedikit user yang mengakses jaringan hotspot mikrotik SMK Taruna Mandiri, dan peneliti menggunakan 2 user client pada kondisi ini. Tahap monitoring berlokasi di ruang Laboratory of Cultural Informatics. Dan waktu pengujian dilakukan pada saat malam hari, dengan

kondisi sumber internet yang akan dipakai pengujian dalam keadaan stabil dan mencapai kecepatan maksimal.

f. Network Management

Manajemen atau pengaturan, salah satu yang menjadi perhatian khusus adalah masalah policy kebijakan perlu dibuat untuk membuat atau mengatur agar analisa yang telah dibangun dan berjalan dengan baik dapat berlangsung lama dan unsur reliability terjaga. Hasil dari semua pengujian menggunakan metode manajemen bandwidth, yaitu Simple Queue dan Hierarchical Token Bucket akan menjadi pertimbangan dari pihak sasaran peneliti yang berfungsi sebagai kegiatan manajemen kualitas layanan hotspot mikrotik SMK Taruna Mandiri. Sebagai bahan pertimbangan kepada pihak Labor dan maintenance, peneliti akan memaparkan hasil dari metode manajemen bandwidth pada bagian pembahasan(Putra, 2020).

3. Hasil dan Pembahasan

Parameter kualitas jaringan dalam penelitian ini meliputi throughput, delay, jitter dan packet loss. Sistem akan dianalisis mengenai tingkat pencapaian kualitas jaringan sistem penggunaan teknik antrian dengan type simple queue terhadap kinerja sistem manajemen bandwidth menggunakan Software Network Analyzer Wireshark. Dalam pengujian ini dilakukan dengan komputer yang berlaku sebagai client yang melakukan aktifitas download.

a. Hasil speedtest data oleh wireshark dengan HTB

Hasil speedtest dan capture data oleh wireshark menggunakan simple queue dengan HTB dengan bandwidth 1 Mbps.



Gambar 2. Summary wireshark pada simple queue dengan htb

Dari capture data yang telah dilakukan dengan wireshark pada simple queue dengan HTB bandwidth 1 Mbps, didapatkan nilai dengan perhitungan :

1. Pengujian Throughput pada Simple Queue dengan HTB

Throughput = Paket Data Diterima / Lama Pengamatan

$$= 14731608 \text{ bytes} / 426,758 \text{ sec}$$

$$= 34519,81685 \text{ bytes/sec}$$

$$= 276158,5348 \text{ kbps}$$

% Throughput = Throughput / Alokasi Bandwidth User x 100 %

$$= 276158,5348 \text{ kbps} / 1024 \text{ kbps} \times 100 \%$$

$$= 26,96 \%$$

2. Pengujian Delay pada Simple Queue dengan HTB

Rata-rata Delay = Total Delay / Total Paket Diterima

$$= 426,758 \text{ sec} / 31821$$

$$= 0,013411206 \text{ sec}$$

$$= 13,41 \text{ ms}$$

3. Pengujian Jitter pada Simple Queue dengan HTB

Jitter = Total Variansi Delay / Total Paket Diterima

$$= (426,758 \text{ sec} 0,013411206 \text{ sec}) / 31821$$

$$= 0,013410787 \text{ sec}$$

$$= 13,41 \text{ ms}$$

4. Pengujian Packet Loss pada Simple Queue dengan HTB

Packet Loss = (Paket Data Dikirim - Paket Data Diterima) x 100 %

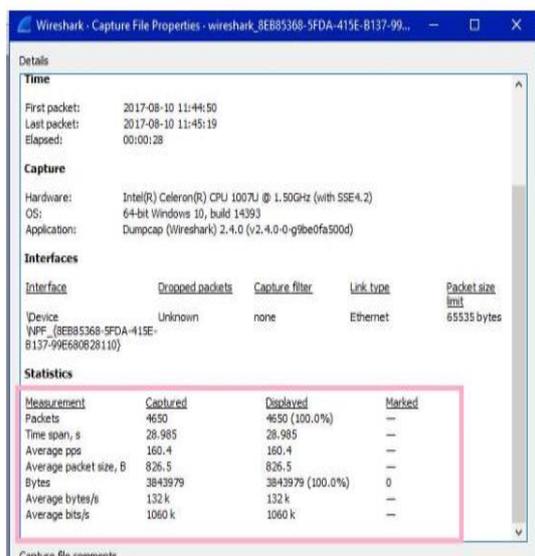
$$\frac{\text{Paket Data Dikirim} - \text{Paket Data Diterima}}{\text{Paket Data Dikirim}} \times 100 \%$$

$$= \frac{31821 - 31821}{31821} \times 100 \%$$

$$= 0 \%$$

B. Hasil speedtest data oleh wireshark tanpa HTB

Hasil speedtest dan capture data oleh wireshark menggunakan simple queue tanpa HTB dengan bandwidth 1 Mbps.



Gambar 3. Summary wireshark pada simple queue tanpa htb

Dari capture data yang telah dilakukan dengan wireshark pada simple queue tanpa HTB bandwidth 1 Mbps, maka didapatkan nilai dengan cara perhitungan sebagai berikut:

1. Pengujian Throughput pada Simple Queue tanpa HTB

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket Data Diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

$$= \frac{3843979 \text{ bytes}}{28,985 \text{ sec}}$$

$$= 132619,5963 \text{ bytes/sec}$$

$$= 1060956,771 \text{ kbps}$$

$$\% \text{ Throughput} = \frac{\text{Throughput}}{\text{Alokasi Bandwidth User}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1060956,771 \text{ kbps}}{1024 \text{ kbps}} \times 100 \%$$

$$= 10,36 \%$$

2. Pengujian Delay pada Simple Queue tanpa HTB

Rata-rata Delay = Total Delay / Total Paket Diterima

$$= \frac{28,985 \text{ sec}}{4650}$$

$$= 0,006233333 \text{ sec}$$

$$= 6,2 \text{ ms}$$

3. Pengujian Jitter pada Simple Queue tanpa HTB

Jitter = Total Variansi Delay / Total Paket Diterima

$$= \frac{(28,985 \text{ sec} - 0,006233333 \text{ sec})}{4650}$$

$$= 0,006231993 \text{ sec}$$

$$= 6,2 \text{ ms}$$

4. Pengujian Packet Loss pada Simple Queue tanpa HTB

Packet Loss = (Paket Data Dikirim - Paket Data Diterima) x 100 %

$$\frac{\text{Paket Data Dikirim} - \text{Paket Data Diterima}}{\text{Paket Data Dikirim}} \times 100 \%$$

$$= \frac{4650 - 4650}{4650} \times 100 \%$$

$$= 0 \%$$

Setelah skenario percobaan dilakukan, didapatkan perbandingan nilai akhir QoS simple queue dengan HTB dan simple queue tanpa HTB berdasarkan standar TIPHON dengan hasil nilai akhir QoS simple queue dengan HTB dalam standar TIPHON mempunyai nilai indeks 3,2 dengan kategori Bagus, sedangkan nilai akhir QoS simple queue tanpa HTB dalam standar TIPHON mempunyai nilai indeks 3 dengan kategori Bagus.

Secara umum perbandingan nilai akhir QoS simple queue dengan HTB dan simple queue tanpa HTB tidak jauh berbeda. Namun apabila dibandingkan kembali dengan menggunakan nilai tiap-tiap parameter QoS berdasarkan besar bandwidth yang

ditentukan akan sangat tampak perubahan dari tiap-tiap nilai parameter tersebut.

Adapun pembahasan yang dapat di ambil pada penelitian ini berupa grafik perbandingan nilai parameter QoS yang disajikan sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik perbandingan nilai tiap parameter qos

Berdasarkan hasil pengujian analisa perbandingan yang diperoleh dari perhitungan dengan penangkapan data menggunakan Software Network Analyzer Wireshark dengan cara mengunduh berkas dari internet menggunakan mikrotik RB941 mampu melakukan manajemen bandwidth pada Simple Queue menggunakan metode antrian Hierarchical Token Bucket.

Dalam pengujian ini tiap-tiap nilai parameter QoS yang dihasilkan pada manajemen bandwidth simple queue dengan HTB lebih stabil dibandingkan dengan simple queue tanpa HTB. Namun hasil pengujian sewaktu-waktu bisa berubah sesuai dengan jaringan internet dari ISP (Internet Service Provider) mana yang digunakan masing masing jaringan untuk melakukan pengujian.

Selain itu perubahan juga bisa terjadi karena beberapa faktor diantaranya redaman yaitu jatuhnya kuat sinyal karena penambahan jarak pada media transmisi, distorsi atau fenomena yang disebabkan bervariasinya kecepatan karena perbedaan bandwidth dan masih banyak hal lain yang bisa menyebabkan nilai parameter QoS berubah.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan jaringan internet gds untuk melakukan pengujian dari analisa bandwidth dengan menggunakan metode HTB.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian yang telah dilakukan Penulis, maka dapat disimpulkan bahwa Metode antrian Hierarchical Token Bucket dinilai lebih efektif membagi bandwidth secara adil dan merata kepada masing-masing client yang membutuhkan bandwidth, terlihat dari grafik perhitungan nilai QoS yang telah dilakukan. Dalam pengujian dan perhitungan QoS dinilai lebih sederhana menggunakan fitur manajemen bandwidth simple queue untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal dengan memanfaatkan Software Network Analyzer Wireshark. Dari hasil perhitungan dalam pengujian metode HTB melalui download berkas, nilai rata-rata yang diperoleh berdasarkan standar kategori TIPHON untuk indeks parameter. Throughput indeks parameter delay bernilai 4 dengan indeks parameter jitter indeks parameter packet loss.

5. Referensi

- Andesa, K. (2021). Penerapan Manajemen Bandwidth Berdasarkan Pppoe Pada Pondok Pesantren Miftahul Huda. *SATIN-Sains dan Teknologi Informasi*, 7(2), 121-128.
- Alvianto, R., Hutagalung, S., Halim, F. A., Studi, P., Komputer, T., Teknik, F., & Nusantara, U. M. (2019). Rancang Bangun Mekanisme Quality of Service terhadap Protokol RTP dan SIP pada Arsitektur Openflow.
- Daulay, O. L., Islam, U., & Utara, S. (2020). Analisis Quality Of Services (QoS) Pada Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hirarchical Token Bucket (HTB) pada Sistem Jaringan. 5(2), 18–35.

- Ichwan, M. I., Sugiyanta, L., & Yunanto, P. W. (2019). Analisis Manajemen Bandwidth Hierarchical Token Bucket (HTB) dengan Mikrotik pada Jaringan SMK Negeri 22. *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer*, 3(2), 122-126.
- Iqbal Ichwan, M., Sugiyanta, L., & Wibowo Yunanto, P. (2019). Analisis Manajemen Bandwidth Hierarchical Token Bucket (HTB) dengan Mikrotik pada Jaringan SMK Negeri 22. *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 3(2), 122–126.
<https://doi.org/10.21009/pinter.3.2.6>
- Lukman, L., Saputro, A. M., Wicaksono, A. S., Hartomo, F. H. T., & Jatun, M. N. (2019). Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB) di Farid.net. *Creative Information Technology Journal*, 5(3), 209.
<https://doi.org/10.24076/citec.2018v5i3.237>
- Murti, S. dan heryanto. (2020). Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hirarchical Token Bucket (HTB) Pada Pembatasan Kecepatan Internet (Studi Kasus: SMK Al-Muslim). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* <https://jurnal.unibrah.ac.id/index.php/JIWP>, 6(3), 295–307.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3737983>
- Nurchahyo, A. C., Firgia, L., & Mustaqim, Y. (2021). Implementasi dan Analisis Metode Hierarchical Token Bucket pada Manajemen Bandwidth Jaringan (Studi Kasus: Jaringan Rektorat Institut Shanti Bhuana). *Journal of Information Technology*, 1(2), 41–49.
<https://doi.org/10.46229/jifotech.v1i2.200>
- Nurdiyanto, A., & Deli. (2020). Studi Komparsi Managemen Bandwidth Antara Metode Hirarchical Token Bucket (HTB) Dan Peer Connection Queue (PCQ). *Conference on Business, Social Sciences and Innovation Technology*, 1(1), 487–497.
- Nurfiana, N., & Ramanda, D. (2019). Implementasi Metode Pcq-Queue Tree Pada Router Mikrotik Dan Monitoring Cacti Untuk Peningkatan Quality of Service. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Dan Robotika*, 1(1), 1–7.
<https://doi.org/10.33005/jifti.v1i1.4>
- Puspita Sari, A. (2021). Manajemen Bandwidth Dengan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB) Pada Lembaga Amil Zakat Nurul Hayat Tangerang. *JIKA (Jurnal Informatika)*, 5(2), 145.
<https://doi.org/10.31000/jika.v5i2.4501>
- Putra, K. G. W. P., Santyadiputra, G. S., & Kesiman, M. W. A. (2020). Penerapan Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket Pada Layanan Hotspot Mikrotik Undiksha. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 5(1), 146.
<https://doi.org/10.24114/cess.v5i1.14959>
- Siregar, S. R. (2017). Analisa Algoritma Hierarchy Token Bucket Dalam Pembagian Bandwidth Internet Pada Setiap Komputer Client Berbasis Analisa Algoritma Hierarchy Token Bucket Dalam Pembagian Bandwidth Internet Pada Setiap Komputer Client Berbasis Mikrotik. *J. Ilm. Infotek*, 1, 132-138.
- Sudirman, D., & Yaqin, A. N. (2021). Network Penetration dan Security Audit Menggunakan Nmap. *SATIN-Sains dan Teknologi Informasi*, 7(1), 32-44.
- Wijaya, A. I., Handoko, L. B., & Kom, M. (2015). Manajemen Bandwidth Dengan Metode Htb (Hierarchical Token Bucket) Pada Sekolah

Menengah Pertama Negeri 5
Semarang. *J. Tek. Inform.*
Udinus, 1(1), 1-3.