



## SISTEM MONITORING JARINGAN DAN OPTIMALISASI MANAJEMEN BANDWIDTH DENGAN ALGORITMA HTB (*HIERARCHICAL TOKEN BUCKET*)

Muhammad Riyan<sup>1\*</sup>, Abdul Jabar Lubis<sup>2</sup>, Tengku Mohd Diansyah<sup>3</sup>

1,2,3) Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan, Indonesia

\*Corresponding Email: [muhammadriyan987@gmail.com](mailto:muhammadriyan987@gmail.com)

### Abstrak

Di era digital yang terus berkembang, efisiensi manajemen jaringan menjadi kebutuhan yang krusial, terutama dalam menjaga stabilitas dan distribusi penggunaan bandwidth yang adil. Penelitian ini mengajukan sistem pemantauan jaringan yang dioptimalkan melalui integrasi algoritma manajemen bandwidth Hierarchical Token Bucket (HTB). Algoritma HTB memungkinkan pembagian bandwidth secara terstruktur dan hierarkis, memastikan alokasi bandwidth sesuai dengan prioritas yang telah ditentukan untuk setiap pengguna atau layanan. Dengan penerapan HTB, jaringan dapat dikelola lebih efisien, mengurangi kemacetan lalu lintas, dan memaksimalkan pemanfaatan sumber daya jaringan. Sistem pemantauan yang dikembangkan dalam penelitian ini juga dilengkapi dengan fitur pemantauan waktu nyata, memungkinkan administrator jaringan untuk mengawasi penggunaan bandwidth secara akurat dan tepat waktu. Data penggunaan bandwidth dikumpulkan dan dianalisis untuk memberikan wawasan mendalam mengenai kondisi jaringan serta rekomendasi penyesuaian kebijakan manajemen berdasarkan kebutuhan operasional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan bandwidth, mengurangi waktu respons jaringan, serta memberikan prioritas yang lebih optimal kepada layanan-layanan kritis. Dengan demikian, implementasi HTB dalam sistem monitoring ini memberikan solusi efektif bagi tantangan manajemen bandwidth, khususnya pada jaringan berskala menengah hingga besar.

**Kata Kunci:** Manajemen Bandwidth, HTB, Monitoring Jaringan, Optimalisasi, Hierarchical Token Bucket.

### Abstract

*In the ever-growing digital era, network management efficiency is a crucial requirement, especially in maintaining stability and fair distribution of bandwidth usage. This research proposes an optimized network monitoring system through the integration of the Hierarchical Token Bucket (HTB) bandwidth management algorithm. The HTB algorithm allows for structured and hierarchical distribution of bandwidth, ensuring bandwidth allocation according to predetermined priorities for each user or service. By implementing HTB, the network can be managed more efficiently, reducing traffic congestion and maximizing network resource utilization. The monitoring system developed in this research is also equipped with a real-time monitoring feature, allowing network administrators to monitor bandwidth usage accurately and in a timely manner. Bandwidth usage data is collected and analyzed to provide in-depth insight into network conditions as well as recommendations for adjusting management policies based on operational needs. Test results show that this system is able to increase bandwidth usage efficiency, reduce network response time, and provide more optimal priority to critical services. Thus, the implementation of HTB in this monitoring system provides an effective solution to bandwidth management challenges, especially in medium to large scale networks.*

**Keywords:** Bandwidth Management, HTB, Network Monitoring, Optimization, Hierarchical Token Bucket



## PENDAHULUAN

Pertumbuhan pesat dalam penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah mendorong organisasi dan perusahaan untuk semakin bergantung pada jaringan komputer. Dalam konteks ini, manajemen *bandwidth* menjadi aspek kritis dalam memastikan kinerja jaringan yang optimal. Algoritma *Hierarchical Token Bucket* (HTB) muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk mengoptimalkan manajemen *bandwidth*. HTB memberikan pendekatan yang *hierarkis* dalam alokasi *bandwidth*, memungkinkan administrator jaringan untuk mengontrol dan mengatur prioritas lalu lintas data dengan lebih efektif.

Metode konvensional seringkali kurang fleksibel dan tidak dapat mengakomodasi kebutuhan dinamis jaringan *modern*. Sebagai contoh, manajemen *bandwidth* yang statis dan kurangnya visibilitas terhadap pola lalu lintas dapat menyebabkan ketidakseimbangan dan ketidakadilan dalam penggunaan sumber daya. Algoritma HTB hadir sebagai solusi yang merespon kompleksitas dan dinamika jaringan *modern*. Dengan menyediakan struktur *hierarkis*, HTB memungkinkan *administrator* untuk mengatur dan mengendalikan akses ke *bandwidth* dengan lebih terperinci.

Dalam situasi di mana beberapa aplikasi bersaing untuk mendapatkan akses, HTB dapat memberikan prioritas dan mengatur alokasi sumber daya sesuai dengan kebutuhan dan kepentingan strategis organisasi. Selain itu, algoritma HTB juga membawa konsep *Hierarchical Token Bucket*, di mana setiap "ember" memiliki batasan sumber daya yang dapat digunakan dalam suatu periode waktu tertentu. Hal ini memungkinkan untuk manajemen yang lebih terukur dan dapat diatur, yang sangat penting untuk menghindari *overbooking* dan memastikan keadilan dalam penggunaan *bandwidth*.

## KAJIAN TEORI

### Jaringan Komputer

Jaringan komputer dalam bahasa popuilernya dapat dijelaskan bahwa jaringan komputer merupakan kumpulan beberapa komputer yang saling terhubung satu dengan yang lain melalui media perantara seperti *media* kabel ataupun *media* tanpa kabel (*nirkabel*), berdasarkan skala atau area. Dalam jaringan komputer terdapat jenis-jenis jaringan yang berbeda, yaitu: PAN



(*personal area network*), LAN (*local area network*), MAN (*metropolitan area network*), WAN (*wide area network*), WLAN (*wireless LAN*) (Dina Fara Waidah & Lilis Tarika, 2022).

### **Bandwith**

*Bandwidth*, dalam konteks jaringan komputer dan teknologi informasi, merujuk pada kapasitas maksimum dari jalur komunikasi yang dapat digunakan untuk transfer data dalam suatu periode waktu tertentu. Secara sederhana, *bandwidth* mengukur seberapa banyak informasi yang dapat dikirimkan melalui suatu koneksi jaringan dalam suatu waktu. Konsep ini menjadi kritis dalam memahami dan merancang jaringan untuk mendukung kebutuhan komunikasi yang semakin kompleks dan beragam (Diansyah, 2024). *Bandwidth* dalam konteks teknologi informasi merujuk pada kapasitas maksimum untuk mengirimkan data dalam suatu jaringan atau koneksi internet dalam satuan bit per detik (bps). Singkatnya, *bandwidth* menunjukkan seberapa cepat data dapat dikirim dan diterima melalui jaringan tersebut.

### **Algoritma Hierarchical Token Bucket**

Algoritma *Hierarchical Token Bucket* (HTB) adalah metode canggih yang digunakan dalam manajemen *bandwidth* di jaringan komputer. HTB memanfaatkan struktur *hierarkis* untuk mengatur alokasi sumber daya *bandwidth* secara efisien dan terperinci. Pada intinya, HTB menggunakan konsep "*token bucket*," di mana setiap kelas lalu lintas atau "*ember*" (*bucket*) memiliki sejumlah *token* yang diisi secara berkala. *Token* ini merepresentasikan data yang dapat dikirim atau diterima dalam periode tertentu, sehingga memberikan kendali yang tepat terhadap berapa banyak *bandwidth* yang dapat digunakan oleh setiap kelas lalu lintas. Salah satu keunggulan utama dari HTB adalah kemampuannya untuk memberikan prioritas pada kelas-kelas tertentu berdasarkan kebutuhan atau kebijakan yang telah ditetapkan oleh administrator jaringan.

## **ANALISA DAN PERANCANGAN**

### **Analisa Masalah**

Dari latar belakang yang diuraikan sebelumnya salah satu masalah utama yang dihadapi dalam sistem *monitoring* jaringan adalah keterbatasan *bandwidth*. Penggunaan sumber daya jaringan yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kinerja jaringan yang lambat atau tidak

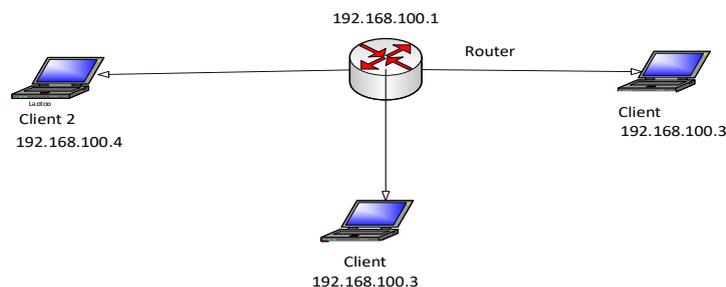
stabil. Ini dapat disebabkan oleh penggunaan berlebihan oleh beberapa aplikasi atau pengguna, yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas layanan bagi pengguna lain.

### Analisa Algoritma

Algoritma HTB (*Hierarchical Token Bucket*) dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi beberapa masalah ini dengan menyediakan kontrol granular terhadap penggunaan *bandwidth* dan kemampuan untuk memprioritaskan trafik jaringan. Dengan mengimplementasikan algoritma ini dalam sistem *monitoring* jaringan, administrator dapat lebih efektif mengelola sumber daya jaringan dan meningkatkan kualitas layanan bagi pengguna. Namun, penting untuk diingat bahwa implementasi yang berhasil memerlukan pemahaman yang mendalam tentang konsep algoritma ini dan bagaimana mengintegrasikannya ke dalam infrastruktur jaringan yang ada. Algoritma HTB (*Hierarchical Token Bucket*) adalah algoritma yang digunakan untuk mengatur trafik jaringan dengan memberikan prioritas dan mengontrol penggunaan *bandwidth*.

### Desain atau Perancangan

Pada desain ini penulis menggunakan *software simulasi* untuk melakukan perancangan *monitoring* jaringan dengan menggunakan pengelolaan manajemen *bandwidth* dengan algoritma HTB (*Hierarchical Token Bucket*). Adapun *desain* topologi sebagai berikut:



**Gambar Rancangan Topologi Jaringan**

Pada Gambar 3.3, ditampilkan *desain* topologi jaringan yang akan diimplementasikan dalam proyek ini. Topologi ini dirancang untuk mendukung pengelolaan lalu lintas data secara efektif dengan menerapkan algoritma HTB (*Hierarchical Token Bucket*). HTB akan digunakan



untuk membatasi dan mengalokasikan *bandwidth* secara dinamis sesuai dengan kebutuhan masing-masing segmen jaringan, memastikan bahwa setiap layanan atau pengguna mendapatkan alokasi yang sesuai dengan prioritas dan kebutuhannya.

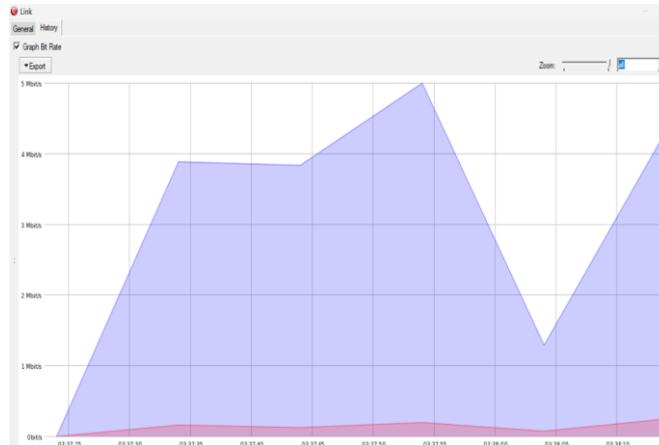
Selain itu, untuk memastikan *performa* dan stabilitas jaringan, *monitoring* yang *komprensif* akan dilakukan menggunakan perangkat lunak *The Dude*. *The Dude* akan membantu dalam memantau lalu lintas jaringan secara *real-time*, memberikan informasi penting terkait penggunaan *bandwidth*, kinerja perangkat, serta potensi masalah yang mungkin terjadi. Dengan *integrasi* HTB dan *The Dude* dalam topologi ini, diharapkan pengelolaan jaringan dapat berjalan dengan efisien, dengan kemampuan untuk menyesuaikan pengaturan *bandwidth* sesuai dinamika jaringan dan mendeteksi serta menanggulangi masalah secara cepat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Pengujian konektivitas adalah proses penting untuk memverifikasi apakah perangkat atau sumber daya jaringan dapat diakses dan berkomunikasi dengan baik dalam suatu jaringan. Proses ini melibatkan pemeriksaan apakah perangkat terhubung dengan benar dan dapat berfungsi sesuai yang diharapkan. Pengujian konektivitas memastikan bahwa jalur komunikasi antara perangkat tidak terganggu dan semua elemen jaringan beroperasi secara optimal. Ini adalah langkah kritis dalam pemeliharaan jaringan, karena memungkinkan administrator untuk mengidentifikasi dan memperbaiki masalah sebelum menjadi gangguan besar yang mempengaruhi kinerja atau keandalan jaringan.

Hasil pengujian konektivitas biasanya melibatkan beberapa jenis laporan atau gambar yang menunjukkan status koneksi antar perangkat. Misalnya, gambar dibawah yang disertakan dalam dokumentasi ini memberikan detail tentang hasil pengujian konektivitas, termasuk informasi tentang perangkat yang berhasil terhubung dan setiap masalah yang terdeteksi. Analisis hasil ini membantu dalam pemecahan masalah dan memastikan jaringan tetap berfungsi dengan baik.



**Gambar Tampilan Hasil Pengujian**

Hasil pengujian ini memberikan informasi penting kepada administrator jaringan tentang ketersediaan, kinerja, dan keandalan jaringan. Dengan memantau hasil pengujian secara rutin, administrator dapat mengidentifikasi masalah dengan cepat dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga kinerja jaringan secara optimal. Kemudian terdapat hasil pengujian *quality of service* yang terdapat pada Gambar diatas berikut ini.

<u>Measurement</u>	<u>Captured</u>	<u>Displayed</u>	<u>Marked</u>
Packets	2549	2504 (98.2%)	—
Time span, s	16.221	16.221	—
Average pps	157.1	154.4	—
Average packet size, B	853	867	—
Bytes	2175446	2172123 (99.8%)	0
Average bytes/s	134 k	133 k	—
Average bits/s	1072 k	1071 k	—

**Gambar Tampilan Hasil Pengujian QOS**

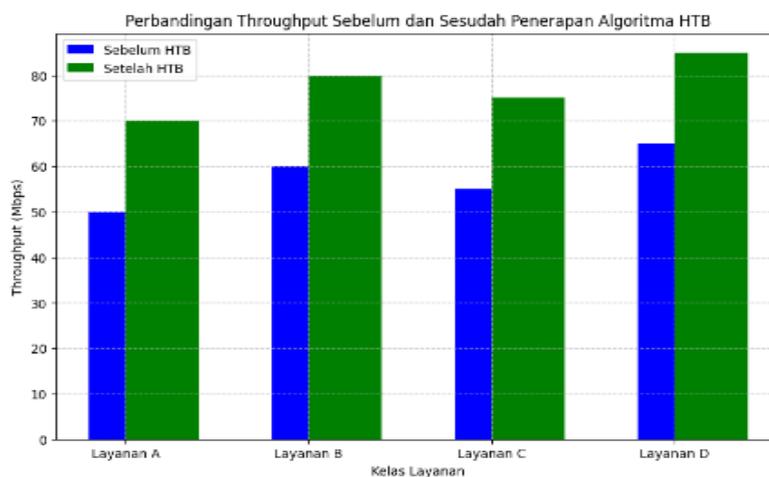
### Perbandingan Penerapan HTB

Grafik perbandingan ini menggambarkan dampak penerapan algoritma *Hierarchical Token Bucket* (HTB) terhadap *throughput* jaringan, dengan fokus pada empat kelas layanan yang berbeda. Data yang ditampilkan membandingkan kinerja *throughput* jaringan sebelum dan setelah penerapan algoritma HTB. Sebelum Penerapan HTB, *throughput* jaringan menunjukkan nilai yang relatif lebih rendah di semua kelas layanan. Misalnya, Layanan A memiliki *throughput* sebesar 50 Mbps, Layanan B 60 Mbps, Layanan C 55 Mbps, dan Layanan

D 65 Mbps. Data ini mencerminkan kondisi jaringan sebelum adanya pengelolaan *bandwidth* yang terstruktur dan canggih seperti HTB.

Pada tahap ini, alokasi *bandwidth* mungkin kurang optimal, dengan beberapa kelas layanan mungkin tidak mendapatkan *bandwidth* yang sesuai dengan kebutuhan atau prioritas mereka. Setelah Penerapan HTB, terlihat adanya peningkatan yang signifikan dalam *throughput* untuk setiap kelas layanan. Layanan A meningkat menjadi 70 Mbps, Layanan B menjadi 80 Mbps, Layanan C menjadi 75 Mbps, dan Layanan D menjadi 85 Mbps. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penerapan HTB berhasil mengoptimalkan alokasi *bandwidth* dengan memberikan prioritas yang lebih baik dan memastikan bahwa setiap kelas layanan mendapatkan jumlah *bandwidth* yang lebih sesuai dengan kebutuhan mereka. Perbandingan ini jelas menunjukkan bahwa algoritma HTB memiliki dampak positif pada kinerja jaringan.

Dengan mengelola dan mendistribusikan *bandwidth* secara lebih efektif, HTB mampu meningkatkan *throughput* jaringan secara keseluruhan, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan kualitas layanan untuk semua kelas layanan yang terlibat. Peningkatan *throughput* yang terlihat di grafik menegaskan manfaat dari penerapan algoritma HTB dalam pengelolaan *bandwidth* jaringan yang kompleks, membuktikan bahwa HTB dapat memberikan hasil yang signifikan dalam meningkatkan performa jaringan. Berikut ini hasil perbandingan yang terdapat pada Gambar 4.12



**Gambar 4.12 Perbandingan Penerapan Sebelum dan Sesudah Algoritma HTB**

## SIMPULAN

1. Algoritma HTB menyediakan metode yang terstruktur dan efisien untuk mengelola *bandwidth* dengan cara membagi alokasi *bandwidth* ke dalam berbagai kelas berdasarkan kebutuhan spesifik. Ini memungkinkan administrator jaringan untuk memastikan bahwa setiap jenis lalu lintas, baik itu aplikasi kritis seperti VoIP dan *video streaming* atau lalu lintas biasa seperti *browsing web*, mendapatkan *alokasi bandwidth* yang sesuai. Dengan pengaturan ini, HTB membantu menghindari kemacetan dan memastikan bahwa sumber daya jaringan digunakan secara optimal.
2. Penerapan algoritma HTB untuk optimalisasi manajemen *bandwidth* memungkinkan administrator untuk mengatur trafik jaringan dengan lebih efisien, memberikan prioritas kepada trafik yang penting, dan memastikan bahwa sumber daya *bandwidth* dialokasikan secara adil dan sesuai dengan kebutuhan.
3. HTB berhasil mengoptimalkan alokasi *bandwidth* dengan memberikan prioritas yang lebih baik dan memastikan bahwa setiap kelas layanan mendapatkan jumlah *bandwidth* yang lebih sesuai dengan kebutuhan mereka.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alfaini, N., & Amin, M. A. N. (2023). Pengaruh Dana Pihak Ketiga, Efisiensi, Loan To Deposit Ratio (Ldr), Dan Capital Adequacy Ratio (Car) Terhadap Penyaluran Kredit Pada Bank Umum Konvensional. *Konsentrasi: Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 3(2), 68–83.
- Amarrulloh, A., & Sidik, S. (2022). Perancangan Dan Implementasi Topologi Wan Menggunakan Routing Dynamic Bgp Antar Cabang Di Pt Bank Woori Saudara Tbk. *Evolusi: Jurnal Sains Dan Manajemen*, 10(1).
- Andhika, M. H., Solehudin, A., & Juardi, D. (2022). Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb) Dengan Penambahan Bucket Size Usaha Aj Comp. *Elkom: Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 15(1), 9–15.
- Angsori, M. L. (2019). *Jaringan Komputer*.
- Budiman, Q., Mouton, S., Veenhoff, L., & Boersma, A. (2021). Analisis Pengendalian Mutu Di Bidang Industri Makanan (Studi Kasus: Umkm Mochi Kaswari Lampion Kota Sukabumi). *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(0.1101/2021.02.25.432866), 1–15.



- Diansyah, T. M. (2024). Pemanfaatan Firewall Dan Metode Queue Tree Sebagai Traffic Filtering Akses Pengguna Jaringan Internet. *Kesatria: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer Dan Manajemen)*, 5(1), 144–151.
- Dina Fara Waidah, & Lilis Tarika. (2022). Analisis Dan Pengembangan Sistem Informasi Data E-Raport Dapodik Di Sd Swasta 001 Pt. Kg Meral Barat. *Jurnal Tikar*, 3(1), 9–18.
- Edi, D. (2021). *Kajian Algoritma Routing Dalam Jaringan Komputer*. 1, 1–14.
- Ery Hartati. (2022). Sistem Informasi Transaksi Gudang Berbasis Website Pada Cv. Asyura. *Klik - Jurnal Ilmu Komputer*, 3(1), 12–18. <https://doi.org/10.56869/Klik.V3i1.323>
- Fuentes, A., Yoon, S., Kim, S. C., & Park, D. S. (2017). A Robust Deep-Learning-Based Detector For Real-Time Tomato Plant Diseases And Pests Recognition. *Sensors*, 17(9), 2022.
- Hadi, S., & Wibowo, R. (2019). Implementasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Queue Tree Pada Universitas Semarang. *Jurnal Pengembangan Rekayasa Dan Teknologi*, 15(2), 112. <https://doi.org/10.26623/Jprt.V15i2.1786>
- Hadimirawan, E. A. P. (2023). Analisis Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Htb (Hierarchical Token Bucket) Pada Dinas Pariwisata Provinsi Lampung. *Jurnal Teknologi Pintar*, 3(5).
- Haryanto, E. (2017). *Perancangan Jaringan Komputer Di Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Janabdra Berbasis Mikrotik*. 2(1), 29–38.
- Haywood, G. T., & Bhatti, S. N. (2024). *Defence Against Side-Channel Attacks For Encrypted Network Communication Using Multiple Paths*.
- Hutagalung, D. D., Saprudin, & Megasari, D. (2022). Keamanan Data Dan Informasi Pada Era Digital Pada Remaja Pondok Pesantren Daar El Hikam Ciputat. *Amma : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(05), 444–452.
- Imam, C., Siregar, M. F., & Nasution, A. (2021). Implementation Of Osi Layer Based On Interactive Education Media. *Jurnal Mantik*, 4(4), 2545–2551.
- Jati, W. S., Nurwasito, H., & Data, M. (2018). Perbandingan Kinerja Protocol Routing Open Shortest Path First ( Ospf ) Dan Routing Information Protocol ( Rip ) Menggunakan Simulator Cisco Packet Tracer. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu*



- 
- Komputer (J-Ptiik) Universitas Brawijaya*, 2(8), 2442–2448.
- Jostein, A. A., Najohan, M. E. I., & Manembu, P. D. K. (2019). Perancangan Routing Protocol Di Jaringan Pt. Kawanua Internetindo. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(4), 23–28. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/download/8568/8141>
- Lubis, A. J., & Saprin, A. (2018). Perancangan Aplikasi Untuk Mendeteksi Sabuk Pengaman Mobil Menggunakan Algoritma Backpropagation Neural Network (Bpnn). (*Jurti*) *Jurnal Teknologi Informasi*, 2(2), 145–149.
- Mair, Z. R., & Ariska, D. T. (2018). Optimalisasi Kinerja Jaringan Komputer Berbasis Router Pada Dinas Kependudukan Dan Catatan Sipil Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Tips: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer Politeknik Sekayu*, 8(1), 46–54.
- Malabay. (2021). Pemanfaatan Flowchart Untuk Kebutuhan Deskripsi Proses Bisnis. *Jurnal Ilmu Komputer*, 12(1), 21–26. <https://digilib.esaunggul.ac.id/pemanfaatan-flowchart-untuk-kebutuhan-deskripsi-proses-bisnis-9347.html>
- Martselane Adias Sabara1, A. P. (2020). Konfigurasi Menejemen Bandwidth Menggunakan Router Mikrotik Rb2011uias-Rm. *Jurnal Power Elektronik*, 9(2), 43–46.
- Muhamad, S., & Sarkasi, S. (2018). Perancangan Sistem Ujian Online Berbasis Web Di Sekolah Menengah Kejuruan (Smk) Maraqitta'limat Mamben. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 1(1), 64–70. <https://ejournal.hamzanwadi.ac.id/index.php/infotek/article/view/934/607#>
- Mustaqim, T. M. W. (2022). Implementasi Managemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree Di Pt. Jawa Pos National Network Medialink (Cabang Karimun). *Jurnal Tikar*, 3(2), 118–130.
- Nugroho, O., Sitompul, O. S., & Suherman, S. (2023). Identification Of Regional Origin Based On Dialec Using The Perceptron Evolving Multilayer Method. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(3), 1613–1621.
- Pakiding, R., Iswahyudi, C., & Ariyana, R. Y. (2021). Simulasi Perbandingan Load Balancing Dengan Metode Pcc, Ecmp, Dan Nth Menggunakan Gns3. *Jurnal Jarkom*, 9(1), 29.
- Putra, K. F. (2022). Analisis Penerapan Manajemen Bandwith Pada Jaringan Software Defined Network. *Journal Of Informatics And Computer Science (Jinacs)*, 4(01), 143–149.



## COMPTECH

Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi

Vol. 1 No. 2 Maret 2025, pp. 178-188

<https://jurnal.compartdigital.com/index.php/comptech>

---

- Ramadhan, I. A., Purnomo, R., & Rejeki, S. (2022). Implementasi Keamanan Jaringan Hotspot Dengan Metode Address List Pada Rb Mikrotik Di Smkit Nurul Qolbi. *Journal Of Students' Research In Computer Science*, 3(2), 185–194.
- Sallu, S.-, & Qammaddin, Q. (2020). Keamanan Data Pembelajaran Online Jaringan Komputer Di Perguruan Tinggi. *Instruksional*, 2(1), 35. <https://doi.org/10.24853/instruksional.2.1.35-40>
- Sihombing, W. S., Faisal, I., & Chiuloto, K. (2020). Penerapan Routing Border Gateway Protocol Pada Jaringan Multi Autonomous System. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi*, 1(1), 194–200.
- Suripatty, H. J. (2022). Pengembangan Jaringan Local Area Network (Lan) Menggunakan Router Mikrotik Pada Badan Pengelola Keuangan Dan Aset Daerah Kabupaten Dogiyai. *Jurnal Fateksa : Jurnal Teknologi Dan Rekayasa*, 7(2), 91–98. <https://uswim.e-journal.id/fateksa/article/view/431>
- Syafrizal, M. (2020). *Pengantar Jaringan Komputer*. Penerbit Andi.