

ANALISA PERBANDINGAN KUALITAS JARINGAN INTERNET FIBER OPTIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE QOS (*QUALITY OF SERVICE*) PADA PENGADILAN TINGGI JAKARTA

COMPARATIVE ANALYSIS OF FIBER OPTIC INTERNET NETWORK QUALITY USING THE QOS (*QUALITY OF SERVICE*) METHOD AT THE JAKARTA HIGH COURT

Ari Junianto¹, Periyadi², Ema³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom, Bandung

arijunianto@student.telkomuniversity.ac.id, periyadi@telkomuniversity.ac.id,

emacdef@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas jaringan internet fiber optik di Pengadilan Tinggi Jakarta melalui penerapan metode *Quality of Service* (QoS), dengan menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB). Fokus penelitian ini adalah pada kebutuhan koneksi yang stabil dan efisien untuk mendukung aplikasi kritis seperti *E-court* dan *video conference*. Metode yang digunakan mencakup analisis kebutuhan jaringan, konfigurasi perangkat, dan pengujian performa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan QoS berhasil meningkatkan *Throughput* jaringan dari 1,21 Mbps menjadi 3,42 Mbps. Selain itu, *delay* di Pengadilan Tinggi Jakarta menurun dari 4,79 ms menjadi 2,16 ms. Tingkat *packet loss* juga membaik, turun dari 0,55% menjadi 0,02%, dan *jitter* menurun dari 0,000026515 ms menjadi 0,000000079 ms. Penerapan teknik QoS yang tepat dapat meningkatkan kualitas layanan jaringan di lingkungan pengadilan, mendukung operasional dan pelayanan publik yang lebih baik.

Kata Kunci: *Quality of Service* (QoS), Kualitas Jaringan, Fiber Optik

ABSTRACT

This research aims to enhance the quality of the fiber optic internet network at the Jakarta High Court through the implementation of *Quality of Service* (QoS) methods, utilizing *Hierarchical Token Bucket* (PCQ) and *Hierarchical Token Bucket* (HTB). The focus of this study is on the need for stable and efficient connections to support critical applications such as *E-court* and *video conferencing*. The methods employed include network requirement analysis, device configuration, and performance testing. The results indicate that the implementation of QoS successfully increased the network *Throughput* from 1.21 Mbps to 3.42 Mbps. Additionally, the delay at the Jakarta High Court decreased from 4.79 ms to 2.16 ms. The packet loss rate also improved, dropping from 0.55% to 0.02%, and jitter reduced from 0.000026515 ms to 0.000000079 ms. The appropriate application of QoS techniques can significantly enhance the quality of network services in the court environment, thereby supporting better operational efficiency and public service delivery.

Keywords: *Quality of Service* (QoS), Network Quality, Fiber Optic

PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, kualitas jaringan internet yang andal dan stabil menjadi kebutuhan dasar untuk mendukung berbagai kegiatan, baik personal maupun instansi. Fenomena meningkatnya ketergantungan terhadap konektivitas internet dalam berbagai sektor, termasuk sektor peradilan, semakin mendesak seiring dengan perkembangan teknologi dan perubahan perilaku masyarakat

yang semakin mengandalkan layanan digital. Menurut laporan Digital 2024: Indonesia yang diterbitkan oleh DataReportal, jumlah pengguna internet di Indonesia mencapai 185,3 juta, dengan tingkat penetrasi internet sebesar 66,5% dari total populasi yang berjumlah 278,7 juta. Meskipun terdapat peningkatan jumlah pengguna internet sebesar 1,5 juta (+0,8%) dibandingkan tahun sebelumnya, masih terdapat sekitar 93,4 juta orang yang tidak

menggunakan internet, menunjukkan bahwa 33,5% dari populasi tetap *offline*. Hal ini menyoroti tantangan yang dihadapi dalam meningkatkan aksesibilitas dan kualitas layanan digital, terutama di sektor publik.

Dalam konteks pelayanan publik, peningkatan penggunaan aplikasi berbasis *Queue Tree* dan layanan daring yang memerlukan *bandwidth* tinggi menjadi sangat penting. Data menunjukkan bahwa kecepatan koneksi internet di Indonesia juga mengalami peningkatan, dengan kecepatan median untuk jaringan seluler mencapai 24,53 Mbps dan 28,34 Mbps untuk koneksi tetap. Peningkatan ini sebesar 42% dan 16,4% dalam satu tahun terakhir, menunjukkan bahwa penyedia layanan internet perlu terus beradaptasi untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat dari instansi pemerintah dan masyarakat (DataReportal, 2024).

Teknologi jaringan berbasis fiber optik menawarkan keunggulan dalam kapasitas dan stabilitas, menjadikannya pilihan utama bagi instansi yang mengutamakan efisiensi dan keandalan. Pengadilan Tinggi Jakarta, sebagai salah satu lembaga peradilan yang mengandalkan konektivitas internet untuk operasional harian, menggunakan dua penyedia layanan internet (ISP), yaitu Whiz Digital Berjaya dan IndiHome Telkom, untuk memenuhi kebutuhan *bandwidth* tinggi dan kestabilan jaringan. Meskipun kedua ISP menggunakan teknologi serupa, kualitas layanan (*Quality of Service* atau QoS) dapat berbeda dalam parameter seperti *Throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perbedaan dalam QoS dapat mempengaruhi kinerja aplikasi yang sensitif terhadap waktu, seperti *E-court* dan *video conference* (Daffa Aditya Rachman *et al.*, 2023).

Meskipun telah ada beberapa studi yang membahas QoS pada jaringan internet, masih terdapat kekurangan dalam analisis komparatif antara ISP yang berbeda dalam konteks penggunaan spesifik di lembaga peradilan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan melakukan analisis mendalam terhadap kinerja kedua ISP dalam mendukung operasional di Pengadilan Tinggi Jakarta. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk memahami bagaimana

kualitas jaringan dapat mempengaruhi kinerja operasional lembaga peradilan, yang berperan penting dalam penegakan hukum dan pelayanan publik. Novelty dari penelitian ini adalah penggunaan Wireshark sebagai alat analisis untuk mengevaluasi QoS secara komprehensif, serta fokus pada dua ISP yang berbeda dalam konteks lembaga peradilan, yang belum banyak diteliti sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan QoS antara Whiz Digital Berjaya dan IndiHome Telkom dengan menggunakan Wireshark sebagai alat analisis jaringan. Kualitas jaringan internet tidak hanya diukur dari kecepatan, tetapi juga melalui parameter QoS yang memberikan informasi mendetail mengenai performa jaringan. Aktivitas harian di Pengadilan Tinggi Jakarta melibatkan sekitar 500 hingga 600 perangkat yang terkoneksi ke jaringan, termasuk komputer, laptop, dan perangkat lainnya. Banyaknya perangkat yang aktif secara bersamaan dapat menyebabkan peningkatan beban jaringan, yang berdampak pada penurunan kualitas koneksi internet, terutama saat jam kerja sibuk. Dengan penerapan metode QoS, evaluasi kualitas jaringan internet dapat dilakukan untuk melihat seberapa baik jaringan mampu menangani beban trafik yang tinggi.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kekuatan dan kelemahan masing-masing ISP dalam mendukung aplikasi *real-time* yang penting, seperti *E-court* dan *video conference*. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan efisiensi operasional di Pengadilan Tinggi Jakarta serta memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu di bidang teknologi jaringan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Throughput

Throughput adalah ukuran jumlah data yang berhasil ditransfer dari satu titik ke titik lain dalam jaringan dalam periode waktu tertentu, biasanya diukur dalam bit per detik (bps). *Throughput* yang tinggi menunjukkan bahwa jaringan dapat mengirimkan data dengan efisien, yang sangat penting untuk aplikasi yang memerlukan *bandwidth* tinggi, seperti streaming *video conference*. Fajrin *et al.*, (2024) menyatakan bahwa "penerapan metode

Hierarchical Token Bucket (HTB) dan *Per Connection Queue* (PCQ) secara bersamaan dapat meningkatkan *Throughput* secara signifikan" dalam jaringan menunjukkan pentingnya pengaturan QoS dalam meningkatkan kualitas layanan jaringan

2. Packet Loss

Packet Loss terjadi ketika satu atau lebih paket data yang dikirim melalui jaringan tidak berhasil mencapai tujuan. *Packet Loss* dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kemacetan jaringan, kesalahan perangkat keras, atau masalah konfigurasi. Tingkat *Packet Loss* yang rendah sangat penting untuk menjaga kualitas layanan, terutama untuk aplikasi yang sensitif terhadap kehilangan data. Wijaya *et al.*, (2024) mencatat bahwa "penerapan QoS dapat mengurangi *Packet Loss* hingga 15% dan meningkatkan *Throughput* secara signifikan," yang menunjukkan pentingnya mengelola *Packet Loss* untuk meningkatkan kualitas layanan.

3. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber ke tujuan. *Delay* dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk waktu pemrosesan, waktu antrean, dan waktu transmisi. *Delay* yang rendah sangat penting untuk aplikasi *real-time*, seperti *video conference*. Abdul Rosid *et al.*, (2023) menemukan bahwa "pengaturan QoS yang tepat dapat mengurangi *Delay* hingga 25% dan meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan" yang menekankan pentingnya pengelolaan *Delay* dalam meningkatkan kualitas layanan jaringan.

4. Jitter

Jitter adalah variasi dalam delay pengiriman paket data. *Jitter* yang tinggi dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam koneksi, yang berdampak negatif pada aplikasi *real-time*. Pengelolaan *jitter* sangat penting untuk memastikan kualitas komunikasi yang baik. Subektiningsih *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa "metode *Per Connection Queue* (PCQ) dapat mengurangi Jitter hingga 20% pada jaringan dengan trafik padat," yang meningkatkan stabilitas koneksi untuk aplikasi *real-time*.

5. Fiber Optik

Fiber optik adalah teknologi yang menggunakan serat kaca atau plastik untuk mentransmisikan data dalam bentuk cahaya. Teknologi ini menawarkan kecepatan transfer data yang sangat tinggi dan *bandwidth* yang lebih besar dibandingkan dengan kabel tembaga tradisional. Kualitas jaringan fiber optik sangat penting untuk mendukung aplikasi yang memerlukan kecepatan tinggi dan latensi rendah. Soothar *et al.*, (2024) menyatakan bahwa "penggunaan *machine learning* dapat meningkatkan tingkat deteksi kesalahan pada jaringan fiber optik hingga 40%, yang berpotensi meningkatkan QoS secara keseluruhan" memberikan perspektif baru dalam pengelolaan jaringan fiber optik.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen untuk menganalisis kualitas jaringan internet fiber optik di Pengadilan Tinggi Jakarta. Metode yang diterapkan mencakup pengukuran parameter *Quality of Service* (QoS) yang meliputi *Throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* (Subektiningsih *et al.*, 2022). Berikut adalah rincian dari setiap langkah yang diambil dalam penelitian ini:

1. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh perangkat yang terhubung ke jaringan internet di Pengadilan Tinggi Jakarta, yang melibatkan sekitar 500 hingga 600 perangkat, termasuk komputer, laptop, dan perangkat lainnya. Sampel yang diambil untuk penelitian ini adalah dua penyedia layanan internet (ISP) yang digunakan, yaitu Whiz Digital Berjaya dan IndiHome Telkom. Pemilihan sampel ini didasarkan pada relevansi dan penggunaan kedua ISP dalam mendukung operasional harian lembaga peradilan.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat lunak Wireshark, yang merupakan alat analisis jaringan yang memungkinkan pengguna untuk menangkap dan menganalisis data lalu lintas jaringan secara mendetail (Daffa Aditya Rachman *et al.*, 2023). Wireshark digunakan untuk:

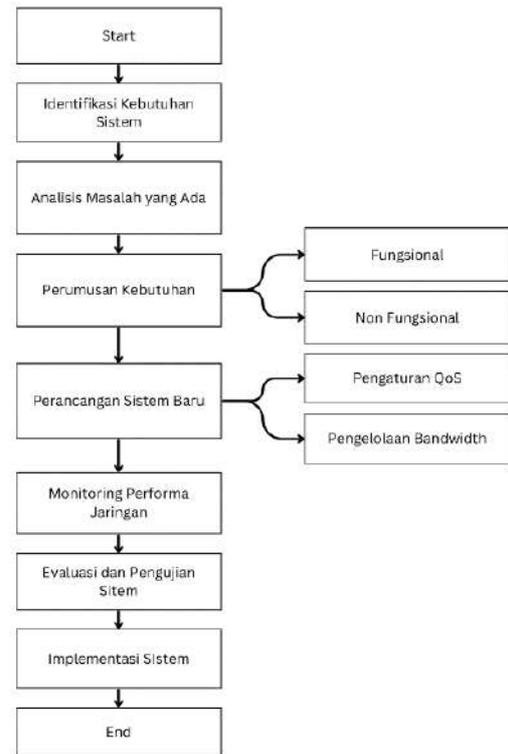
- Menangkap data lalu lintas jaringan yang melewati antarmuka jaringan.
- Menganalisis parameter QoS yang relevan, seperti *Throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.
- Menghasilkan laporan yang memberikan gambaran tentang performa jaringan sebelum dan sesudah penerapan QoS.

3. Rancangan Sistem

Prosedur pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Wireshark untuk menangkap trafik jaringan di Pengadilan Tinggi Jakarta. Wireshark adalah alat analisis jaringan yang memungkinkan peneliti untuk merekam dan menganalisis paket data yang melintasi jaringan secara *real-time*.

Data ditangkap selama periode tertentu, yang mencakup waktu puncak dan non-puncak, untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif mengenai performa jaringan. Selama proses penangkapan, Wireshark merekam semua paket data yang dikirim dan diterima, termasuk informasi tentang *Throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Setelah dilakukan pengumpulan data, selanjutnya dilakukan perancangan sistem di Pengadilan Tinggi Jakarta bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan jaringan internet yang mendukung operasional lembaga peradilan. Dengan tantangan performa jaringan seperti *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, diperlukan sistem yang mengoptimalkan penggunaan *bandwidth* dan menerapkan kebijakan *Quality of Service* (QoS) yang efektif.

Gambar 1 Rancangan Sistem



Pada gambar 1 menunjukkan rancangan sistem yang akan dibangun di kantor Pengadilan Tinggi Jakarta.

4. Teknik Analisis

Teknik analisis dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa jaringan internet berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS) yang telah ditentukan.

QoS pada jaringan dikonfigurasi dan dianalisis menggunakan perangkat MikroTik. Konfigurasi ini mencakup penerapan beberapa metode QoS, seperti:

- *Hierarchical Token Bucket* (HTB): Metode ini digunakan untuk membagi *bandwidth* jaringan ke dalam hierarki, memprioritaskan jenis trafik tertentu di atas yang lain. HTB memungkinkan pengaturan *bandwidth* yang lebih fleksibel dan responsif terhadap kebutuhan trafik yang berbeda, sehingga aplikasi penting seperti *video conference* dan *E-court* mendapatkan prioritas yang lebih tinggi (Sunandar *et al.*, 2023).
- *Per Connection Queue* (PCQ): Metode ini memastikan distribusi *bandwidth* yang adil di antara semua pengguna atau koneksi, sehingga tidak ada satu pengguna yang mendominasi *bandwidth*. PCQ membantu menjaga kualitas layanan dengan

memastikan bahwa semua pengguna mendapatkan alokasi *bandwidth* yang sesuai, terutama saat banyak pengguna aktif secara bersamaan (Subektiningsih *et al.*, 2022).

Dalam penerapan metode HTB dan PCQ, berikut adalah Langkah-langkah konfigurasi yang dilakukan:

1. Konfigurasi membuat *Mark Connection* IIX (Indonesia): Menandai koneksi yang menuju alamat IP Indonesia. Ini penting untuk mengelola trafik yang melibatkan server dan alamat IP Address di Indonesia dengan memberikan prioritas pada trafik tersebut.
2. Konfigurasi membuat *Mark Connection* IX (Internasional): Menandai koneksi yang selain dari alamat IP Indonesia yang menuju alamat IP Internasional. Ini penting untuk mengelola trafik yang melibatkan server maupun akses koneksi ke jaringan internasional dengan memberikan prioritas pada trafik tersebut.
3. Hasil dari *Mark Connection*: Hasil proses ini dapat dilihat dan di *tracking* melalui *Firewall > Connections* dengan terdapat informasi terkait *Destination Address*, *Protocol*, *Connection Mark* (koneksi_iix) atau (koneksi_overseas), serta *Orig./Repl. Rate* secara *real-time*. Dengan begitu administrator dapat menganalisis pola serta arah tujuan *mark-connection* tersebut.
4. *Mark Packet* Koneksi IIX (Indonesia) *Download*: Menandai paket sebagai paket *download* trafik indonesia, untuk selanjutnya akan dilakukan konfigurasi untuk memprioritaskan trafik yang keluar dari jaringan, terutama untuk aplikasi yang memerlukan prioritas dan *bandwidth* serta penggunaan internet yang tinggi, *mark-packet* mengambil data parameter yang di proses oleh *mark-connection*.
5. *Mark Packet* Koneksi IIX (Indonesia) *Upload*: Menandai paket sebagai paket *upload* trafik indonesia, untuk selanjutnya akan dilakukan konfigurasi untuk memprioritaskan trafik yang keluar dari jaringan, terutama untuk aplikasi yang memerlukan prioritas dan *bandwidth* serta penggunaan internet yang tinggi, *mark-packet* mengambil data parameter yang di proses oleh *mark-connection*.
6. *Mark Packet* Koneksi IX (Internasional) *Download*: Menandai paket sebagai paket *download* trafik internasional, untuk selanjutnya akan dilakukan konfigurasi untuk memprioritaskan trafik yang keluar dari jaringan, terutama untuk aplikasi serta akses data ke jaringan internasional. *mark-packet* mengambil data parameter yang di proses oleh *mark-connection*.
7. *Mark Packet* Koneksi IX (Internasional) *Upload*: Menandai paket sebagai paket *upload* trafik internasional, untuk selanjutnya akan dilakukan konfigurasi untuk memprioritaskan trafik yang keluar dari jaringan, terutama untuk aplikasi serta akses data ke jaringan internasional. *mark-packet* mengambil data parameter yang di proses oleh *mark-connection*.
8. *Firewall Mangle*: Fitur ini digunakan untuk melakukan *marking* atau penandaan pada paket data, serta dapat dikelola untuk digunakan oleh fitur mikrotik lainnya seperti HTB, sehingga membantu untuk melanjutkan ke pengelolaan *bandwidth*.
9. *PCQ Download & Upload*: PCQ (*Per Connection Queue*) digunakan untuk mengelola *bandwidth* secara adil di antara pengguna, memastikan setiap koneksi mendapatkan alokasi *bandwidth* yang sesuai.
10. *Queue Tree*: Fitur ini memungkinkan pengelolaan trafik dengan lebih terstruktur. Namun, administrator tidak dapat langsung melakukan pembatasan, sehingga harus membuat *marking* paket data di *firewall mangle* terlebih dahulu. Di sisi lain, pembuatan *Packet-Mark* dapat menentukan trafik yang akan dibatasi berdasarkan alamat IP, protokol, *port*, dan faktor lainnya, sehingga penggunaan *Queue Tree* ini menjadi lebih fleksibel.

Setelah penerapan QoS [Standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*)] digunakan sebagai acuan dalam pengukuran dan evaluasi parameter QoS. TIPHON menyediakan

kerangka kerja untuk mengklasifikasikan kualitas layanan berdasarkan nilai-nilai *Throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Klasifikasi ini membantu dalam menentukan apakah jaringan memenuhi kebutuhan pengguna dalam kondisi operasional yang sebenarnya. Berikut adalah klasifikasi parameter QoS menurut (ETSI, 1999):

• **Throughput**

Tabel 1 Standar TIPHON *Throughput*

KATEGORI THROUGHPUT	THROUGHPUT (X)	INDEX
Buruk	0-338 Kpps	1
Cukup Baik	338-700 Kbps	1
Baik	700-1200 Kbps	2
Lebih Baik	1200 Kbps – 2.1 Mbps	3
Sangat Bagus	>2.1 Mbps	4

Sumber : TIPHON

Rumus untuk menghitung nilai *Throughput* :

$$Throughput = \frac{JUMLAH BIT YANG DIKIRIM}{TOTAL WAKTU PENGIRIMAN}$$

• **Packet loss**

Tabel 2 Standar TIPHON *Packet loss*

KATEGORI DEGRADASI	PACKET LOSS	INDEX
Sangat Bagus	0 – 2 %	4
Bagus	3 – 14 %	3
Sedang	15 – 25 %	2
Buruk	> 25 %	1

Sumber : TIPHON

Rumus untuk menghitung nilai *Packet loss* :

$$Packet Loss = \frac{Data yang Dikirim - Data yang Diterima}{Packet Data yang Dikirim} \times 100 \%$$

• **Delay**

Tabel 3 Standar TIPHON *Delay*

KATEGORI LATENSI	DELAY	INDEX
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Buruk	> 450 ms	1

Sumber : TIPHON

Rumus untuk menghitung nilai *Delay* :

$$Rata - Rata Delay = \frac{Total Delay}{Total Paket yang Diterima}$$

• **Jitter**

Tabel 4 Standar TIPHON *Jitter*

KATEGORI DEGRADASI	JITTER	INDEX
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	75 ms	3
Sedang	125 ms	2
Buruk	>225 ms	1

Sumber : TIPHON

Rumus untuk menghitung nilai *Jitter* :

$$Jitter = \frac{Total variasi Jitter}{Total Paket yang Diterima}$$

Standar ini menjadi acuan dalam menentukan kualitas layanan yang diharapkan dan membantu dalam pengambilan keputusan terkait perbaikan jaringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Implementasi QoS di Pengadilan Tinggi Jakarta

Implementasi QoS di Pengadilan Tinggi Jakarta bertujuan untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan, terutama untuk aplikasi yang memerlukan *bandwidth* tinggi dan latensi rendah. Proses implementasi meliputi beberapa langkah kunci:

- Analisis Kebutuhan
 - Identifikasi Aplikasi Kritis (Arditya *et al.*, 2024): Melakukan analisis untuk mengidentifikasi aplikasi yang menggunakan ip server indonesia maka di prioritaskan untuk trafik indonesia serta *bandwidth* diatur lebih besar agar lebih maksimal, seperti:
 - Zoom: Untuk *video conference* dan persidangan jarak jauh.
 - SIPP (Sistem Informasi Penelusuran Perkara) : Aplikasi yang digunakan untuk mengelola data dan informasi perkara.

- *E-court* : aplikasi pendaftaran perkara *online*, pembayaran *online*, pemanggilan *online*, Pengadilan Tinggi Jakarta berperan sebagai pelayanan peradilan umum untuk melakukan layanan bagi para pencari keadilan sehingga tingginya penggunaan aplikasi tersebut oleh pegawai Pengadilan Tinggi Jakarta.
- Meta: *Whatsapp* merupakan aplikasi yang digunakan untuk komunikasi antar pegawai dan *Instagram* digunakan untuk memberikan informasi kepada masyarakat.
- Komponen Sistem yang Dikembangkan
 - 1) Router MikroTik: Router ini dirancang untuk pengelolaan *Quality of Service* (QoS) yang efisien, memungkinkan pengaturan prioritas trafik data untuk aplikasi kritis. Selain itu, router ini mendukung konfigurasi *Virtual Local Area Network* (VLAN) untuk segmentasi jaringan, meningkatkan keamanan dan efisiensi pengelolaan trafik.
 - 2) *Switch Manageable*: Berfungsi untuk mengatur distribusi trafik di jaringan lokal, memastikan efisiensi dan kecepatan pengiriman data antar perangkat. Switch ini juga mendukung konfigurasi VLAN, memungkinkan pemisahan trafik berdasarkan kebutuhan sesuai bagian (ruangan) atau kebutuhan tertentu.
 - 3) *Access Point*: Menyediakan konektivitas nirkabel yang stabil dan cepat untuk perangkat multi-pengguna, mendukung akses internet yang handal di seluruh area Pengadilan Tinggi Jakarta. *Access point* ini dirancang untuk cakupan yang luas dan kecepatan tinggi.
 - 4) Server Mengelola aplikasi, mengelola database, melakukan penyimpanan dan pengolahan data. Server ini dirancang untuk kinerja dengan akses pengguna yang tinggi.
 - 5) *Media Converter* Fiber Optik: Mengkonversi sinyal dari kabel LAN ke Fiber Optik dan sebaliknya, memungkinkan integrasi antara jaringan fiber optik dan perangkat kabel LAN.

Perangkat ini mendukung peningkatan jarak dan kecepatan transmisi data.

- 6) Kabel Fiber Optik *Dropcore*: Digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen dalam jaringan fiber optik. Desainnya yang ringan dan fleksibel memungkinkan instalasi yang lebih mudah dan efisien, serta mendukung transmisi data dengan kecepatan tinggi dan latensi rendah.
- 7) Sistem Operasi PC : Windows 11
- 8) Aplikasi Monitoring Jaringan: *Dude* dirancang untuk monitoring kondisi jaringan secara *real-time* dan Wireshark untuk analisis parameter QoS.
- 9) *Router Management*: MikroTik RouterOS untuk pengelolaan QoS dengan HTB dan PCQ.

2. Penerapan HTB dan PCQ

Penerapan metode PCQ dan HTB pada fitur MikroTik maka dilakukan pengujian pada Winbox dan berikut adalah konfigurasi yang dilakukan :

- 1) Konfigurasi *Mark Connection* IIX (Indonesia)

Gambar 2 Konfigurasi Mark Connection IIX (Indonesia)



Pada gambar 2 merupakan konfigurasi dari *Mark Connection* untuk pengaturan koneksi ke IIX (Indonesia) dalam MikroTik. yang dilakukan melalui fitur *mangle*. Konfigurasi ini dilakukan untuk menandai koneksi tertentu, untuk konfigurasinya menggunakan *chain=forward* untuk melakukan *marking* pada router untuk trafik keluar dan trafik masuk, selanjutnya *Dst-Address-List=nice*, selanjutnya terlebih dahulu menambahkan address list yang sudah dibuat di menu *Firewall > Address Lists*, kemudian untuk *action* pilih *mark-connection* serta *new-connection-mark* "koneksi_iix" untuk memisahkan koneksi iix dengan internasional. langkah terakhir ceklis *passthrough* untuk ceklis ini difungsikan untuk mengabaikan serta meneruskan dan memproses di *rule* selanjutnya.

2) Konfigurasi *Mark Connection* (Internasional)

Gambar 3 Konfigurasi *Mark Connection* (Internasional)



Pada gambar 3 merupakan konfigurasi dari *Mark Connection* untuk pengaturan koneksi ke IX (Internasional) dalam MikroTik, yang dilakukan melalui fitur *mangle*. Konfigurasi ini dilakukan untuk menandai koneksi tertentu, untuk konfigurasinya menggunakan *chain=forward* untuk melakukan *marking* pada router untuk trafik keluar dan trafik masuk, selanjutnya *Dst-Address-List=nice* (Not), seperti pada gambar diatas pilih ceklis karena selain IP di *Address List "nice"* maka tidak termasuk dalam *IP Address* Indonesia. Kemudian untuk *action* pilih *mark-connection* serta *new-connection-mark "koneksi_overseas"* untuk memisahkan koneksi *iix* dengan internasional. langkah terakhir ceklis *passthrough* untuk memastikan serta meneruskan dan memproses di *rule* selanjutnya.

3) Hasil Konfigurasi *Mark Connection*
 Gambar 4 Hasil Konfigurasi *Mark Connection*

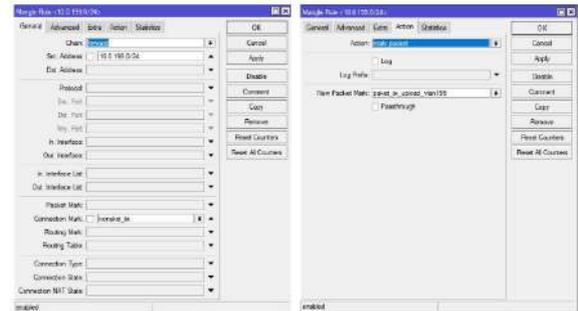
Src. Address	Dst. Address	Proto.	Connection Mark	Timeout	TCP State	Org./Repl. Rate	Org./Repl. Bytes
172.16.19.193229	20.190.119.190443	6 bps	koneksi_overseas	23.90.20	established	0 bps/0 bps	11.2 Kib/15.4 Kib
172.16.19.193349	20.190.119.190443	6 bps	koneksi_overseas	23.90.21	established	0 bps/0 bps	15.4 Kib/21.2 Kib
172.16.19.1933809	20.190.119.190443	6 bps	koneksi_overseas	23.97.57	established	0 bps/0 bps	3.106 B/5.4 Kib
172.16.19.1934321	80.96.5.70442995	17 s	koneksi_overseas	00:02:26		0 bps/0 bps	594.9 Kib/595.9 B
172.16.19.1935717	159.141.128.10000	17 s	koneksi_overseas	00:02:59		107.9 Kibps/249.9 Kib	565.9 Kib/55.1 Kib
10.0.199.11939536	30.233.208.117443	6 bps	koneksi_ja	23.93.30	established	0 bps/0 bps	33.8 Kib/43.4 Kib
10.30.40.5531969	47.245.113.112057	6 bps	koneksi_ja	23.93.09	established	0 bps/0 bps	132.2 Kib/47.0 Kib
10.30.40.5445840	47.236.53.302697	6 bps	koneksi_ja	23.95.26	established	0 bps/0 bps	132.2 Kib/47.0 Kib
10.30.40.5436688	47.236.53.302697	6 bps	koneksi_ja	23.95.30	established	0 bps/0 bps	132.2 Kib/47.0 Kib
10.30.40.5543335	47.236.53.302697	6 bps	koneksi_ja	23.95.26	established	0 bps/0 bps	132.2 Kib/47.0 Kib
10.30.40.5739247	47.236.53.302697	6 bps	koneksi_ja	23.95.26	established	0 bps/0 bps	132.2 Kib/47.0 Kib
10.30.40.5551857	47.236.53.302697	6 bps	koneksi_ja	23.95.04	established	0 bps/0 bps	132.0 Kib/46.9 Kib
10.30.40.11136412	8.219.121.1356000	17 s	koneksi_ja	00:02:31		0 bps/0 bps	265.9 Kib/19.9 Kib
10.30.40.11938778	47.245.113.112057	6 bps	koneksi_ja	23.95.05	established	0 bps/0 bps	132.2 Kib/47.0 Kib
10.30.40.11137108	47.236.125.202820	6 bps	koneksi_ja	23.95.56	established	0 bps/0 bps	290.0 Kib/192.9 Kib
10.30.40.11158706	47.236.125.202820	6 bps	koneksi_ja	08:45:40	established	0 bps/0 bps	42.8 Kib
10.30.40.11938778	47.245.113.112057	6 bps	koneksi_ja	23.95.05	established	0 bps/0 bps	143.7 Kib/74.2 Kib
10.30.40.1678479	142.251.12.94443	17 s	koneksi_ja	00:01:50		2.0 Kibps/2 Kib	8.0 Kib/9.7 Kib
10.30.40.1678887	142.251.12.94443	17 s	koneksi_ja	00:01:56		0 bps/0 bps	3430 B/4225 B
10.30.40.1678734	64.233.170.95443	17 s	koneksi_ja	00:02:04		0 bps/0 bps	6.0 Kib/5.1 Kib
10.30.40.1678942	74.125.200.139443	17 s	koneksi_ja	00:01:54		0 bps/0 bps	5.9 Kib/5.1 Kib
10.30.40.16712196	47.245.113.112057	6 bps	koneksi_ja	00:03:41	established	0 bps/0 bps	399.9 Kib
10.30.40.16712679	31.13.95.40443	6 bps	koneksi_ja	23.95.05	established	0 bps/0 bps	128.3 Kib/158.1 Kib
10.30.40.16715560	31.13.95.40443	6 bps	koneksi_ja	23.95.15	established	0 bps/0 bps	794 B/441 B
10.30.40.16715661	31.13.95.40443	6 bps	koneksi_ja	23.95.05	established	0 bps/0 bps	1008 B/1 Kib
10.30.40.16715623	170.114.52.34443	6 bps	koneksi_ja	23.95.57	established	0 bps/0 bps	2443 B/5.5 Kib
10.30.40.16715629	20.216.243.213443	6 bps	koneksi_ja	23.95.10	established	0 bps/0 bps	801 B/5.2 Kib
10.30.40.16715709	30.101.221.0230	6 bps	koneksi_ja	23.95.05	established	0 bps/0 bps	1093 B/1 Kib
10.30.40.16715802	13.107.42.12443	6 bps	koneksi_ja	23.95.16	established	0 bps/0 bps	3004 B/2 Kib
10.30.40.16716272	104.16.84.80443	6 bps	koneksi_ja	23.95.03	established	0 bps/0 bps	1351 B/1 Kib
10.30.40.16722994	155.151.100.168443	6 bps	koneksi_ja	00:03:59	established	0 bps/0 bps	1018 B/1 B
10.30.40.16733120	142.251.178.1608208	6 bps	koneksi_ja	00:44:40	established	0 bps/0 bps	5.4 Kib/4.4 Kib
10.30.40.16733762	31.13.95.40443	6 bps	koneksi_ja	00:00:05	close	0 bps/0 bps	100 B/0 B
10.30.40.16734689	142.251.178.1608208	6 bps	koneksi_ja	21:02:13	established	0 bps/0 bps	3.796 B/21.5 Kib

Pada gambar 4 merupakan hasil pemisahan koneksi dari *Mark Connection* dalam trafik Indonesia IIX dengan Trafik Internasional dari Data yang ditampilkan mencakup informasi mengenai status destination address (IP yang dituju), protocol yang digunakan, *Mark*

Connection (melalui koneksi *iix* atau koneksi *overseas*), dan trafik pengiriman data (*Download & Upload*) untuk setiap koneksi yang sedang berjalan. Hal ini memungkinkan administrator jaringan untuk memantau dan mengelola trafik agar sesuai dengan *Mark Connection* yang sudah dilakukan konfigurasi pada tahap sebelumnya, serta dapat menerapkan kebijakan *Quality of Service* (QoS) yang sesuai.

4) *Mark Packet IIX (Upload)*

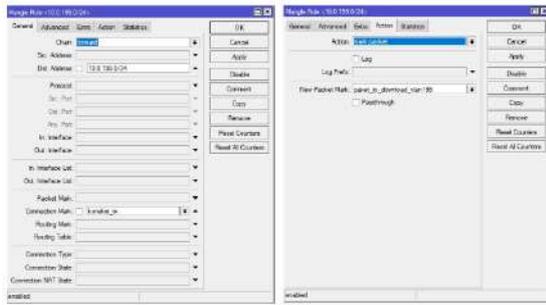
Gambar 5 *Mark Packet (Upload)*



Pada gambar 5 merupakan konfigurasi *Mark Packet* untuk pengaturan *Upload IIX* (Indonesia) dalam MikroTik, yang dilakukan melalui fitur *Mangle*. Konfigurasi ini bertujuan untuk menandai paket *request* maupun *response* yang dipilih, selanjutnya untuk konfigurasi ini menggunakan *chain=forward*, untuk melakukan *marking* pada router untuk trafik keluar dan trafik masuk, untuk paket *upload* untuk memberikan alamat *IP Address* pada *Src.Address* yang ditujukan ke alamat *IP Address* (10.0.199.0/24). Pada bagian *connection mark* pilih "koneksi_iax" dan di *Action* ditetapkan untuk membuat *Mark-Packet* dengan nama "paket_iax_upload_vlan199". Langkah terakhir tidak menceklis *Passthrough* karena *mark packet* merupakan *marking* yang digunakan untuk menandai paket data setelah paket pertama yaitu *Mark Connection*. Penandaan ini memungkinkan administrator jaringan untuk mengelola dan menandakan trafik *Upload* secara lebih efektif, serta menerapkan kebijakan *Quality of Service* (QoS) yang sesuai untuk meningkatkan performa jaringan.

5) *Mark Packet IIX (Download)*

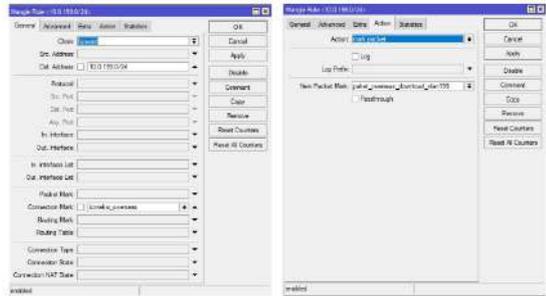
Gambar 6 Mark Packet (Download)



Pada gambar 6 merupakan hasil Konfigurasi *Mark Packet* untuk pengaturan *Download IIX* (Indonesia) dalam MikroTik, yang dilakukan melalui fitur *Mangle*. Konfigurasi ini bertujuan untuk menandai paket request maupun *response* yang dipilih, selanjutnya untuk konfigurasi ini menggunakan *chain=forward* ini untuk melakukan marking pada router untuk trafik keluar dan trafik masuk, untuk paket *Download* untuk memberikan alamat *IP Address* pada *Dst.Address* yang ditujukan ke alamat *IP Address* (10.0.199.0/24). Pada bagian *connection mark* pilih "koneksi_iix" dan di *Action* ditetapkan untuk membuat *Mark-Packet* dengan nama "paket_iix_download_vlan199". langkah terakhir tidak menceklis *Passthrough* karena *mark packet* merupakan marking yang digunakan untuk menandai paket data setelah paket pertama yaitu *Mark Connection*. Penandaan ini memungkinkan administrator jaringan untuk mengelola dan menandakan trafik *Upload* secara lebih efektif, serta menerapkan kebijakan *Quality of Service* (QoS) yang sesuai untuk meningkatkan performa jaringan.

6) *Mark Packet Internasional (Download)*

Gambar 7 Mark Packet Internasional (Download)

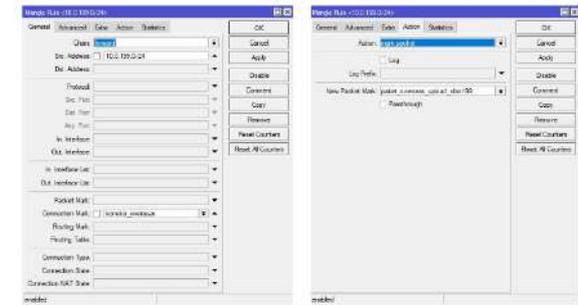


Pada gambar 7 merupakan hasil Konfigurasi *Mark Packet* untuk pengaturan *Download IX* (Internasional) dalam MikroTik, yang dilakukan melalui fitur *Mangle*. Konfigurasi ini bertujuan untuk menandai paket request maupun *response* yang dipilih, selanjutnya untuk konfigurasi ini menggunakan *chain=forward* ini untuk melakukan marking

pada router untuk trafik keluar dan trafik masuk, untuk paket *Download* untuk memberikan alamat *IP Address* pada *Dst.Address* yang ditujukan ke alamat *IP Address* (10.0.199.0/24). Pada bagian *connection mark* pilih "koneksi_overseas" dan di *Action* ditetapkan untuk membuat *Mark-Packet* dengan nama "paket_overseas_download_vlan199". langkah terakhir tidak menceklis *Passthrough* karena *Mark Packet* merupakan marking yang digunakan untuk menandai paket data setelah paket pertama yaitu *Mark Connection*. Penandaan ini memungkinkan administrator jaringan untuk mengelola dan menandakan trafik *Upload* secara lebih efektif, serta menerapkan kebijakan *Quality of Service* (QoS) yang sesuai untuk meningkatkan performa jaringan.

7) *Mark Packet Internasional (Upload)*

Gambar 8 Mark Packet Internasional (Upload)



Pada gambar 8 merupakan hasil Konfigurasi *Mark Packet* untuk pengaturan *Upload IX* (Internasional) dalam MikroTik, yang dilakukan melalui fitur *Mangle*. Konfigurasi ini bertujuan untuk menandai paket request maupun *response* yang dipilih, selanjutnya untuk konfigurasi ini menggunakan *chain=forward* untuk melakukan marking pada router untuk trafik keluar dan trafik masuk, untuk paket *Upload* untuk memberikan alamat *IP Address* pada *Src.Address* yang ditujukan ke alamat *IP Address* (10.0.199.0/24). Pada bagian *connection mark* pilih "koneksi_overseas" dan di *Action* ditetapkan untuk membuat *mark packet* dengan nama "paket_overseas_upload_vlan199". langkah terakhir tidak menceklis *Passthrough* karena *mark packet* merupakan *marking* yang digunakan untuk menandai paket data setelah paket pertama yaitu *Mark Connection*. Penandaan ini memungkinkan administrator jaringan untuk mengelola dan menandakan trafik *Upload* secara lebih efektif, serta menerapkan kebijakan *Quality of Service* (QoS)

yang sesuai untuk meningkatkan performa jaringan.

8) Firewall Mangle

Gambar 9 Firewall Mangle

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Bytes	Packets
0	mark-connection	forward			390.4 KB	1119.625
1	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		5.3 KB	9.520.070
2	mark-packet	forward	192.168.0.0/24		210.2 KB	2.144.502
3	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		303.7 KB	3.308.305
4	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		40.7 KB	1.636.177
5	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		1 KB	0
6	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		891.0 KB	1041.907
7	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		37.5 KB	307.480
8	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		206.2 KB	1.528.415
9	mark-packet	forward	172.16.0.0/12		335.7 KB	2.707
10	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		0 KB	0
11	mark-connection	forward			227.1 KB	259.650
12	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		202.1 KB	3.636.081
13	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		350.5 KB	3.314.225
14	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		5.2 KB	4.039.824
15	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		82.4 KB	272.303
16	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		0 KB	0
17	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		300.7 KB	3.062.702
18	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		40.4 KB	1.434.950
19	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		10.5 KB	1.109.762
20	mark-packet	forward	172.16.0.0/12		260.9 KB	436.720
21	mark-packet	forward	10.0.0.0/24		0 KB	0

Pada gambar 9 merupakan tampilan konfigurasi Firewall Mangle dalam Mikrotik, yang menunjukkan konfigurasi yang diterapkan untuk pengelolaan trafik jaringan. Terdapat beberapa entri yang mencakup tindakan yaitu "mark-connection" dan "mark-packet," yang digunakan untuk menandai koneksi dan paket data berdasarkan kriteria tertentu. Untuk bagian "IIX" merupakan mark-connection dan mark-packet menunjukkan rule yang ditandai untuk koneksi IIX (Indonesia) dan untuk bagian "OVERSEAS" merupakan "mark-connection" dan "mark-packet" menunjukkan rule yang ditandai untuk koneksi Internasional, Dengan informasi Action, Chain, Src.Address & Dst.Address serta jumlah paket dan bytes yang di proses. Data ini memungkinkan administrator jaringan untuk memantau dan menganalisis serta menerapkan kebijakan Quality of Service (Qos) yang sesuai. Dengan demikian, konfigurasi ini berperan penting dalam menjaga kualitas layanan dan memastikan pengelolaan trafik yang efisien di jaringan.

9) PCQ Download & Upload

Gambar 10 PCQ Download & Upload

Queue Type: pcq-download

Type Name: pcq-download

Kind: pcq

Rate: 0 bits/s

Queue Size: 50 KB

Total Queue Size: 2000 KB

Burst Rate: 1000 bits/s

Burst Threshold: 00:00:10

Classifier: Src. Address Dst. Address

Src. Port Dst. Port

Src. Address Mask: 32

Dst. Address Mask: 32

Src. Address Mask: 128

Dst. Address Mask: 128

Queue Type: pcq-upload

Type Name: pcq-upload

Kind: pcq

Rate: 0 bits/s

Queue Size: 50 KB

Total Queue Size: 2000 KB

Burst Rate: 1000 bits/s

Burst Threshold: 00:00:10

Classifier: Src. Address Dst. Address

Src. Port Dst. Port

Src. Address Mask: 32

Dst. Address Mask: 32

Src. Address Mask: 128

Dst. Address Mask: 128

Pada gambar 10 merupakan hasil konfigurasi Per Connection Queue (PCQ) untuk pengaturan download & upload dalam Mikrotik. PCQ adalah metode yang digunakan

untuk mengelola dan membagi bandwidth secara adil di antara pengguna atau koneksi yang berbeda. Konfigurasi ini dengan membuat type name "pcq download" & "pcq upload" dengan kind "pcq" kemudian untuk pcq download ceklis pada "Dst.address & Port" dan pcq upload ceklis pada "Src.address & Port". Konfigurasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap koneksi mendapatkan alokasi bandwidth yang sesuai, sehingga mencegah satu pengguna atau aplikasi mendominasi sumber daya jaringan. Dengan pengaturan ini, administrator jaringan dapat meningkatkan performa dan stabilitas jaringan, terutama dalam situasi dengan banyak pengguna yang mengakses layanan secara bersamaan. Penerapan PCQ sangat penting untuk menjaga kualitas layanan dan memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik dalam aplikasi yang sensitif terhadap latensi dan kecepatan.

10) Queue Tree

Gambar 11 Queue Tree

Name	Parent	Queue Type	Pkts	Limit	Bytes
TOTAL TRAFIK - DOWNLOAD	TOTAL TRAFIK - DOWNLOAD	pcq-download	0	10000	10000000
IIX - IIX - DOWNLOAD	IIX - IIX - DOWNLOAD	pcq-download	0	10000	10000000
IIX - IIX - UPLOAD	IIX - IIX - UPLOAD	pcq-upload	0	10000	10000000
OVERSEAS - OVERSEAS - DOWNLOAD	OVERSEAS - OVERSEAS - DOWNLOAD	pcq-download	0	10000	10000000
OVERSEAS - OVERSEAS - UPLOAD	OVERSEAS - OVERSEAS - UPLOAD	pcq-upload	0	10000	10000000
TOTAL TRAFIK - UPLOAD	TOTAL TRAFIK - UPLOAD	pcq-upload	0	10000	10000000
IIX - IIX - DOWNLOAD	IIX - IIX - DOWNLOAD	pcq-download	0	10000	10000000
IIX - IIX - UPLOAD	IIX - IIX - UPLOAD	pcq-upload	0	10000	10000000
OVERSEAS - OVERSEAS - DOWNLOAD	OVERSEAS - OVERSEAS - DOWNLOAD	pcq-download	0	10000	10000000
OVERSEAS - OVERSEAS - UPLOAD	OVERSEAS - OVERSEAS - UPLOAD	pcq-upload	0	10000	10000000
TOTAL TRAFIK - DOWNLOAD	TOTAL TRAFIK - DOWNLOAD	pcq-download	0	10000	10000000
TOTAL TRAFIK - UPLOAD	TOTAL TRAFIK - UPLOAD	pcq-upload	0	10000	10000000

Pada gambar 11 merupakan tampilan konfigurasi HTB Queue Tree dalam Mikrotik, yang menunjukkan pengaturan antrian untuk pengelolaan trafik download dan upload. Queue Tree digunakan untuk mengatur dan memprioritaskan alokasi bandwidth berdasarkan kriteria prioritas tertentu. Dalam tampilan ini, terdapat beberapa HTB yang mencakup kategori "TOTAL TRAFIK - DOWNLOAD" dan "TOTAL TRAFIK - UPLOAD," masing-masing dengan HTB yang sesuai. Setiap HTB membuat parent child queue dengan konfigurasi queue "IIX DOWNLOAD & UPLOAD" serta "OVERSEAS DOWNLOAD & UPLOAD" dengan membuat parent child dengan konfigurasi nama, parent, packet mark, queue type, prioritas, limit at (CIR) dan maksimum bandwidth, serta queue yang diproses seperti gambar diatas. Pengaturan ini memungkinkan administrator jaringan untuk mengoptimalkan penggunaan bandwidth, memastikan bahwa aplikasi yang sensitif terhadap latensi mendapatkan prioritas yang

lebih tinggi, dan mencegah kemacetan jaringan. Dengan demikian, konfigurasi *Queue Tree* berperan penting dalam meningkatkan kualitas layanan dan pengalaman pengguna di jaringan.

3. Hasil Uji Bandwidth

Tabel 5 Hasil Uji Bandwidth

Uji Bandwidth Sebelum QoS		
ISP	Upload (Mbps)	Download (Mbps)
Whiz Digital - Internasional	204,8	204,3
Whiz Digital - Domestik	208,8	205,4
Telkom (IndiHome) - Internasional	68,1	213
Telkom (IndiHome) - Domestik	66,46	211,2
Uji Bandwidth Sesudah QoS		
ISP	Upload (Mbps)	Download (Mbps)
Whiz Digital - Internasional	19,86	20,76
Whiz Digital - Domestik	29,76	30,32
Telkom (IndiHome) - Internasional	17,99	19,65
Telkom (IndiHome) - Domestik	28,79	29,23

Uji *Bandwidth* adalah pengukuran kecepatan koneksi internet yang mencakup *download*, *upload*, dan *latency*, bertujuan untuk mengevaluasi kualitas layanan penyedia layanan internet (ISP). Pengujian di Pengadilan Tinggi Jakarta menggunakan nPerf dan dilakukan pada PT Whiz Digital Berjaya serta Telkom (IndiHome). Sebelum penerapan *Quality of Service (QoS)*, Whiz Digital mencatat kecepatan *Upload* 204,8 Mbps dan *download* 204,3 Mbps untuk koneksi internasional, serta 208,8 Mbps dan 205,4 Mbps untuk koneksi domestik. Telkom (IndiHome) menunjukkan kecepatan *Upload* 68,1 Mbps dan *download* 213 Mbps untuk koneksi internasional, serta 66,46 Mbps dan 211,2 Mbps untuk koneksi domestik. Setelah penerapan QoS, Whiz Digital mengalami perubahan kecepatan menjadi 19,86 Mbps (*Upload*) dan 20,76 Mbps (*download*) untuk koneksi internasional, serta 29,76 Mbps dan 30,32 Mbps untuk koneksi domestik. Telkom (IndiHome) menunjukkan kecepatan *Upload* 17,99 Mbps dan *download* 19,65 Mbps untuk koneksi

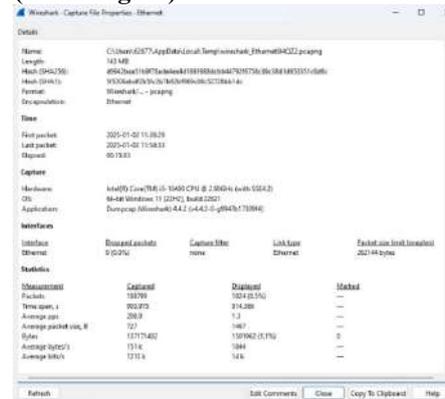
internasional, serta 28,79 Mbps dan 29,23 Mbps untuk koneksi domestik.

Perubahan kecepatan pada Whiz Digital, terutama untuk koneksi internasional, mencerminkan dampak dari pembatasan *bandwidth* yang diterapkan melalui QoS. Meskipun terjadi penyesuaian kecepatan. Penerapan QoS bertujuan untuk meningkatkan kualitas layanan dengan mengatur alokasi *bandwidth*, memastikan aplikasi kritis mendapatkan prioritas, dan mendukung pengelolaan trafik yang lebih efisien di lingkungan pengadilan.

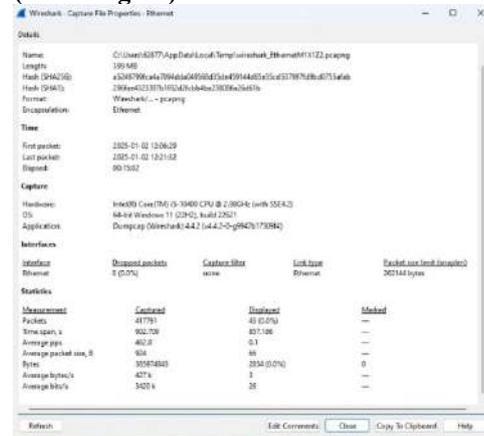
4. Pengukuran Parameter QoS

Pengadilan Tinggi Jakarta dengan menggunakan metode *Quality of Service (QoS)*. Pengukuran dilakukan terhadap empat parameter utama, yaitu *Throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, sebelum dan sesudah penerapan QoS yang diuji menggunakan Wireshark.

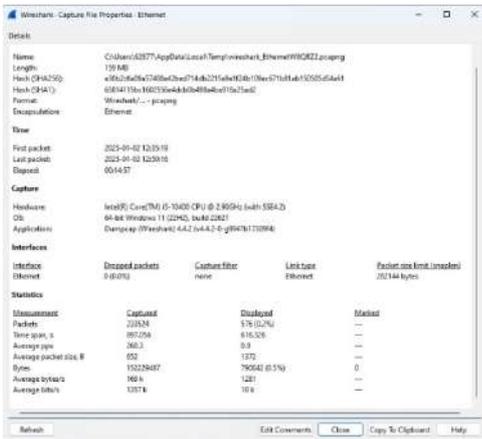
Gambar 12 Uji Wireshark Sebelum Penerapan QoS (Whiz Digital)



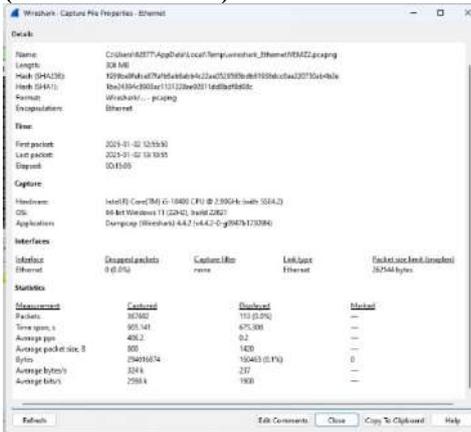
Gambar 13 Uji Wireshark Setelah Penerapan QoS (Whiz Digital)



Gambar 14 Uji Wireshark Sebelum Penerapan QoS (IndiHome Telkom)



Gambar 15 Uji Wireshark Setelah Penerapan QoS (IndiHome Telkom)



Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas jaringan internet fiber optik di Berikut adalah hasil pengukuran dan analisis yang diperoleh :

- **Throughput**

Pengujian *Throughput* pada dua penyedia layanan internet (ISP), yaitu Whiz Digital Berjaya dan IndiHome Telkom, menunjukkan hasil yang signifikan sebelum dan setelah penerapan *Quality of Service* (QoS). Sebelum penerapan QoS, *Throughput* untuk Whiz Digital tercatat sebesar 1,21 Mbps dan untuk IndiHome sebesar 1,35 Mbps, menunjukkan adanya ruang untuk peningkatan. Setelah penerapan QoS, *Throughput* Whiz Digital meningkat menjadi 3,42 Mbps, sementara IndiHome mencapai 2,59 Mbps. Hasil ini mengindikasikan bahwa penerapan QoS berhasil meningkatkan efisiensi penggunaan *bandwidth* dan kualitas layanan secara keseluruhan, dengan pengelolaan trafik yang lebih baik, terutama untuk aplikasi yang memerlukan *bandwidth* tinggi. Penerapan QoS terbukti efektif dalam memberikan prioritas pada pengguna yang membutuhkan alokasi *bandwidth* lebih tinggi, sehingga meningkatkan performa jaringan secara keseluruhan.

- **Packet loss**

Pengujian *packet loss* pada dua penyedia layanan internet (ISP), Whiz Digital Berjaya dan IndiHome Telkom, menunjukkan hasil yang signifikan sebelum dan setelah penerapan *Quality of Service* (QoS). Sebelum penerapan QoS, Whiz Digital mencatatkan 1.024 paket yang dikirim dengan 188.799 paket diterima, sementara IndiHome mencatat 576 paket yang dikirim dengan 233.524 paket diterima, menunjukkan tingkat kehilangan paket yang signifikan. Setelah penerapan QoS, Whiz Digital berhasil mengurangi jumlah paket yang dikirim menjadi 43 dengan 417.791 paket diterima, sedangkan IndiHome mencatat 113 paket yang dikirim dengan 367.682 paket diterima. Hasil ini menunjukkan adanya perbaikan dalam pengelolaan trafik dan penurunan *packet loss* yang signifikan, yang berkontribusi pada peningkatan kualitas layanan. Meskipun QoS telah terbukti efektif dalam mengelola alokasi *bandwidth* dan meningkatkan pengalaman pengguna, pemantauan lebih lanjut tetap diperlukan untuk memastikan performa jaringan yang optimal, terutama dalam situasi dengan trafik tinggi.

- **Delay**

Pengujian *delay* pada ISP Whiz Digital Berjaya dan IndiHome Telkom menunjukkan hasil yang signifikan sebelum dan setelah penerapan *Quality of Service* (QoS). Sebelum penerapan QoS, rata-rata *delay* untuk Whiz Digital tercatat sebesar 4,79 ms, sedangkan IndiHome mencatat 3,84 ms. Setelah penerapan QoS, *delay* untuk Whiz Digital menurun menjadi 2,16 ms, sementara IndiHome juga menunjukkan perbaikan dengan rata-rata *delay* 2,47 ms. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan QoS berhasil mengurangi delay dan meningkatkan responsivitas jaringan, yang sangat penting untuk aplikasi yang memerlukan latensi rendah.

- **Jitter**

Pengujian *jitter* pada kedua ISP menunjukkan bahwa stabilitas pengiriman paket sangat baik. Sebelum penerapan QoS, *jitter* untuk Whiz Digital tercatat 0,000026515 ms, sedangkan IndiHome menunjukkan *jitter* tercatat 0 ms. Setelah penerapan QoS, *Jitter* untuk Whiz Digital menurun lebih baik menjadi 0,000000079 ms. IndiHome juga mencatat *jitter* 0,000022258 ms setelah QoS. Meskipun hanya sedikit penurunan nilai pada *jitter*, secara

keseluruhan, penerapan QoS berhasil memberikan hasil penurunan yang efektif bagi penggunaan aplikasi secara *real-time* seperti *video conference*.

5. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode QoS di Pengadilan Tinggi Jakarta berhasil meningkatkan kualitas jaringan internet fiber optik secara keseluruhan. Peningkatan *Throughput*, penurunan *delay*, *jitter*, dan *packet loss* menunjukkan bahwa pengelolaan trafik yang lebih baik dapat memberikan dampak positif terhadap performa jaringan.

1. Peningkatan Throughput:

Tabel 6 Hasil Uji *Throughput*

<i>Throughput</i> Sebelum QoS		Standard TIPHON	
ISP	Hasil Uji	Index	Kategori
Whiz Digital	1,21 Mbps	2	Baik
Telkom (IndiHome)	1,35 Mbps	3	Lebih Baik
<i>Throughput</i> Sesudah QoS		Standard TIPHON	
ISP	Hasil Uji	Index	Kategori
Whiz Digital	3,42 Mbps	4	Sangat Bagus
Telkom (IndiHome)	2,59 Mbps	4	Sangat Bagus

Hasil pengujian *Throughput* sebelum penerapan *Quality of Service* (QoS) menunjukkan bahwa ISP Whiz Digital dan IndiHome Telkom keduanya berada dalam kategori "Lebih Baik" dengan *Throughput* masing-masing 1,21 Mbps dan 1,35 Mbps. Setelah penerapan QoS, Whiz Digital mengalami peningkatan signifikan menjadi 3,42 Mbps, sementara IndiHome mencatat 2,59 Mbps, keduanya kini dalam kategori "Sangat Bagus." Penerapan metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) terbukti efektif dalam mengelola alokasi *bandwidth* dan mengurangi kemacetan jaringan. Standar TIPHON menegaskan pentingnya *Throughput* dalam menilai kualitas layanan, dan hasil penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa

penerapan QoS dapat meningkatkan kinerja jaringan secara signifikan. Secara keseluruhan, penerapan QoS tidak hanya meningkatkan *Throughput*, tetapi juga berkontribusi pada kepuasan pengguna, menunjukkan komitmen kedua ISP untuk memberikan layanan berkualitas tinggi di era digital saat ini (Daffa Aditya Rachman *et al.*, 2023).

2. Penurunan Jitter

Tabel 7 Hasil Uji *Jitter*

<i>Jitter</i> Sebelum QoS		Standard TIPHON	
ISP	Hasil Uji	Index	Kategori
Whiz Digital	0,000026515 ms	4	Sangat Bagus
Telkom (IndiHome)	0 ms	4	Sangat Bagus
<i>Jitter</i> Sesudah QoS		Standard TIPHON	
ISP	Hasil Uji	Index	Kategori
Whiz Digital	0,000000079 ms	4	Sangat Bagus
Telkom (IndiHome)	0,000022258 ms	4	Sangat Bagus

Hasil pengujian *jitter* sebelum penerapan *Quality of Service* (QoS) menunjukkan bahwa ISP Whiz Digital dan IndiHome Telkom keduanya memiliki nilai *jitter* yang sangat baik, masing-masing 0,000026515 ms dan 0 ms, yang dikategorikan sebagai "Sangat Bagus" menurut standar TIPHON. Setelah penerapan QoS, kedua ISP berhasil mendapatkan nilai *jitter*, dengan hasil dari Whiz Digital mencatat 0,000000079 ms dan IndiHome 0,000022258 ms, tetap dalam kategori "Sangat Bagus." Penerapan metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) terbukti efektif dalam mengelola lalu lintas data dan mengurangi variasi dalam waktu pengiriman paket, yang penting untuk aplikasi sensitif terhadap latensi. Penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan QoS dapat meningkatkan kinerja jaringan dan kepuasan pengguna. Secara keseluruhan, analisis ini menegaskan komitmen kedua ISP untuk memberikan layanan

berkualitas tinggi di era digital saat ini (Abdul Rosid *et al.*, 2023).

3. Penurunan Delay

Tabel 8 Hasil Uji Delay

Delay Sebelum QoS		Standard TIPHON	
ISP	Hasil Uji	Index	Kategori
Whiz Digital	4,79	4	Sangat Bagus
Telkom (IndiHome)	3,84	4	Sangat Bagus
Delay Sesudah QoS		Standard TIPHON	
ISP	Hasil Uji	Index	Kategori
Whiz Digital	2,16	4	Sangat Bagus
Telkom (IndiHome)	2,47	4	Sangat Bagus

Hasil pengujian *delay* sebelum penerapan *Quality of Service* (QoS) menunjukkan bahwa ISP Whiz Digital dan IndiHome Telkom memiliki waktu *delay* rata-rata masing-masing 4,79 ms dan 3,84 ms, keduanya dikategorikan "Sangat Bagus" menurut standar TIPHON. Setelah penerapan QoS menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan *Per Connection Queue* (PCQ), Whiz Digital mencatat waktu *delay* rata-rata 2,16 ms, sementara IndiHome mencatat 2,47 ms, menunjukkan perbaikan signifikan dalam kinerja kedua ISP. Penerapan QoS terbukti efektif dalam mengoptimalkan pengelolaan lalu lintas data dan mengurangi waktu *delay*, yang sangat penting untuk aplikasi *real-time*. Hasil penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan QoS dapat meningkatkan kinerja jaringan dan kepuasan pengguna. Secara keseluruhan, analisis ini menegaskan komitmen kedua ISP untuk memberikan layanan berkualitas tinggi di era digital saat ini.

4. Penurunan Packet loss:

Tabel 9 Hasil Uji Packet loss

Packet loss Sebelum QoS		Standard TIPHON	
ISP	Hasil Uji	Index	Kategori

Whiz Digital	0,55%	4	Sangat Bagus
Telkom (IndiHome)	0,25%	4	Sangat Bagus
Packet loss Sesudah QoS		Standard TIPHON	
ISP	Hasil Uji	Index	Kategori
Whiz Digital	0,02%	4	Sangat Bagus
Telkom (IndiHome)	0,04%	4	Sangat Bagus

Hasil pengujian *packet loss* sebelum penerapan *Quality of Service* (QoS) menunjukkan bahwa ISP Whiz Digital memiliki tingkat kehilangan paket sebesar 0,55%, sedangkan IndiHome Telkom mencatat 0,25%, keduanya dikategorikan "Sangat Bagus" menurut standar TIPHON. Setelah penerapan QoS, Whiz Digital mengalami penurunan signifikan dalam tingkat *packet loss* menjadi 0,02%, sementara IndiHome Telkom mencatat penurunan menjadi 0,04%, yang tetap dalam kategori "Sangat Bagus." Penerapan metode *Per Connection Queue* (PCQ) dan *Hierarchical Token Bucket* (HTB) terbukti efektif dalam mengoptimalkan pengiriman data, meskipun IndiHome Telkom menghadapi tantangan dalam mempertahankan tingkat kehilangan paket yang rendah. Hasil penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan QoS dapat mengurangi *packet loss* dan meningkatkan kinerja jaringan. Secara keseluruhan, analisis ini menegaskan pentingnya perhatian lebih lanjut untuk mengatasi peningkatan pada IndiHome Telkom dan memastikan kedua ISP terus memenuhi standar TIPHON untuk meningkatkan kualitas layanan dan pengalaman pengguna di masa mendatang.

6. Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisa, beberapa rekomendasi dapat diberikan untuk meningkatkan kualitas jaringan lebih lanjut:

1. Audit Rutin dan Penyesuaian Kebijakan: Lakukan audit rutin terhadap pengaturan QoS dan penggunaan

bandwidth. Penyesuaian kebijakan QoS harus dilakukan berdasarkan hasil audit untuk memastikan bahwa kebijakan tetap relevan dengan kebutuhan pengguna. Hal ini akan membantu dalam mengidentifikasi aplikasi baru yang mungkin memerlukan prioritas dan memastikan bahwa pengaturan yang ada tetap optimal.

2. Pelatihan Staf Teknis: Berikan pelatihan kepada staf teknis mengenai pengelolaan QoS dan pemecahan masalah jaringan. Pengetahuan yang lebih baik tentang pengaturan QoS dapat membantu dalam mengoptimalkan kinerja jaringan. Hal ini akan membuat staf yang terlatih dapat lebih cepat mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah yang mungkin muncul, menjaga kualitas layanan tetap tinggi.
3. Peningkatan Infrastruktur Jaringan: Pertimbangkan untuk melakukan investasi dalam perangkat keras yang lebih canggih untuk mendukung pengelolaan QoS yang lebih baik dan meningkatkan kapasitas jaringan sehingga dapat menangani lebih banyak trafik dan memberikan performa yang lebih stabil, terutama saat ada lonjakan penggunaan.
4. Implementasi Sistem *Monitoring Real-time*: Implementasikan sistem *monitoring real-time* untuk memantau performa jaringan secara terus-menerus. Dengan pemantauan yang lebih baik, masalah dapat diidentifikasi dan diatasi dengan cepat. Hal ini akan membantu dalam menjaga kualitas layanan dan memastikan bahwa pengguna mendapatkan pengalaman yang baik.
5. Uji Coba Kebijakan QoS Baru: Dengan melakukan uji coba terhadap kebijakan QoS baru secara berkala untuk menilai dampaknya terhadap performa jaringan. Ini dapat membantu dalam menemukan pengaturan yang paling efektif untuk kebutuhan yang berubah. Dengan melakukan uji coba, pengelola jaringan dapat menyesuaikan kebijakan dengan lebih baik sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan pengguna.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi implementasi *Quality of Service* (QoS) di Pengadilan Tinggi Jakarta, dengan fokus pada pengelolaan trafik jaringan untuk aplikasi-aplikasi kritis seperti *video conference* dan sistem manajemen data. Melalui penerapan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB) dan *Hierarchical Token Bucket* (PCQ), penelitian ini berhasil menunjukkan peningkatan signifikan dalam kualitas layanan jaringan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi QoS berhasil meningkatkan *Throughput* ISP Whiz Digital dengan IndiHome Telkom dari 1,21 Mbps dan 1,35 menjadi 3,42 Mbps dan 2,59 Mbps, serta menurunkan *delay* dari 4,79 ms dan 3,84 ms menjadi 2,16 ms dan 2,47 ms. Selain itu, hasil dari *jitter* dalam kategori sangat bagus dari 0,000026515 ms dan 0 ms menjadi 0,000000079 ms dan 0,000022258 ms, dan *packet loss* menurun dari 0,55% dan 0,25% menjadi 0,02% dan 0,04%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pengelolaan trafik yang lebih baik dapat memberikan dampak positif terhadap performa jaringan, yang sangat penting untuk mendukung operasional pengadilan yang efisien. Berdasarkan hasil analisa, disarankan agar dilakukan audit rutin terhadap pengaturan QoS dan penggunaan *bandwidth*, serta memberikan pelatihan kepada pegawai teknis untuk meningkatkan kemampuan dalam pengelolaan jaringan. Selain itu, investasi dalam infrastruktur jaringan yang lebih canggih dan implementasi sistem *monitoring real-time* juga direkomendasikan untuk menjaga kualitas layanan di masa mendatang. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi jaringan, serta menjadi referensi bagi instansi lain yang menghadapi tantangan serupa dalam pengelolaan trafik jaringan. Implementasi QoS yang efektif tidak hanya meningkatkan kualitas layanan, tetapi juga mendukung keberlangsungan operasional yang lebih baik dalam konteks pelayanan publik

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rosid, R., Martanto, M., & Ali, I. (2023). Analisis Internet Network Performance Menggunakan Parameter Quality of Service. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 203–210.

- <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.6252>
Arditya, R. A., J. A. Razaq, & S. Sunardi. (2024). Analisis Kualitas Jaringan dengan Metode Quality of Service (QoS). *Jurnal Fasilkom*, 14(2), 478–483.
- Daffa Aditya Rachman, Yusuf Muhyidin, & Muhamad Agus Sunandar. (2023). Analisis Kualitas Layanan Jaringan Internet Fiber To the Home Pt. Xyz Menggunakan Wireshark. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 2(4), 214–222. <https://doi.org/10.55123/storage.v2i4.2531>
- DataReportal. (2024). *Digital 2024: Indonesia*.
- ETSI. (1999). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS). *Etsi Tr 101 329 V2.1.1, 1*, 1–37.
- Fajrin, S. F., Telkom, U., Telkom, U., & Telkom, U. (2024). Analisis Performansi Bandwidth Quality Of Service (Qos) Dengan Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb) Dan Per Connection Queue (Pcq) Pada Telkom University Landmark Tower (Tult). *11(4)*, 3736–3742.
- Soothar, K. K., Chen, Y., Magsi, A. H., Hu, C., & Shah, H. (2024). Optimizing Optical Fiber Faults Detection: A Comparative Analysis of Advanced Machine Learning Approaches. *Computers, Materials and Continua*, 79(2), 2697–2721. <https://doi.org/10.32604/cmc.2024.049607>
- Subektiningsih, S., Renaldi, R., & Ferdiansyah, P. (2022). Analisis Perbandingan Parameter QoS Standar TIPHON Pada Jaringan Nirkabel Dalam Penerapan Metode PCQ. *Explore*, 12(1), 57. <https://doi.org/10.35200/explore.v12i1.527>
- Sunandar, M. A., Pratiwi, H., & Muhyidin, Y. (2023). Analisis Perbandingan Performa Jaringan pada Isp Indihome Hypernet dan Hspnet Menggunakan Aplikasi Wireshark Berdasarkan Parameter Qos Standar Tiphon. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Bisnis*, 14(2a), 166–173. <https://doi.org/10.47927/jikb.v14i2a.669>
- Wijaya, A., Abdullah, A., Windriyani, E., Samaeni, F. C., Romdhan, M. Y., Ardiansah, R., & Thoyyibah, T. (2024). Implementasi Quality of Service (QoS) menggunakan Wireshark pada Jaringan Wireless LAN. *Digital Transformation Technology*, 4(1), 296–303. <https://doi.org/10.47709/digitech.v4i1.4030>