



Implementasi Fitur *Queue Tree*, *Nat*, *Mangle* Dan *Hotspot* Pada Router *Mikrotik RB1100AHX4* Untuk Mengatur *Bandwidth* Internet Pada Kampus AMIK Polibisnis Perdagangan

Ahmad Imam Santoso¹, Joko Eriyanto²

¹ Prodi Komputerisasi Akuntansi, Akademi Manajemen Informatika Dan Komputer Polibisnis
ahmadimamsantoso@gmail.com

² Prodi Manajemen Informatika, Akademi Manajemen Informatika Dan Komputer Polibisnis
jokoeriyanto01@gmail.com

Abstrak

Akses Internet pada zaman saat ini merupakan kebutuhan yang krusial, dimana Internet banyak digunakan dalam segala hal, baik untuk pekerjaan, pendidikan, bisnis, serta kebutuhan yang lainnya. Khususnya pada dunia pendidikan, peranan konektivitas internet memegang peranan penting, dimana pada saat ini kegiatan belajar dan mengajar dilakukan dengan bantuan konektivitas internet. Atas dasar tersebut, keberadaan akses internet pada kampus merupakan hal yang wajib. Namun, kualitas koneksi internet pada kampus dipengaruhi oleh banyak faktor, khususnya pada pengaturan lalu lintas internet. Tanpa pengaturan yang sesuai dengan kebutuhan, maka kualitas koneksi internet dapat menurun serta mengganggu aktifitas pembelajaran pada kampus.

Kata Kunci : Internet, *IP Address*, *Queue Tree*, *Mangle*, *NAT*, *Hotspot*, *Mikrotik*.

PENDAHULUAN

Internet adalah jaringan global yang menghubungkan jutaan komputer dan perangkat di seluruh dunia. Internet memungkinkan komunikasi dan pertukaran informasi antara perangkat-perangkat tersebut, memungkinkan pengguna untuk mengakses berbagai sumber daya seperti situs web, email, dan aplikasi.

Secara teknis, internet adalah jaringan dari jaringan, di mana berbagai jaringan komputer di seluruh dunia terhubung satu sama lain melalui serangkaian protokol komunikasi standar yang dikenal sebagai *TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)*. Internet memungkinkan berbagai layanan, termasuk World Wide Web (WWW), email, media streaming, dan masih banyak lagi.

Kualitas koneksi internet menjadi hal yang sangat krusial bagi banyak orang. Kualitas internet yang bagus dapat membantu kelancaran kegiatan. Sebaliknya, kualitas internet yang buruk adalah faktor penghambat produktifitas. Kualitas koneksi internet salah satunya dipengaruhi oleh kualitas perangkat dan pengaturan lalu lintas yang sesuai dengan kebutuhan pemakaian.

Pengaturan lalu lintas internet dapat dilakukan dengan perangkat tertentu, seperti perangkat *router*. Menurut Iwan Sofana (2008 : 69), pengertian router adalah peralatan jaringan yang dapat menghubungkan satu jaringan dengan jaringan yang lain. Router bekerja menggunakan routing table yang disimpan di memori untuk membuat keputusan tentang kemana dan bagaimana paket dikirimkan. Router merupakan perangkat yang dikhususkan untuk menangani koneksi antara dua atau lebih jaringan yang terhubung. Router bekerja dengan melihat alamat asal dan alamat tujuan dari paket data yang melewatinya dan memutuskan rute yang akan dilewati paket tersebut untuk sampai ketujuan.

Salah satu perangkat *router* yang umum digunakan untuk mengatur lalu lintas internet adalah *mikrotik*. *Mikrotik* merupakan merek perangkat jaringan yang dikenal di seluruh dunia, khususnya Indonesia. *Mikrotik* pada awalnya adalah sebuah sistem operasi yang dikenal dengan nama *Mikrotik RouterOS* dan dapat di instal pada perangkat komputer. Dan pada perkembangan selanjutnya, *Mikrotik* memproduksi perangkat jaringan yang dibekali dengan sistem operasi *Mikrotik RouterOS* *Mikrotik* memiliki beberapa kategori produk perangkat jaringan, diantaranya *access point*, *router*, *switch*, *radio link*, *antenna* dsb.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penerapan langsung, sedangkan perangkat *router* yang dipakai dalam penelitian ini adalah perangkat *router Mikrotik* dengan tipe RB-1100AHX4. Perangkat ini memiliki spesifikasi yang tertulis dalam tabel berikut :

Tabel 1 : Spesifikasi perangkat Router Mikrotik RB-1100AHX4

| Spesifikasi | Detail |
|-------------|--------------------------|
| CPU | AL21400, 4 Inti, 1,4 Ghz |

| | |
|-----------------------------|--|
| Memori RAM | 1GB |
| Tipe penyimpanan | NAND |
| Besar ruang penyimpanan | 128MB |
| Jumlah port <i>Ethernet</i> | 13 |
| Sistem operasi & lisensi | <i>Mikrotik RouterOS</i> , lisensi level 6 |

Sumber : *Mikrotik.com* (diakses pada Agustus 2024)

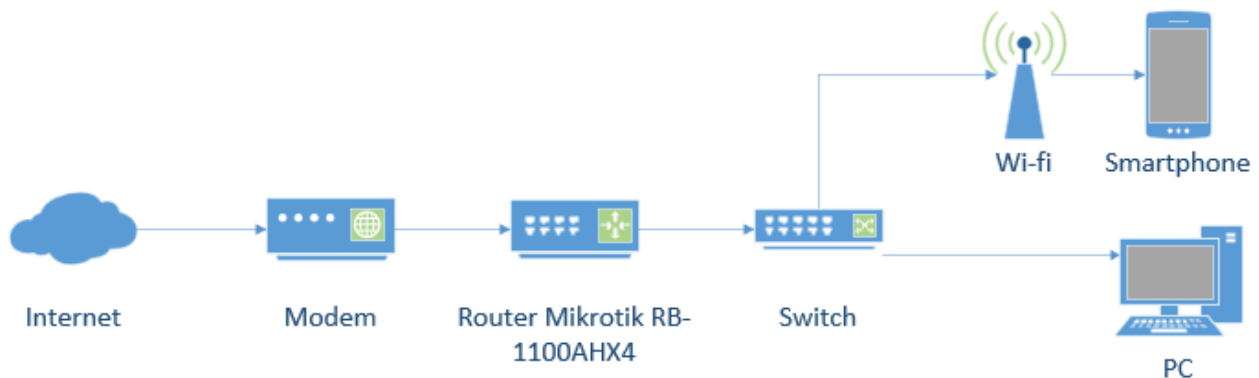
Konfigurasi yang dilakukan dalam penelitian ini mencakup, konfigurasi dasar seperti pengaturan *IP Address*, *DNS* dan *DHCP* untuk memastikan bahwa perangkat akhir yang terhubung ke *router* seperti PC, laptop dan sebagainya dapat terhubung dengan benar. Selanjutnya untuk mengatur lalu lintas jaringan internet, fitur yang dipakai antara lain : *NAT*, *Mangle*, *Queue* dan *hotspot*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konfigurasi dasar

Sebelum melakukan konfigurasi perangkat *router*, pemilihan jenis topologi jaringan dan instalasi perangkat harus dilakukan terlebih dahulu. Pada penelitian ini topologi jaringan yang digunakan di Kampus AMIK Polibisnis Perdagangan dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini :

Gambar 1 : Topologi Jaringan pada kampus AMIK Polibisnis Perdagangan



Berdasarkan gambar 1, penjelasan topologi jaringan yang dipakai adalah sebagai berikut : dimulai pada koneksi internet yang disediakan oleh penyedia layanan internet, kemudian melalui perangkat *modem*. Kemudian setelah melewati perangkat *modem* koneksi diteruskan melalui perangkat *router*, setelah melewati perangkat *router* koneksi jaringan akan melewati perangkat *switch* yang berfungsi sebagai pembagi koneksi jaringan yang akan membagi koneksi jaringan melalui perangkat *Wi-fi (Access Point)* dan melalui port *ethernet* yang dapat digunakan langsung oleh perangkat seperti PC, laptop dan sebagainya.

Konfigurasi yang digunakan pada tahap ini merupakan konfigurasi dasar yang telah dijelaskan sebelumnya, dimana alokasi *IP Address* yang digunakan tertuang dalam tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2 : Alokasi *IP Address* dan port yang digunakan

| Port Ethernet | Range IP Address | Digunakan untuk | Nama interface |
|---------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------|
| ETH1 | 192.168.1.1 | Koneksi ke modem | AMIKPB-INTERNET |
| ETH2 | 192.168.2.1-192.168.2.254 | <i>Wifi</i> dan <i>Ethernet</i> | AMIKPB-LAN |
| ETH3 | 192.168.3.1- 192.168.3.254 | Lab Komputer | AMIKPB-LAB |

NAT (Network Address Translation)

Menurut pendapat Rendra (2019), *NAT* adalah fungsi dari *firewall* yang berfungsi untuk melakukan perubahan *IP Address* pengirim data dari sebuah paket data. *NAT* umum dijalankan pada perangkat *router* yang menjadi batas antara jaringan lokal dan jaringan internet. Secara teknis, *NAT* ini akan mengubah paket data yang berasal dari komputer pengguna seolah-olah berasal dari *router*. Pada skenario penelitian ini, jenis *action* dari *NAT* yang akan dipakai adalah jenis *masquerade*, sehingga mengubah semua paket data yang berasal dari perangkat pengguna seolah olah berasal dari *router*. Ini akan menyebabkan *server-server* yang berada di internet tidak akan mengetahui bahwa sebenarnya yang mengakses layanan mereka adalah perangkat pengguna yang terhubung melalui *router*. *Masquerade* wajib dijalankan oleh *router gateway* untuk menyembunyikan *private IP Address* yang digunakan pada jaringan lokal, sehingga tidak dapat dilihat oleh jaringan internet. Jika *masquerade* tidak diaktifkan, maka perangkat pengguna tidak akan dapat mengakses layanan internet. Spesifikasi dari fitur *masquerade* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3 : Spesifikasi fitur *masquerade* yang digunakan

| Nama Interface | Range IP Address | Tipe chain |
|----------------|---------------------------|------------|
| AMIKPB-LAN | 192.168.2.1-192.168.2.254 | srcnat |
| AMIKPB-LAB | 192.168.3.1-192.168.2.254 | srcnat |

Mangle

Menurut Mikrotik (2005), *mangle* adalah sebuah fitur yang dapat menandai sebuah paket data. Paket data yang sudah diberi tanda dapat digunakan untuk mengatur lalu lintas data. Mangle pada mikrotik merupakan suatu cara untuk menandai paket data dan koneksi tertentu yang dapat diterapkan pada fitur mikrotik lainnya seperti *route*, pemisahan *bandwidth* pada *queue tree*, dan *NAT*. Tanda mangle yang ada pada router mikrotik hanya bisa digunakan pada router itu sendiri, Firmansyah (2015).

Mangle yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4 : Spesifikasi *mangle* yang digunakan

| Interface | Packet Mark/ Connection Mark | Comment | Action | Chain | Src-address /Port | Dst-Address/ Port |
|---------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|------------|----------------------|----------------------|
| - | - | - | Accept | prerouting | private_IPv4* | private_IPv4* |
| - | - | - | Accept | forward | private_IPv4* | private_IPv4* |
| | dns | “DNS Traffic” | mark- connection | forward | private_IPv4* | port 53 |
| AMIKPB- INTERNET | dns-down | | mark- packet | forward | - | - |
| AMIKPB- LAN | dns-up | | mark- packet | forward | - | - |
| AMIKPB- LAB | dns-up | - | mark- packet | forward | - | - |
| - | extensi | “Extension Layer 7” | mark- connection | forward | private_IPv4* | - |
| AMIKPB- INTERNET | extensi /extensi_down | - | - | forward | - | - |
| AMIKPB- LAN | extensi-up | | mark- packet | forward | - | - |
| AMIKPB- LAB | extensi-up | - | mark- packet | forward | - | - |
| - | heavy_traffic / browsing | “Browsing Traffic” | mark- connection | forward | private_IPv4* | - |
| AMIKPB- INTERNET | heavy_browsing_down | - | - | forward | - | - |
| AMIKPB- LAN | heavy_browsing -up | | mark- packet | forward | - | - |
| AMIKPB- LAB | heavy_browsing -up | - | mark- packet | forward | - | - |
| AMIKPB- INTERNET | small_browsing_down | - | - | forward | - | - |
| AMIKPB- LAN | small_browsing -up | | mark- packet | forward | - | - |
| AMIKPB- LAB | small_browsing -up | - | mark- packet | forward | - | - |

Keterangan : private_Ipv4 : 192.168.2.0/24 & 192.168.3.0/24

Berdasarkan tabel 4, *mangle* digunakan untuk menandai beberapa jenis *traffic* (alur data), diantaranya : dns, extensi dan browsing. Paket yang telah ditandai akan digunakan dalam fitur *queue tree*.

Queue Tree

Queue Tree adalah salah satu fitur yang ada didalam Mikrotik *RouterOS* (Mikrotik : 2005). Fitur *Queue Tree* banyak digunakan untuk manajemen bandwidth jaringan internet. Dibandingkan dengan *Simple Queue*, *queue tree* memiliki parameter konfigurasi yang lebih banyak, sehingga lebih cocok digunakan untuk mengatur lalu lintas internet secara dinamis. *Queue tree* digunakan bersamaan dengan *mangle* untuk menandai koneksi yang akan diatur. Walaupun metode *queue tree* memiliki kompleksitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *simple queue*, namun *queue tree* memiliki beberapa kelebihan diantaranya kita dapat mengatur koneksi untuk kebutuhan yang spesifik. Didalam penelitian ini, spesifikasi fitur *queue tree* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini :

Gambar 2 : Spesifikasi Queue Tree yang digunakan

| Name | Parent | Packet Marks | Limit At (p... | Max Limit ... | Avg. Rate | Queued Bytes | Bytes | Packets |
|---------------------|------------------|---------------------|----------------|---------------|-----------|--------------|-----------|------------|
| Global Traffic | global | | | | 45.6 kbps | 0 B | 12.8 GiB | 13 942 837 |
| Download | Global Traffic | | | 50M | 9.4 kbps | 0 B | 12.5 GiB | 10 914 303 |
| 3. Dns | Download | dns_down | 1M | 50M | 0 bps | 0 B | 0 B | 0 |
| 5. Download Traffic | Download | | | 50M | 9.4 kbps | 0 B | 12.5 GiB | 10 914 303 |
| 1. Small Browsing | 5. Download ... | small_browsing_down | 2M | 20M | 0 bps | 0 B | 957.6 MiB | 1 026 739 |
| 2. Heavy Browsing | 5. Download ... | heavy_browsing_down | | 50M | 9.4 kbps | 0 B | 11.5 GiB | 9 887 564 |
| 4. Extensi | 5. Download ... | extensi_down | | 50M | 0 bps | 0 B | 0 B | 0 |
| Upload | Global Traffic | | | 50M | 36.1 kbps | 0 B | 337.9 MiB | 3 028 534 |
| 3. dns | Upload | dns_up | 1M | 50M | 0 bps | 0 B | 0 B | 0 |
| 5. Upload Traffic | Upload | | | 50M | 36.1 kbps | 0 B | 337.9 MiB | 3 028 534 |
| 1. small browsing | 5. Upload Tra... | small_browsing_up | 2M | 20M | 36.1 kbps | 0 B | 214.9 MiB | 2 449 203 |
| 2. heavy browsing | 5. Upload Tra... | heavy_browsing_up | | 50M | 0 bps | 0 B | 123.0 MiB | 579 331 |
| 4. extensi | 5. Upload Tra... | extensi_up | | 50M | 0 bps | 0 B | 0 B | 0 |

Berdasarkan gambar 2, kecepatan maksimal internet yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebesar 50 Mbps (*Megabit per second*). Kemudian, pengaturan *queue tree* ini dilakukan untuk memisahkan traffic *upload* dan *download*. Pada masing masing traffic *upload* dan *download* memiliki beberapa kategori *traffic* yang telah di tandai melalui konfigurasi *mangle* yang sudah dilakukan sebelumnya., yaitu :

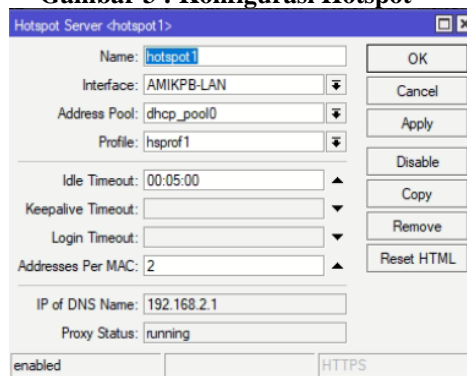
- Dns dengan kecepatan maksimal sebesar 50 Mbps (*download*) dan 50 Mbps (*upload*)
- Small browsing dengan kecepatan maksimal 20 Mbps (*download*) dan 20 Mbps (*upload*)
- Heavy browsing dengan kecepatan maksimal 50 Mbps (*download*) dan 50 Mbps (*upload*)
- Extensi dengan kecepatan maksimal 50 Mbps (*download*) dan 50 Mbps (*upload*).

Hotspot

Hotspot adalah sebuah fitur dalam *Mikrotik RouterOS*. Menurut Iwan Sofana (2008), hotspot atau area hotspot adalah tempat khusus yang disediakan untuk mengakses internet menggunakan perangkat Wi-Fi. Biasanya, layanan *hotspot* disediakan secara gratis. Dengan menggunakan laptop atau smartpone, pengguna dapat terhubung ke internet tanpa biaya. Namun, sebelum dapat menggunakan layanan ini, pengguna biasanya harus mendaftar ke penyedia layanan hotspot untuk mendapatkan login dan kata sandi. Setelah itu, pengguna dapat mencari area hotspot di tempat-tempat seperti pusat perbelanjaan, kafe, hotel, kampus, sekolah, bandara, dan tempat umum lainnya. Proses otentikasi dilakukan saat browser diaktifkan. Untuk membuat hotspot, diperlukan alat seperti *access point (AP)*. *Access point* ini dapat dianalogikan dengan hub dan repeater pada jaringan kabel (*wired LAN*). *Access point* bertugas menerima dan meneruskan sinyal dari berbagai perangkat Wi-Fi, menghubungkan jaringan nirkabel dengan jaringan kabel, serta memperluas jangkauan jaringan WLAN.

Konfigurasi *hotspot* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini :

Gambar 3 : Konfigurasi Hotspot



Berdasarkan gambar 3, konfigurasi *hotspot* yang diterapkan pada Kampus AMIK Polibisnis Perdagangan memiliki detail sebagai berikut :

- Nama : hotspot1
- Interface : AMIKPB-LAN
- Address pool : dhcp_pool0
- Profile : hsprof1

Kemudian, layanan *hotspot* yang diterapkan memiliki 2 jenis profil pengguna yang dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5 : Profil Hotspot User pada kampus AMIK Polibisnis Perdagangan

| Profil | Fitur |
|--------|--|
| Dosen | <ul style="list-style-type: none"> • Jumlah perangkat maksimal : 4 perangkat • Waktu tunggu nonaktif : 2 menit |

| | |
|-----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Waktu <i>refresh</i> status koneksi : 1 menit • Masa berlaku koneksi : 3 hari |
| Mahasiswa | <ul style="list-style-type: none"> • Jumlah perangkat maksimal : 2 perangkat • Waktu tunggu nonaktif : 1 menit • Waktu <i>refresh</i> status koneksi : 1 menit |

Tampilan untuk mengakses layanan *hotspot* dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini :

Gambar 4 : Tampilan login layanan hotspot



Tampilan ketika berhasil masuk ke layanan *hotspot* dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini :

Gambar 5 : Tampilan hasil login layanan hotspot



Uji Kualitas Koneksi

Hasil dari penelitian ini adalah pengujian koneksi jaringan yang telah di konfigurasi sebelumnya, pengujian koneksi jaringan melibatkan beberapa parameter *Quality of Service*, diantaranya : *Throughput*, *Delay*, *Packet Loss* dan *Jitter*. Indeks dari *Quality of Services* dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini :

Tabel 6 : Indeks Quality of Service

| Nilai | Persentase | Indeks |
|----------|--------------|--------------|
| 3.8 – 4 | 100 % | Sangat bagus |
| 3 – 3.79 | 75 – 94.75 % | Bagus |
| 2 – 2.99 | 50 – 74.75 % | Sedang |
| 1 – 1.99 | 25 – 49.75 % | Jelek |

a. Throughput

Throughput adalah *bandwidth* aktual yang diukur pada waktu tertentu pada saat proses transfer data, secara teknis *throughput* berbeda dengan *bandwidth* walaupun pada dasarnya memiliki nilai unit yang sama yakni *bps* (*bytes per second*). Namun, *throughput* juga mewakili *bandwidth* sebenarnya pada suatu waktu dan pada kondisi tertentu saat digunakan untuk melakukan transmisi data dengan ukuran tertentu. Indeks *throughput* dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini :

Tabel 7 : Indeks Throughput

| Kategori indeks | Throughput | Indeks |
|-----------------|------------|--------|
| Sangat Bagus | 76 – 100 % | 4 |
| Bagus | 51 – 75 % | 3 |
| Sedang | 26 – 50 % | 2 |
| Jelek | 0 - 25 % | 1 |

Rumus perhitungan *Throughput* yang digunakan disajikan dengan persamaan berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket Data Diterima}}{\text{Lama pengamatan}} \times 100\%$$

b. Packet Loss

Packet Loss adalah parameter yang digunakan untuk menggambarkan situasi yang mewakili jumlah total paket data yang hilang, bisa dikarenakan oleh *collision* (tabrakan) atau *congestion* (kemacetan) alur transmisi data di jaringan. Indeks *packet loss* disajikan pada tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8 : Indeks Packet Loss

| Kategori indeks | Besaran <i>Packet Loss</i> | Indeks |
|-----------------|----------------------------|--------|
| Sangat Bagus | 0 % | 4 |
| Bagus | 3 % | 3 |
| Sedang | 15 % | 2 |
| Jelek | 25 % | 1 |

Rumus perhitungan *packet Loss* yang digunakan disajikan dengan persamaan berikut :

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket data dikirim} - \text{Paket Data Diterima}}{\text{Paket data dikirim}} \times 100\%$$

c. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses transmisi data dari satu komputer ke komputer yang lainnya. Keterlambatan proses transmisi data di jaringan komputer dapat disebabkan oleh antrian yang panjang atau penggunaan rute lain untuk menghindari kemacetan rute. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kemacetan dan waktu pemrosesan data. Indeks *delay* disajikan pada tabel 9 sebagai berikut :

Tabel 9 : Indeks delay

| Kategori indeks | <i>Delay</i> | Indeks |
|-----------------|--------------|--------|
| Sangat Bagus | < 150 ms | 4 |
| Bagus | 150 – 300 ms | 3 |
| Sedang | 300 – 450 ms | 2 |
| Jelek | > 450 ms | 1 |

Rumus perhitungan *delay* yang digunakan disajikan dengan persamaan berikut :

$$\text{Rata rata delay} = \frac{\text{Jumlah delay}}{\text{Jumlah Paket diterima}}$$

d. Jitter

Jitter adalah nilai variasi atau perubahan penundaan (*delay*) atau perbedaan antara *delay* yang pertama dengan *delay* yang selanjutnya. Jika perbedaan nilai terjadi sangat mencolok, maka akan mempengaruhi kualitas data yang dikirimkan. *Jitter* merupakan parameter yang sangat penting dalam *QoS* terutama untuk kebutuhan yang bersifat *realtime*. Indeks nilai *jitter* disajikan dalam tabel 10 sebagai berikut :

Tabel 10 : Indeks Jitter

| Kategori indeks | Besaran <i>Jitter</i> | Indeks |
|-----------------|-----------------------|--------|
| Sangat Bagus | 0 ms | 4 |
| Bagus | 0 – 75 ms | 3 |
| Sedang | 76 – 125 ms | 2 |
| Jelek | 125 – 255 ms | 1 |

Rumus perhitungan *jitter* yang digunakan disajikan dengan persamaan berikut :

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total Paket diterima}}$$

Hasil pengujian performa *QoS* secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 11 dan tabel 12 berikut ini :

Tabel 11 : Hasil pengujian performa jaringan dengan 5 client

| No. | <i>Throughput</i> (%) | <i>Delay</i> (ms) | <i>Packet loss</i> (%) | <i>Jitter</i> (ms) |
|-----|-----------------------|-------------------|------------------------|--------------------|
| 1 | 31,50 | 0,0024 | 5.1 | 0,0024 |
| 2 | 31,50 | 0,0024 | 5.1 | 0,0024 |
| 3 | 31,50 | 0,0024 | 5.1 | 0,0024 |
| 4 | 34,50 | 0,0024 | 6.1 | 0,0024 |
| 5 | 32,50 | 0,0027 | 5.1 | 0,0023 |
| 6 | 31,50 | 0,0025 | 3.1 | 0,0024 |
| 7 | 33,80 | 0,0023 | 3.1 | 0,0024 |
| 8 | 31,50 | 0,0024 | 6.1 | 0,0024 |
| 9 | 31,80 | 0,0024 | 5.1 | 0,0024 |

| | | | | |
|----|-------|--------|-----|--------|
| 10 | 30,50 | 0,0027 | 7.1 | 0,0026 |
|----|-------|--------|-----|--------|

Tabel 12 : Hasil pengujian performa jaringan dengan 10 client

| No. | Throughput (%) | Delay (ms) | Packet loss (%) | Jitter (ms) |
|-----|----------------|------------|-----------------|-------------|
| 1 | 16,25 | 0,0044 | 5.1 | 0,0049 |
| 2 | 16,25 | 0,0044 | 5.1 | 0,0052 |
| 3 | 16,25 | 0,0048 | 5.1 | 0,0053 |
| 4 | 14,25 | 0,0047 | 6.1 | 0,0051 |
| 5 | 14,80 | 0,0046 | 5.1 | 0,0050 |
| 6 | 16,10 | 0,0044 | 3.1 | 0,0052 |
| 7 | 13,80 | 0,0048 | 3.1 | 0,0049 |
| 8 | 13,60 | 0,0047 | 6.1 | 0,0049 |
| 9 | 14,25 | 0,0044 | 5.1 | 0,0049 |
| 10 | 14,25 | 0,0048 | 7.1 | 0,0049 |

Sedangkan data indeks hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 11 dan tabel 12 berikut :

Tabel 13 : Indeks hasil pengujian dengan 5 client

| Hasil total | Nilai rata rata | Kategori Indeks |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| Throughput (%) | 32,06 | Sedang |
| Delay (ms) | 0,00246 | Sangat bagus |
| Packet loss (%) | 5,01 | Sedang |
| Jitter(ms) | 0,00241 | Bagus |

Tabel 14 : Indeks hasil pengujian dengan 10 client

| Hasil total | Nilai rata rata | Kategori Indeks |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| Throughput (%) | 14,98 | Jelek |
| Delay (ms) | 0,0046 | Sangat bagus |
| Packet loss (%) | 5,01 | Sedang |
| Jitter(ms) | 0,00503 | Bagus |

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, performa jaringan internet pada kampus AMIK Polibisnis Perdagangan bisa disimpulkan cukup baik, namun tidak bagus jika digunakan secara bersamaan dengan jumlah total perangkat melebihi 10 perangkat. Maka, saran perbaikan selanjutnya adalah dengan meningkatkan *bandwidth* total jaringan internet pada kampus AMIK Polibisnis Perdagangan hingga mencapai 200 *Mbps*. Penelitian selanjutnya juga dapat memfokuskan pada peningkatan konfigurasi perangkat router *Mikrotik* seperti dengan menambahkan metode *load balancing* agar dapat mengakomodir *bandwidth* yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Putra, I. B. A. E. M., Adnyana, M. S. I. D., & Jasa, L. (2021). Analisis Quality of Service Pada Jaringan Komputer. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(1), 95-102. <https://doi.org/10.24843/MITE.2021.v20i01.P11>
- Daru, A. F., Christanto, F. W., & Kurniawan, A. (2021). Metode PCQ dan Queue Tree untuk Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 407-412. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.3026>
- Simpony, B. K. (2021). Simple Queue Untuk Manajemen User dan Bandwidth di Jaringan Hotspot Menggunakan Mikrotik. *Jurnal Informatika*, 8(1), 87-92. <https://doi.org/10.31294/ji.v8i1.9385>
- Rasim, R., Mugiarsa, M., & Warta, J. (2022). Implementasi Metode Queue Tree Untuk Manajemen Bandwidth Berbasis Hotspot (Studi Kasus: Onesnet Bekasi). *JSI (Jurnal Sistem Informasi) Universitas Suryadarma*, 9(1), 151-160. <https://doi.org/10.35968/Jsi.V9i1.851>
- Budiman, A., Sucipto, A., & Dian, A. R. (2021). Analisis Quality Of Service Routing MPLS OSPF Terhadap Gangguan Link Failure. *Techno.Com*, 20(1), 28-37. <https://doi.org/10.33633/Tc.V20i1.4038>
- Putra, Y. S., Indriastuti, M. T., & Mukti, F. S. (2020). Optimalisasi Nilai Throughput Jaringan Laboratorium Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Studi Kasus: Stmik Asia Malang). *Network Engineering Research Operation*, 5(2), 83-90. <http://dx.doi.org/10.21107/nero.v6i1.198>
- Prihantoro, C., Hidayah, A. K., & Fernandez, S. (2021). Analisis Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Jaringan Internet Universitas Muhammadiyah Bengkulu. *Just TI (Jurnal Sains Terap. Teknol. Informasi)*, 13(2), 81. <https://doi.org/10.31603/binr.5447>

- Tampubolon, D. S., Aprilyani, H., & Pulungan, R. W. (2022). Perancangan Jaringan dan Manajemen Bandwidth User dengan Mikrotik di Dinas Kominfo Provinsi Sumatera Utara. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (CoSIE)*, 26-37. <https://doi.org/10.55537/cosie.v1i1.28>
- Sadino, S. K., Saedudin, R. R., & Hedyanto, U. Y. K. S. (2021). Analisis Simulasi Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Simple Queue Untuk Meningkatkan Kualitas Jaringan. *eProceedings of Engineering*, 8(5). <https://doi.org/10.51211/itbi.v6i1.1698>
- Pratama, R., Irawan, J. D., & Orisa, M. (2022). Analisis Quality Of Service Sistem Manajemen Bandwidth Pada Jaringan Laboratorium Teknik Informatika Itn Malang. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), 196-204. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4557>
- Maulana, A. R., Walidainy, H., Irhamsyah, M., Fathurrahman, F., & Bintang, A. (2021). Analisis Quality of Service (Qos) Jaringan Internet pada Website E-Learning Univiersitas Syiah Kuala Berbasis Wireshark. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 6(2). <https://doi.org/10.24815/kitektro.v6i2.22284>
- Hafiz, A., & Sulasminarti. (2020). Manajemen Bandwidth Dengan Mikrotik Menggunakan Metode Queue Tree Pada Kantor Pekon Sidoharjo kecamatan Pringsewu. *Jurnal Informatika Software Dan Network*, 01(01), 33–40.
- Rendra Towidjojo (2019) Mikrotik Kung Fu : Kitab 1 (Edisi 2019). Jasakom.
- Mikrotik(2021). *RB1100AHx4 Series Datasheet*. Mikrotik.com(diakses pada Agustus 2024).