

ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA PROTOKOL VPN PPTP MIKROTIK DENGAN VPN PPTP PFSense MENGGUNAKAN

QOS (QUALITY OF SERVICE)

Bosar Panjaitan S.Si, M.Kom¹, Subroto²

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik

¹⁾ Dosen Fakultas Teknik, ²⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik

Universitas Satya Negara Indonesia

Email: bosarpjtn@gmail.com, Boyz.soebrozo@yahoo.co.id

ABSTRAK

Seiring semakin pesatnya perkembangan teknologi jaringan komputer saat ini khususnya di bidang internet, menyebabkan semakin bebasnya setiap orang untuk saling berkomunikasi atau bertukar informasi di dunia internet. Terciptalah jaringan VPN yang merupakan singkatan dari *Virtual Private Network* yang artinya membuat jaringan private secara virtual di atas jaringan public (umum) seperti internet. Perusahaan juga ingin memberikan hak akses kepada pegawai khusus sebagai fasilitas yang efektif dan efisien agar dapat terhubung ke jaringan lokal milik perusahaan tersebut di manapun mereka berada. Perusahaan tersebut perlu suatu jaringan lokal yang jangkauannya luas, tidak bisa di akses oleh sembarang orang, tetapi hanya orang yang memiliki hak akses saja yang dapat terhubung ke jaringan lokal tersebut sehingga keamanan perusahaan dapat terjaga.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja VPN menggunakan *Point to Point Tunnel Protocol* (PPTP) VPN di Mikrotik dengan *Point to Point Tunnel Protocol* (PPTP) VPN di Pfsense ketika melakukan transfer data. Pada penelitian ini menganalisa kinerja VPN berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS), fokusnya *delay* dan *throughput*. Berdasarkan hasil penelitian bahwa jumlah *client* serta *file* data yang di akses tidak terlalu mempengaruhi *delay* dan *throughput* pada PPTP VPN di Mikrotik dan PPTP VPN di Pfsense, tidak ada perbedaan yang secara signifikan secara besar.

Kata Kunci : Internet, *Virtual Private Network* (VPN), *Point to Point Tunnel Protocol* (PPTP), Mikrotik, Pfsense, *Quality of Service* (QoS), *Delay*, *Throughput*.

ABSTRACT

As the development of computer network technology today, especially in the Internet, causing of every person to communicate with each other or exchange information in the internet world so easy. Created VPN network which stands for Virtual Private Network which means to create a virtual private network on the public network (public) such as internet.

Companies also want to grant access to specialized employees as an effective and efficient facility in order to connect to the company's local network wherever they are. The company needs a wide-ranging local network, not accessible to just anyone, but only people with access rights that can connect to the local network so that the security of the company can be maintained.

The purpose of this research is to know the performance of VPN using Point to Point Tunnel Protocol (PPTP) VPN in Mikrotik with Point to Point Tunnel Protocol (PPTP) VPN in Pfsense when doing data transfer. In this study manganalisa VPN performance based on Quality of Service (QoS) parameters, the focus is delay and throughput.

Based on the results of research that the number of clients and data files in the access does not affected to delay and throughput on PPTP VPN in Mikrotik and PPTP VPN in Pfsense, there is no difference that significant.

Keywords: Internet, Virtual Private Network (VPN), Point to Point Tunnel Protocol (PPTP), Mikrotik, Pfsense, Quality of Service (QoS), Delay, Throughput.

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi informasi, sekarang ini internet merupakan sebuah jaringan global dan terbuka, dimana setiap pengguna dapat mengaksesnya secara bebas. Dan dengan maraknya penggunaan Internet, banyak perusahaan-perusahaan beralih mengandalkan teknologi internet untuk membantu kemudahan para pegawai untuk saling berkomunikasi dan bertukar informasi dimanapun mereka berada bahkan banyak perusahaan berkembang dan mendirikan kantor-kantor cabang yang letaknya berjauhan dari lokasi yang berbeda maka dibutuhkan pula suatu jenis komunikasi yang terpusat dengan tujuan untuk mempermudah pertukaran data antar cabang untuk menghemat biaya. Karena saat ini jaringan komputer sangatlah penting untuk menunjang suatu kinerja maupun komunikasi khususnya di perusahaan.

Oleh karena itu dibutuhkan suatu sarana yang dapat mendukung hal tersebut. Salah satunya adalah koneksi *internet* yang cepat dan stabil. Namun permasalahan yang sering timbul adalah faktor keamanan yang saat ini menjadi hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Maka dibutuhkan suatu cara agar dapat memperoleh suatu informasi data, tukar menukar data, dilakukan dengan aman dan stabil. Oleh karena itu lah VPN diciptakan untuk menyelesaikan permasalahan karena didalam VPN terdapat perpaduan teknologi *tunneling* dan *enkripsi* yang membuat VPN menjadi teknologi yang handal untuk mengatasi permasalahan keamanan didalam jaringan.

VPN merupakan perkembangan teknologi yang digunakan untuk mengirim data antar perusahaan atau kantor di jaringan publik melalui terowongan *virtual* atau sering disebut *tunneling*. Dengan kata lain VPN mampu membuat suatu jaringan *private* didalam jaringan publik. VPN merupakan teknologi yang banyak digunakan perusahaan besar khususnya pada dunia perbankan. Sebelum berlanjut ke implementasi pada perusahaan tersebut. Oleh karena itu pada penelitian ini lebih dulu menganalisis permasalahan berdasarkan protokol penerapannya untuk membandingkan kinerja protokol sesuai kebutuhan perusahaan.

LANDASAN TEORI

1.1 Jaringan Komputer

Kata “jaringan komputer” mungkin sudah tidak asing lagi bagi telinga kita, mengingat hampir setiap hari kita melibatkan jaringan komputer dalam pekerjaan kita.

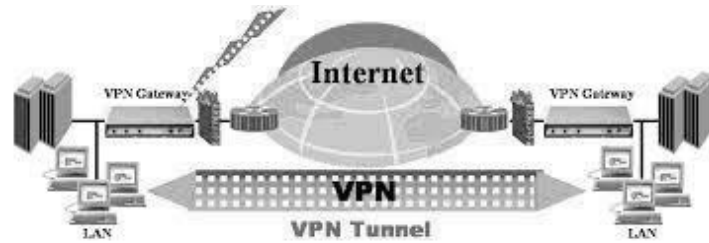
Jaringan komputer adalah dua atau lebih komputer yang terhubung dan dapat membagi data, aplikasi, peralatan komputer, dan koneksi internet atau beberapa kombinasi itu (Todd, 2012:2).

Sedangkan menurut *Website Resmi MikroTik Indonesia* (*MikroTik Indonesia*, 2014) dalam artikel yang berjudul Dasar Jaringan mengatakan bahwa “Jaringan Komputer adalah koneksi antara dua *device* atau lebih, yang terhubung secara fisik maupun secara logika sehingga bisa saling bertukar informasi.”

2.2 VPN

Menurut informasi yang terdapat di *website resmi MikroTik* (*Wiki MikroTik*, 2014) menjelaskan bahwa “VPN dalah sebuah jaringan komputer dimana koneksi antar perangkatnya (*node*) memanfaatkan jaringan *public* sehingga yang diperlukan hanyalah koneksi internet di masing-masing *site*. Ketika mengimplementasikan VPN, interkoneksi antar *node* akan memiliki jalur *virtual* khusus di atas jaringan *public* yang sifatnya independen. Metode ini biasanya digunakan untuk membuat komunikasi yang bersifat *secure*”.

Dengan menggunakan VPN seseorang akan merasa lebih aman dengan jalur lalu lintas data yang dilaluinya, karena dengan VPN hanya orang-orang tertentu saja yang dapat mengaksesnya. VPN biasanya digunakan untuk hal-hal yang bersifat rahasia seperti data tentang sebuah perusahaan, data - data user dan lain sebagainya.



Gambar 2. 1. VPN Tunnel

VPN adalah jalur lalu lintas jaringan yang bersifat private, Berikut adalah fungsi dari jaringan VPN (Virtual Privat Network):

- A. Kerahasiaan (*Confidentially*).
- B. Keutuhan data (*Data Integrity*).
- C. Autentikasi sumber (*Origin Authentication*).

2.3 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) didefinisikan sebagai suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda. QoS merupakan suatu tantangan yang besar dalam jaringan berbasis IP dan internet secara keseluruhan. Tujuan dari QoS adalah untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan layanan yang berbeda, yang menggunakan infrastruktur yang sama. QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut-atribut layanan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Kinerja jaringan komputer dapat bervariasi akibat beberapa masalah, seperti halnya masalah bandwidth, latency dan jitter, yang dapat membuat efek yang cukup besar bagi banyak aplikasi. Sebagai contoh, komunikasi suara (seperti VoIP atau IP Telephony) serta video streaming dapat membuat pengguna frustrasi ketika paket data aplikasi tersebut dialirkan di atas jaringan dengan bandwidth yang tidak cukup, dengan latency yang tidak dapat diprediksi, atau jitter yang berlebihan. Fitur Quality of Service (QoS) ini dapat menjadikan bandwidth, latency, dan jitter dapat diprediksi dan dicocokkan dengan kebutuhan aplikasi yang digunakan di dalam jaringan tersebut yang ada.

Melalui QoS, seorang network administrator dapat memberikan prioritas trafik tertentu. Suatu jaringan, mungkin saja terdiri dari satu atau beberapa teknologi data link layer yang mampu diimplementasikan QoS, misalnya; Frame Relay, Ethernet, Token Ring, Point-to-Point Protocol (PPP), HDLC, X.25, ATM, SONET. Setiap teknologi mempunyai karakteristik yang berbeda-beda yang harus di pertimbangkan ketika mengimplementasikan QoS. QoS dapat diimplementasikan pada situasi congestion management atau congestion avoidance. Teknik-teknik congestion management digunakan untuk mengatur dan memberikan prioritas trafik pada jaringan di mana aplikasi meminta lebih banyak lagi bandwidth daripada yang mampu disediakan oleh jaringan. Dengan menerapkan prioritas pada berbagai kelas dari trafik, teknik congestion management akan mengoptimalkan aplikasi bisnis yang kritis atau delay sensitive untuk dapat beroperasi sebagai mana mestinya pada lingkungan jaringan yang memiliki kongesti. Adapun teknik collision avoidance akan membuat mekanisme teknologi tersebut menghindari situasi kongesti. Melalui implementasi QoS di jaringan ini, network administrator akan memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk mengontrol aliran dan kejadian-kejadian yang ada di trafik pada jaringan beda.

2.3.1 Fungsi QOS

Ada beberapa alasan mengapa kita memerlukan QoS, yaitu :

- a) Untuk memberikan prioritas untuk aplikasi-aplikasi yang kritis pada jaringan.
- b) Untuk memaksimalkan penggunaan investasi jaringan yang sudah ada.
- c) Untuk meningkatkan performansi untuk aplikasi-aplikasi yang sensitif terhadap *delay*, seperti Voice dan Video.
- d) Untuk merespon terhadap adanya perubahan-perubahan pada aliran trafik di jaringan.

Saat ini di kebanyakan jaringan di perkantoran tidak begitu memperhatikan QoS. Namun, dengan berkembangnya aplikasi-aplikasi, misalnya mulicast, streaming multimedia, dan Voice over IP (VoIP) kebutuhan akan QoS akan semakin terasa. Terlebih lagi aplikasi-aplikasi tersebut terhadap jitter dan *delay* dan performansi yang buruk akan sangat terasa pada end user. Dalam hal ini seorang network administrator dapat melakukan tindakan manajemen proaktif untuk aplikasi-aplikasi sensitif yang baru dengan mengaplikasikan teknik-teknik QoS pada jaringan.

Penting untuk diketahui, bahwa QoS bukanlah solusi yang ajaib untuk setiap masalah kongesti, karena dapat saja solusi terbaik untuk mengatasi *congested network* memang adalah melakukan *upgrade* pada *bandwidth*.

2.3.2 Parameter-parameter QoS (Quality of Service)

Parameter *Quality of Service* terdiri dari :

1) *Throughput*

Throughput yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (bit per *second*). *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. Kategori *Throughput* diperlihatkan di Tabel I.

Tabel 1. Kategori *Throughput*

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i> (bps)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	< 25	1

sumber : Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)

Persamaan perhitungan *Throughput*

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}}$$

2) *Packet Loss*

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan. Indeks dan kategori *packet loss* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori *Packet Loss*

Kategori Degradasi	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Jelek	25	1

sumber : Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)

Persamaan perhitungan *Packet Loss* :

$$Packet\ loss = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima})}{\text{Lama Pengamatan}} \times 100\%$$

3) Delay (Latency)

Delay (Latency) merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, congesti atau juga waktu proses yang lama. Pada Tabel 3 diperlihatkan kategori dari *delay* dan besar *delay*.

Tabel 3. Kategori Delay

Kategori Latensi	Besar Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 ms s/d 300 ms	3
Sedang	300 ms s/d 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

sumber : Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)

Persamaan perhitungan *Delay* (Latency) :

$$\text{Rata Rata Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket Yang DiTerima}}$$

4) Jitter atau Variasi Kedatangan Paket

Jitter diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhir perjalanan jitter. *Jitter* lazimnya disebut variasi *delay*, berhubungan erat dengan latency, yang menunjukkan banyaknya variasi *delay* pada transmisi data di jaringan yang diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori Jitter

Kategori Jitter	Jitter(ms)	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms s/d 75 ms	3
Sedang	75 ms s/d 125 ms	2
Jelek	125 ms s/d 225 ms	1

sumber : Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)

Persamaan perhitungan Jitter :

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

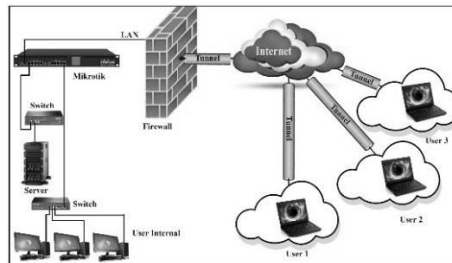
Total Variasi Delay = Delay -(rata-rata delay)

METODOLOGI PENELITIAN

Penulis melakukan pendekatan pengembangan sistem dengan menggunakan metode *Network Development Life Cycle* (NDLC) untuk mengimplementasikan konsep VPN beserta penerapan QoS.

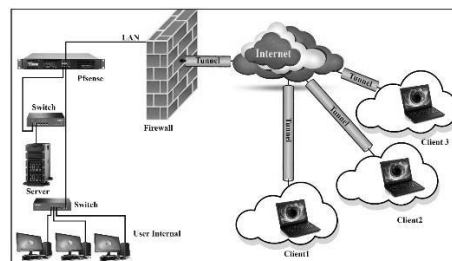
NDLC mempunyai beberapa alur kerja dalam mengembangkan suatu sistem jaringan. Tahapan penelitian yang dilakukan penulis adalah melakukan analisa perbandingan (mengidentifikasi sistem yang sesuai kebutuhan), desain (membuat gambar desain topologi jaringan interkoneksi yang telah dibangun), simulasi prototipe (mensimulasikan kinerja VPN melalui aplikasi *Packet Tracer* untuk memiliki adanya gambaran tentang implementasi yang akan dibuat nantinya), implementasi (menerapkan semua yang telah direncanakan dan dirancang sebelumnya), *monitoring* (memonitor lalu lintas data yang digunakan pada *interface* VPN beserta pengaruhnya terhadap *host* lain ketika terhubung dalam satu jaringan, jika ditemukan kendala pada sistem dalam tahapan *monitoring* ini maka kembali akan dilakukan tahap analisis untuk mengetahui permasalahan yang terjadi), Uji Coba (melakukan uji coba jaringan VPN yang telah dibuat sebelumnya, baik uji coba pada protokol PPTP Mikrotik maupun PPTP Pfsense, ketika semua berjalan dengan baik maka akan dilanjutkan pada tahap selanjutnya, jika terjadi kendala maka akan kembali pada tahap analisis demi memecahkan permasalahan yang ada) dan manajemen (membuat dan mengatur agar sistem yang telah dibangun dan berjalan dengan baik dapat berlangsung lama dan unsur *reliability* terjaga).

Untuk melihat protokol mana yang lebih unggul dari segi delay dan *throughput* yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan, penulis menggunakan topologi dengan menggunakan PPTP Mikrotik dan topologi dengan menggunakan PPTP Pfsense.



Gambar 3. 1. Topologi dengan menggunakan PPTP Mikrotik

Penulis menggunakan IP 10.20.20.5 sampai dengan 10.10.10.30 untuk digunakan pada sisi *client* PPTP yang terkoneksi dengan VPN, ketika VPN terbentuk IP maka secara otomatis *client* yang terkoneksi menggunakan IP 10.10.10.5 sampai dengan 10.10.10.30, hal ini sudah terdapat pada konfigurasi PPTP di sisi mikrotik.



Gambar 1. Topologi dengan menggunakan PPTP Pfsense

Untuk IP pada Pfsense penulis menggunakan 20.40.40.5 sampai dengan 20.40.40.30. Secara umum topologi baik PPTP Mikrotik maupun PPTP Pfsense tidak memiliki perbedaan secara fisik,.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

1.2 Implementasi Qos (*QualityofService*) pada Mikrotik dan Pfsense

Menganalisa kinerja VPN PPTP di Pfsense berdasarkan delay dan troughput

Dalam pengujian digunakan satu hingga empat *client* untuk mengupload dan mendownload data dari *server*. Pengujian ini dilakukan dalam beberapa cara ketika PPTP VPN dijalankan untuk mengetahui *delay* dan *throughput*, dengan ukuran masing-masing file (DOC=323 KB), file (RAR=2,83 MB), file (VIDEO=5,48 MB), file dan file (EXE=11,8 MB) diantaranya:

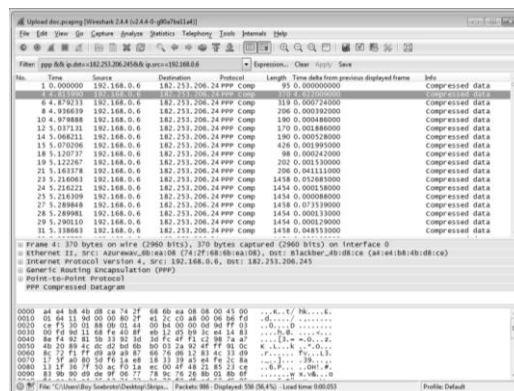
1. Satu *client* mengupload dan mendownload satu data dari *server*
2. Dua *client* secara bersamaan mengupload dan mendownload satu data yang berbeda dari *server*
3. Tiga *client* mengupload dan mendownload satu data dari *server* secara bersamaan
4. Empat *client* mengupload dan mendownload secara bersamaan dimana 2 *client* saling sama data saat mengupload dan mendownload nya
5. Empat *client* mengupload dan mendownload secara bersamaan 3 *client* file yang sama dan 1 *client* berbeda
6. Empat *client* mengupload dan mendownload secara bersamaan dengan masing-masing berbeda file saat bertransaksi data.

Aplikasi yang digunakan untuk meng-capture proses pengiriman data tersebut adalah *Wireshark*. Dari sekian ratus ribu *capture* informasi paket, hanya digunakan rata-rata dari sepuluh informasi paket yang diambil acak untuk mendapatkan *delay* dan *throughput* pengujian tersebut.

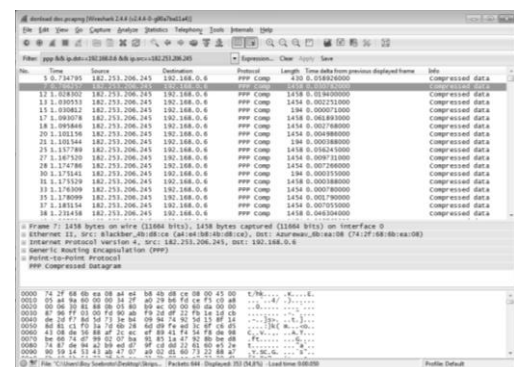
1.3 Pengujian

Prosedur pengujian akan menjelaskan konektivitas VPN, yang dilakukan pada jaringan *internet* menggunakan *provider* Bisnet dengan kecepatan *download* 10 Mbps dan *upload* 2.60 Mbps. Pengujian performa meliputi *Delay* dan *throughput*.

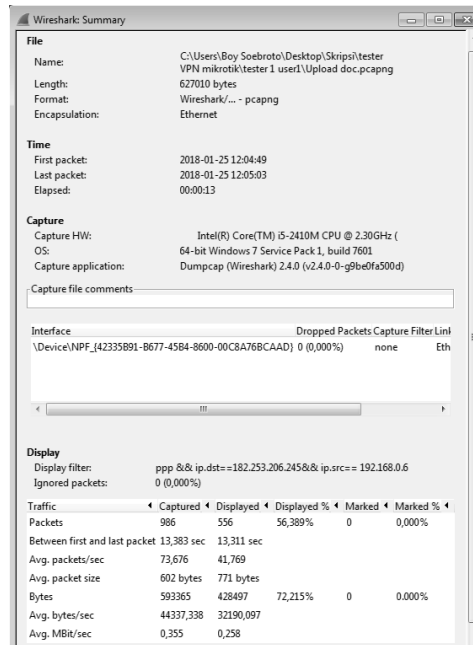
Contoh perhitungan pada file DOC Upload sebagai berikut:



Gambar 4. 1. Tampilan hasil capture pada aplikasi Wireshark saat upload



Gambar 4. 2. Tampilan hasil capture pada aplikasi Wireshark saat download



Gambar 4. 3. Hasil Delay Upload Capture Summary

Contoh perhitungan pada file DOC Upload sebagai berikut:

1) Delay (Latency)

Persamaan perhitungan Delay (Latency) :

$$\text{Delay} = \text{waktu berikutnya} - \text{waktu awal}$$

$$= 4,815990 \text{ sec} - 0,000000 = 4,815990 \text{ sec}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket yang di terima}}$$

$$= \frac{13,311 \text{ sec}}{556 \text{ packet}} = 0,0239406475 \text{ (0,024) sec}$$

2) Throughput

Persamaan perhitungan Throughput

$$\text{Troughput} = \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} = \frac{428497 \text{ Bytes}}{13,311 \text{ sec}}$$

$$= 32,191 \text{ bytes/s} = 32191 \text{ ms}$$

$$\text{Rata-rata} = 0,258 \text{ Mbit/s}$$

1.3.1 Pengujian Pada mikrotik

1. Delay

- A. Dalam pengujian pertama dilakukan satu *client* 4 kali mengupload dan mendownload satu data dari *server*. Setiap kalinya mengupload dan mendownload data yang berbeda-beda, diantaranya Doc, RAR, Video, dan EXE. Hasilnya menunjukkan data upload DOC memiliki *delay* terbesar yaitu 0,024 *sec* sedangkan *download*nya yang terbesar yaitu file DOC yaitu 0,035 *sec*.
- B. Hampir sama dengan pengujian pertama, kelebihan pengujian kedua dilakukan menggunakan dua *client*. dimana kedua *client* tersebut secara bersamaan mengupload dan mendownload data yang berbeda dari *server*. Hasil yang didapat dari pengujian ini yang tertinggi adalah *delay* pada upload data DOC&RAR yaitu 0,018 *sec* dan *delay* pada download adalah yang tertinggi pada file VIDEO&RAR dan EXE&DOC bernilai rata-rata yang sama yaitu 0,015 *sec*.

- C. Sedangkan pada pengujian ketiga dilakukan dengan tiga *client* yang mendownload data yang sama dari *server* dalam waktu yang bersamaan. Hasil yang didapat dari pengujian ini yang tertinggi adalah *delay* pada upload dan download file DOC yaitu 0,027 sec dan *delay* pada download yaitu 0,074 sec.
- D. Pengujian selanjutnya dengan keempat *client* tersebut secara bersamaan mengupload dan mendownload data dua *client* saling sama dan 2 *client* lagi berbeda dari *client* 1 dan 2 berbeda dari *server*. Hasil yang didapat dari pengujian ini yang tertinggi adalah *delay* pada upload data EXE, EXE, DOC, DOC yaitu 0,022 sec dan *delay* pada download adalah yang tertinggi pada file DOC, DOC, RAR, RAR bernilai rata-rata yang sama yaitu 0,061 sec.
- E. Sedangkan pada pengujian kelima dilakukan dengan 4 *client* yang mendownload data yang berbeda 3 *client* sama dan 1 *client* lagi berbeda dari ketiga *client* tersebut dari *server* dalam waktu yang bersamaan. Hasil yang didapat dari pengujian ini yang tertinggi adalah *delay* pada upload file DOC, DOC, DOC, VIDEO yaitu 0,021 sec dan *delay* pada download adalah yang tertinggi pada file RAR, RAR, RAR, EXE yaitu 0,018 sec.
- F. pengujian keenam dilakukan dengan 4 *client* yang mendownload data yang berbeda dari *server* dalam waktu yang bersamaan. Hasil yang didapat dari pengujian ini yang tertinggi adalah *delay* pada upload dan throughput file DOC, RAR, VIDEO, EXE yaitu 0,039 sec dan *delay* pada download yaitu 0,074 sec.

2. Throughput

- A. Menggunakan metode yang sama persis untuk mendapatkan *delay*, hasil *throughput* pada pengujian pertama didapatkan data VIDEO memiliki *throughput* tertinggi saat mengupload dan mendownload yaitu sebesar 1,035 MBit/s dan *throughput* tertinggi saat mendownload pada file RAR yaitu 1,734 MBit/s.
- B. Pada pengujian kedua didapat pada saat upload dan download file VIDEO&EXE memiliki *throughput* lebih tinggi saat upload dibanding data lainnya, yaitu sebesar 0,967 MBit/s sedangkan *throughput* pada saat mendownload yaitu 1,946 MBit/s.
- C. Pada pengujian ketiga diperoleh *throughput* tertinggi saat mengupload pada file ketika data EXE yaitu 1,026 MBit/s dan *throughput* pada saat download secara bersamaan oleh 3 *client* yaitu sebesar 1,899 MBit/s.
- D. Pada pengujian keempat diperoleh *throughput* tertinggi saat mengupload pada file data pada VIDEO, VIDEO, EXE, EXE yaitu 0,744 MBit/s dan *throughput* pada RAR, RAR, VIDEO, VIDEO saat download secara bersamaan oleh 4 *client* yaitu sebesar 1,191 MBit/s.
- E. Pada pengujian kelima diperoleh *throughput* tertinggi saat mengupload pada file data pada RAR, RAR, RAR, EXE yaitu 1,091 MBit/s dan *throughput* pada saat download secara bersamaan oleh 4 *client* yaitu sebesar 1,449 MBit/s VIDEO, VIDEO, VIDEO, DOC.
- F. Pada pengujian keenam diperoleh *throughput* tertinggi saat mengupload pada file data pada RAR, VIDEO, EXE, DOC, yaitu 0,904 MBit/s dan *throughput* pada saat download secara bersamaan oleh 4 *client* yaitu sebesar 1,177 MBit/s VIDEO, EXE, DOC, RAR.

4.5.2 Pengujian pada Pfsense

1. Delay

- A. Dalam pengujian pertama dilakukan satu *client* 4 kali mengupload dan mendownload satu data dari *server*. Setiap kalinya mengupload dan mendownload data yang berbeda-beda, diantaranya Doc, RAR, Video, dan EXE. Hasilnya menunjukkan data upload DOC memiliki *delay* terbesar yaitu 0,027 sec sedangkan *download*nya yang terbesar yaitu file DOC yaitu 0,036 sec.
- B. Hampir sama dengan pengujian pertama, kelebihan pengujian kedua dilakukan menggunakan dua *client*. dimana kedua *client* tersebut secara bersamaan mengupload dan mendownload data yang berbeda dari *server*. Hasil yang didapat dari pengujian ini yang tertinggi adalah *delay* pada upload dan download pada data EXE&DOC yaitu 0,018 sec dan *delay* pada download yaitu 0,092 sec.
- C. Sedangkan pada pengujian ketiga dilakukan dengan tiga *client* yang mendownload data yang sama dari *server* dalam waktu yang bersamaan. Hasil yang didapat dari pengujian ini yang tertinggi

adalah *delay* pada upload dan download pada file DOC yaitu 0,032 sec dan *delay* pada download yaitu 0,029 sec.

- D. Pengujian selanjutnya dengan keempat *client* tersebut secara bersamaan mengupload dan mendownload data dua *client* saling sama dan 2 *client* lagi berbeda dari *client* 1 dan 2 berbeda dari *server*. Hasil yang didapat dari pengujian ini yang tertinggi adalah *delay* pada upload data DOC,DOC,RAR,RAR yaitu 0,032 sec dan *delay* pada download adalah yang tertinggi pada file RAR,RAR,VIDEO,VIDEO yaitu 0,031 sec.
- E. Sedangkan pada pengujian kelima dilakukan dengan 4 *client* yang mendownload data yang berbeda 3 *client* sama dan 1 *client* lagi berbeda dari ketiga *client* tersebut dari *server* dalam waktu yang bersamaan. Hasil yang didapat dari pengujian ini yang tertinggi adalah *delay* pada upload dan download file DOC,DOC,DOC,VIDEO yaitu 0,026 sec dan *delay* pada download yaitu RAR,RAR,RAR,EXE yaitu 0,023 sec.
- F. pengujian keenam dilakukan dengan 4 *client* yang mendownload data yang berbeda dari *server* dalam waktu yang bersamaan. Hasil yang didapat dari pengujian ini yang tertinggi adalah *delay* pada upload dan throughput file VIDEO,EXE,DOC,RAR yaitu 0,042 sec dan *delay* pada download DOC,RAR, VIDEO,EXE, yaitu 0,029 sec.

2. Troughput

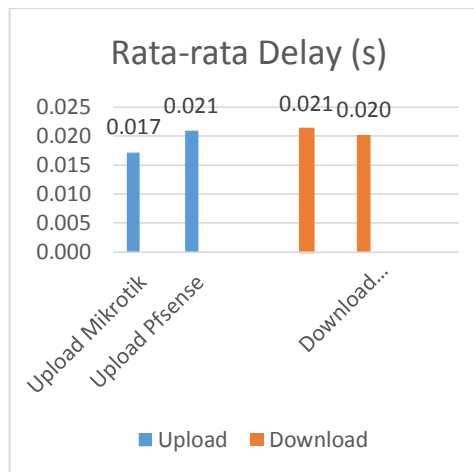
- A. Menggunakan metode yang sama persis untuk mendapatkan *delay*, hasil *troughput* pada pengujian pertama didapatkan data EXE memiliki *troughput* tertinggi saat mengupload dan medownload yaitu sebesar 1,545 MBit/s dan *troughput* tertinggi saat medownload yaitu 0,091 MBit/s.
- B. Pada pengujian kedua didapat pada file RAR&VIDEO memiliki *troughput* lebih tinggi saat upload dibanding data lainnya, yaitu sebesar 1,100 MBit/s sedangkan *troughput* pada saat mendownload yang paling tertinggi adalah pada file VIDE&EXE yaitu 2,349 MBit/s.
- C. Pada pengujian ketiga oleh 3 *client* secara bersamaan diperoleh *troughput* tertinggi saat mengupload dan download pada file data EXE yaitu 1,044 dan pada saat download yaitu sebesar 1,358 MBit/s.
- D. Pada pengujian keempat diperoleh *troughput* tertinggi saat mengupload pada file data pada VIDEO,VIDEO,EXE,EXE dan EXE,EXE,DOC,DOC yaitu 0,924 MBit/s dan *troughput* pada RAR,RAR,VIDEO,VIDEO saat download secara bersamaan oleh 4 *client* yaitu sebesar 1,032 MBit/s.
- E. Pada pengujian kelima diperoleh *troughput* tertinggi saat mengupload pada file data pada VIDEO,VIDEO,VIDEO,DOC yaitu 0,814 MBit/s dan *troughput* pada saat download secara bersamaan oleh 4 *client* yaitu sebesar 1,327 MBit/s EXE,EXE,EXE,RAR.
- F. Pada pengujian keenam diperoleh *troughput* tertinggi saat mengupload pada file data pada VIDEO,EXE,DOC,RAR yaitu 0,778 MBit/s dan *troughput* pada saat download secara bersamaan oleh 4 *client* yaitu sebesar 1,311 MBit/s DOC,RAR,VIDEO,EXE.

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

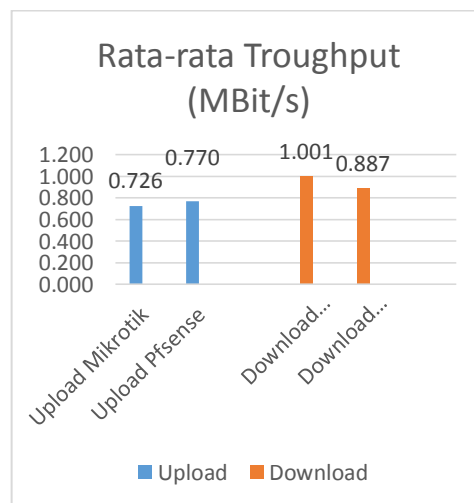
Adapun kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil perbandingan kinerja VPN PPTP di Mikrotik dan VPN PPTP di Pfsense ini adalah :

- *Delay* dari VPN PPTP di pada upload Pfsense lebih besar dibandingkan dengan *delay* dari VPN PPTP di Mikrotik, dimana rata-rata *delay* saat upload di VPN PPTP Pfsense adalah 0,021 s dan pada saat download lebih rendah yaitu 0,020 s sedangkan VPN PPTP Mikrotik pada saat upload hanya 0,017 s dan Download lebih tinggi yaitu 0,021 s



Gambar 5. 1 Kesimpulan Delay

- *Troughput* dari PPTP VPN di Mikrotik lebih kecil dibandingkan dengan *Troughput* di VPN PPTP di Pfsense, dimana rata-rata *troughput* VPN PPTP di Mikrotik saat upload adalah 0,726 MBit/s dan pada saat download yaitu 1,001 MBit/s sedangkan VPN PPTP Pfsense mencapai 0,770 MBit/s saat upload dan saat download yaitu 0,887 MBit/s.



Gambar 5. 2. Kesimpulan Troughput

- Jumlah *client* serta *file* data yang di akses tidak terlalu mempengaruhi *delay* dan *troughput* pada PPTP VPN di Mikrotik dan PPTP VPN di Pfsense.
- Tidak ada perbedaan yang secara signifikan.
- Mengimplementasi VPN sesuai kebutuhan pada perusahaan

5.2 Saran

Pada penelitian ini hanya menggunakan *delay* dan *throughput* dari beberapa banyak parameter *Quality of Service*(QoS) yang ada. Berdasarkan ini penulis menyarankan untuk analisa lebih lanjut menggunakan parameter *Quality of Service*(QoS) yang lain, diantaranya *latency*, *jitter* dan *packet loss*.

Selain pada QoS, berdasarkan analisa penulis banyak protokol lainnya yang lebih secure dari PPTP dan penulis sarankan untuk meneliti perbandingan lagi tentang PPTP dengan protokol lainnya untuk membandingkan protokol lainnya yang lebih secure selain PPTP, diantaranya L2TP, SSTP dan OpenVPN.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Prasetya. 2011. Perancangan Dan Penerapan Teknologi VPN (Virtual Private Network) Untuk Komunikasi Data (Studi Kasus: Gardanet Corporation). Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta
- Aneka ilmu. 2015. Pengertian Kinerja Menurut Para Ahli. Diperoleh 6 Oktober 2017 , dari <http://walangkopo99.blogspot.co.id/2015/05/pengertian-kinerja-menurut-para-ahli.html>
- Chris Ferbia. 2014. Belajar komputer. Diperoleh 6 Oktober 2017, dari <http://www.adalahcara.com/2014/09/macam-pengertian-topologi-jaringan-komputer.html>
- Citraweb Solusi Teknologi. PT. 2005-2018. Mikrotik.id. Diperoleh 6 Oktober 2017, dari http://www.mikrotik.co.id/artikel_lihat.php?id=61
- I Putu Agus Eka Pratama. 2014. Hanbook Jaringan Komputer. Penerbit Informatika. Bandung.
- Ibrahim. 2016. Howto : Setup PPTP (Point to Point Protocol) VPN on pfSense 2.2.6. Diperoleh 29 Oktober 2017, dari <https://lifeoverlinux.com/how-to-setup-pptp-vpn-on-pfsense-2-2-6/>
- Januar Ikmal.2014. Arsitektur TCP/IP. Diperoleh 6 Oktober 2017, dari <http://januar-ikmal.blogspot.co.id/2014/06/protokol-tcpip.html>
- Media Lemanggau. 2017. Teknologi lamanggau. Diperoleh 5 Oktober 2017, dari <https://teknologilamanggau.Wordpress.com/ilmu-komputer-3/jenis-jenis-jaringan-komputer-dan-pengertiannya/>
- Mohamad Subhan: 2012:109. Dalam bukunya yang berjudul *Analisa Perancangan Sistem* mengungkapkan: “Perancangan adalah proses pengembangan spesifikasi baru berdasarkan rekomendasi hasil analisis sistem”.
- Muhammad Reyan Dirul Adha. 2015. Analisa Perbandingan Kinerja Virtual Private Network (Vpn) Menggunakan Ethernet Over Internet Protocol (Eoip) Mikrotik dengan Openvpn Freebsd. Institut Teknologi Padang.
- Netgate. 2004-2018. Produk Pfsense. Diperoleh 21 Oktober 2017, dari <https://www.pfsense.org/products/>
- Prihatin Oktivasari & Andri Budhi Utomo. 2016. Analisa *Virtual Private Network* Menggunakan *Openvpn* dan *Point To Point Tunneling Protocol*. *Jurnal Penelitian Komunikasi dan Opini Publik*, Universitas Indonesia, Depok.
- Seputar Ilmu. 2015. Pengertian dan fungsi 7 OSI layer lengkap. Diperoleh 6 Oktober 2017, dari <http://www.seputarilmu.com/2015/12/pengertian-dan-fungsi-7-osi-layer.html>

- Teori Komputer. 2015. Tutorial Jaringan Komputer. Diperoleh 5 Oktober 2017, dari <http://www.teorikomputer.com/2015/08/pengertian-dan-fungsi-vpn-virtual.html>
- Todd Lammle. (2012). *CompTIA Network + Study Guide 2nd Edition*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Whitfield Diffie, Martin E Hellman. 1976. *New Directions in Cryptography*. IEEE Trans. Info. Theory IT-22.
- Wiki ugos. 2013. Diperoleh 21 Oktober 2017, dari <https://ugos.ugm.ac.id/wiki/panduan:pfsense>
- Wikipedia. 2018. Pfsense. Diperoleh 20 Oktober 2017, oleh <https://en.wikipedia.org/wiki/PfSense#History>
- Yudana Made Hadi. 2013. Analisis Perbandingan Kinerja Point To Point Tunneling Protocol (PPTP) dan OpenVPN pada layanan File Transfer Protocol (FTP) terhadap Quality of Service (QoS). Ilmu Komputer. Universitas Udayana Denpasar.