

IMPLEMENTASI FTP SERVER DAN MONITORING CLIENT MENGGUNAKAN MIKROTIK PADA UBUNTU 10.4

IMPLEMENTATION AND MONITORING CLIENT FTP SERVER USING MIKROTIK ON UBUNTU 10.4

¹Azwar Hamsir

²Hafidudin, Ir.,MT

³Ratna Mayasari., ST., MT

^{1,2,3}Fakultas Elektro dan Komunikasi – Institut Teknologi Telkom
Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

¹azwarhamsir@gmail.com

²hfd@ittelkom.ac.id

³rmy@ittelkom.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi jaringan komputer merupakan hal penting yang harus di implementasikan dalam kehidupan sehari-hari. Seiring dengan perkembangan tersebut, jaringan komputer juga harus dikembangkan sesuai dengan kebutuhan manusia sekarang. Salah satunya yaitu dengan penyediaan layanan FTP (File Transfer Protocol) yang dilengkapi dengan berbagai service yang memberikan kenyamanan terhadap client yang menggunakannya. FTP ini akan sangat membantu client berbagi file. Untuk menunjang hal tersebut maka dibutuhkan suatu implementasi layanan jaringan yang menyediakan layanan-layanan tersebut.

Implementasi FTP Server ini di dukung dengan berbagai macam service diantaranya yaitu DNS untuk pemberian domain sehingga client lebih mudah untuk mengakses. VPN digunakan sebagai akses jaringan menggantikan IP Publik. Sedangkan untuk FTP dan DNS diterapkan pada Ubuntu 10.4. Implementasinya antara Mikrotik sebagai routerboard OS dan Ubuntu sebagai OS pada server sehingga dapat diakses oleh client. Kemudian winbox digunakan untuk memantau trafik client.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa tanpa PPTP memiliki hasil pengukuran Quality of Service yang lebih baik dibandingkan dengan PPTP ditandai dengan delay yang lebih kecil sebesar 8 ms, 5 ms, dan 1 ms dengan bandwidth sebesar 64 Kbps, 128 Kbps, dan 256 Kbps sedangkan dengan PPTP sebesar 38.827 ms, 18.391 ms, dan 11.247 ms dengan bandwidth 64 Kbps, 128 Kbps, dan 256 Kbps. Dan throughput yang lebih baik pada tanpa PPTP sebesar 0.091 Mbps, 0.166 Mbps, dan 0.282 Mbps dengan bandwidth sebesar 64 Kbps, 128 Kbps, dan 256 Kbps sedangkan dengan PPTP sebesar 0.024 Mbps, 0.075 Mbps, 0.086 Mbps dengan bandwidth sebesar 64 Kbps, 128 Kbps, dan 256 Kbps. Tetapi, dari segi keamanan penggunaan dengan PPTP lebih baik karena menggunakan VPN yang mempunyai fitur tunneling.

Kata kunci : VPN, mikrotik, QoS

ABSTRACT

The development of computer network technology is an important thing that must be implemented in life. Along with these developments, a computer network should also be developed in accordance with human needs now. One of them is the provision of FTP (File Transfer Protocol) equipped with a variety of services that provide convenience to the clients who use them. This will greatly help the FTP client to share files. To support this we need a network service that provides the implementation of these services.

Implementation of the FTP server is supported by a wide range of services among which the DNS for the domain administration so that the client is easier to access. VPN is used as an access network replaces the Publik IP. As for FTP and DNS applied to Ubuntu 10.4. Implementation of a Mikrotik

routerboard OS and Ubuntu as the OS on the server that can be accessed by the client. Then winbox used to monitor client traffic.

From the research that is done can be seen that without the PPTP has the result that the measurement of Quality of Service is better than PPTP characterized by a smaller delay value 8 ms, 5 ms, dan 1 ms with bandwidth value 64 Kbps, 128 Kbps, and 256 Kbps while with PPTP value 38.827 ms, 18.391 ms, dan 11.247 ms with bandwidth 64 Kbps, 128 Kbps, dan 256 Kbps. And better throughput on without the PPTP value 0.091 Mbps, 0.166 Mbps, and 0.282 Mbps with bandwidth value 64 Kbps, 128 Kbps, and 256 Kbps while with PPTP value 0.024 Mbps, 0.075 Mbps, and 0.086 Mbps with bandwidth value 64 Kbps, 128 Kbps, dan 256 Kbps. However, in terms of safety of use with PPTP is better because it uses VPN features that have tunneling.

Keywords: VPN, proxy, OoS, FTP

1.1 Latar Belakang

Persaingan dalam perkembangan teknologi jaringan komputer saat ini menuntut untuk memberikan pelayanan yang menunjang kepuasan *client*. Selain itu manajemen jaringan yang terstruktur dan terkendali juga penting untuk meningkatkan kualitas jaringan.

Membangun sebuah layanan FTP Server merupakan salah satu pengimplementasian dari perkembangan jaringan. Membangun sebuah FTP membutuhkan beberapa layanan yang menopang sehingga FTP ini juga bisa berjalan dengan baik untuk menyediakan layanan kepada *client*. Adapun beberapa *service* tersebut adalah DNS, DHCP, Proxy yang berjalan pada Mikrotik. Dimana kita ketahui bahwa mikrotik adalah system operasi yang digunakan untuk komputer dan bisa sekaligus menjadi router network.

Melihat hal tersebut dalam tugas akhir ini akan di implementasikan server FTP. Untuk menjaga kondisi jaringan, yang diperlukan adalah *monitoring traffic* menggunakan wireshark, maka *traffic* data dari client bisa diketahui dengan jelas. Dengan demikian maka diharapkan dapat dilakukan peningkatan pelayanan dan pengembangan jaringan komputer. Sehingga upload dan

download dapat dilakukan oleh *client* saat ini dengan mudah walaupun tidak berada pada jaringan lokal.

1.2 Rumusan Masalah

Secara umum permasalahan dalam tugas akhir ini adalah:

- a. Penyediaan layanan monitoring jaringan saat ini masih kurang sehingga dibutuhkan dalam hal meningkatkan performansi user
- b. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan FTP server ?
- c. Bagaimanakah *performansi* dari hubungan perancangan *interkoneksi* dengan dan tanpa menggunakan VPN server ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Implementasi FTP Server dengan menggunakan Ubuntu 10.4.
- b. Instalasi FTP menggunakan Mikrotik Rb 750.
- c. DNS untuk FTP menggunakan software BIND.

- d. Implementasi di lakukan di kosan Pondok DR.
- e. Sistem tidak memperhitungkan aspek keamanan.
- f. Performansi yang akan dianalisis adalah parameter-parameter yang menentukan QoS (Delay, Jitter, Throughput)



Gambar 2.1 Lambang Mikrotik

2.1 Ubuntu 10.04

Ubuntu merupakan salah satu distribusi Linux dan didistribusikan sebagai perangkat lunak bebas. Nama Ubuntu berasal dari filosofi dari Afrika Selatan yang berarti “kemanusiaan kepada sesama”. Ubuntu dirancang untuk kepentingan penggunaan pribadi, namun versi server Ubuntu juga tersedia, dan telah dipakai secara luas.

2.2 Mikrotik

2.2.1 Pengertian mikrotik

Mikrotik adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang produksi perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (Software) yang berhubungan dengan sistem jaringan komputer yang berkantor pusat di Latvia, bersebelahan dengan Rusia. Mikrotik didirikan pada tahun 1995 untuk mengembangkan router dan sistem ISP (Internet Service Provider) nirkabel.

2.2.2 Jenis-jenis mikrotik

2.2.2.1 Mikrotik RouterOS

MikroTik RouterOS™ adalah sistem operasi dan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menjadikan komputer menjadi router network yang handal, mencakup berbagai fitur yang dibuat untuk ip network dan jaringan wireless, cocok digunakan oleh ISP dan provider hotspot. Untuk instalasi Mikrotik tidak dibutuhkan piranti lunak tambahan atau komponen tambahan lain. Mikrotik didesain untuk mudah digunakan dan sangat baik digunakan untuk keperluan administrasi jaringan komputer seperti merancang dan membangun sebuah sistem jaringan komputer skala kecil hingga yang kompleks sekalipun.

2.2.2.2 Mikrotik Routerboard

RouterBoard adalah router embedded produk dari mikrotik. Routerboard seperti sebuah pc mini yang terintegrasi karena dalam satu board tertanam prosesor, ram, rom, dan memori flash. Routerboard menggunakan os RouterOS yang berfungsi sebagai router jaringan, bandwidth management, proxy server, dhcp, dns server dan bisa juga berfungsi sebagai hotspot server.

Ada beberapa seri routerboard yang juga bisa berfungsi sebagai wifi. sebagai wifi access

point, bridge, wds ataupun sebagai wifi client. seperti seri RB411, RB433, RB600. dan sebagian besar ISP wireless menggunakan routerboard untuk menjalankan fungsi wirelessnya baik sebagai ap ataupun client. Dengan routerboard Anda bisa menjalankan fungsi sebuah router tanpa tergantung pada PC lagi. karena semua fungsi pada router sudah ada dalam routerboard. Jika dibandingkan dengan pc yang diinstal routerOS, routerboard ukurannya lebih kecil, lebih kompak dan hemat listrik karena hanya menggunakan adaptor. untuk digunakan di jaringan wifi bisa dipasang diatas tower dan menggunakan PoE sebagai sumber arusnya.

2.3 FTP (File Transfer Protokol)

FTP merupakan salah satu protokol Internet yang paling awal dikembangkan, dan masih digunakan hingga saat ini untuk melakukan pengunduhan (download) dan pengunggahan (upload) berkas-berkas komputer antara klien FTP dan server FTP. Sebuah klien FTP merupakan aplikasi yang dapat mengeluarkan perintah-perintah ke FTP ke sebuah server FTP, sementara server FTP adalah sebuah Window Service atau daemon yang berjalan diatas sebuah komputer yang merespons perintah-perintah dari sebuah klien FTP. Perintah-perintah FTP dapat digunakan untuk mengubah direktori, mengubah modus pengiriman biner dan ASCII, mengunggah berkas komputer ke server FTP, serta mengunduh berkas dari server FTP.

2.4 DNS (Domain Name Server)

Domain Name System (DNS) adalah sebuah aplikasi *service* di internet yang menerjemahkan sebuah domain name ke IP

address dan salah satu jenis sistem yang melayani permintaan pemetaan IP *address* ke FQDN (*Fany Qualified Domain Name*) dan dari FDQN ke IP *address*. DNS biasanya digunakan pada aplikasi yang berhubungan ke internet seperti *Web Browser* atau *e-mail*. Dimana, DNS membantu memetakan host name sebuah komputer ke IP *address*.

2.5 DHCP

Protokol Konfigurasi Hos Dinamik (PKHD) (bahasa Inggris: *dynamic Host Configuration Protocol*) adalah protokol yang berbasis arsitektur *client/server* yang dipakai untuk memudahkan pengalokasian alamat IP dalam satu jaringan. Sebuah jaringan local yang tidak menggunakan DHCP harus memberikan alamat IP kepada semua komputer secara manual. Jika DHCP dipasang di jaringan local, maka semua komputer yang tersambung di jaringan akan mendapatkan alamat IP secara otomatis dari server DHCP. Selain alamat IP, banyak parameter jaringan yang dapat diberikan oleh DHCP, seperti *default gateway* dan DNS server.

2.6 Virtual Private Network (VPN)

Virtual Private Network (VPN) adalah sebuah teknologi komunikasi yang memungkinkan pengguna untuk dapat terkoneksi ke jaringan public (internet) dan menggunakan jaringan public tersebut untuk dapat bergabung dengan jaringan local [3]. Pembentukan VPN dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi *tunneling* dan enkripsi. Komunikasi menggunakan VPN dapat digunakan untuk berbagai keperluan, hal tersebut dikarenakan koneksi VPN dapat terjadi pada semua layer pada protokol OSI. Oleh sebab itu banyak instansi, perusahaan

atau organisasi menggunakan VPN untuk berkomunikasi.

2.6.1 Fungsi Utama VPN

Teknologi VPN memiliki tiga fungsi utama, yaitu : [3]

1. Confidentially.

Dengan digunakannya jaringan public yang rawan pencurian data, maka teknologi VPN menggunakan system kerja dengan cara mengenkripsi semua data yang lewat melaluinya.

2. Data Integrity.

Pada VPN terdapat teknologi yang dapat menjaga keutuhan data mulai data dikirim hingga data sampai di tempat tujuan.

3. Origin Authentication.

Teknologi VPN memiliki kemampuan untuk melakukan autentikasi terhadap sumber-sumber pengirim data yang akan diterimanya.

spesifik sesuai dengan kebutuhan, lokasi, dan perangkat user.

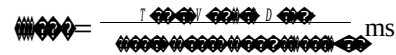
2.7 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) didefinisikan sebagai suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan[13]. QoS tidak diperoleh langsung dari infrastruktur jaringan yang ada, melainkan diperoleh dengan mengimplementasikannya pada jaringan bersangkutan. Tujuan akhir dari QoS adalah untuk memberikan *network service* yang

lebih baik dan terencana dengan *dedicated Bandwidth*, *jitter*, dan *latency* yang terkontrol.

2.7.1 Jitter

Jitter didefinisikan sebagai variasi dari *delay (ms)* atau waktu kedatangan paket. Banyak hal yang dapat menyebabkan *jitter* antara lain adalah peningkatan traffic secara tiba-tiba sehingga menyebabkan penyempitan *Bandwidth* dan menimbulkan antrian.



(2.2)

Keterangan :

Total variasi *Delay (ms)* = jumlah total rata-rata dari nilai *delay (ms)* yang di dapat, dengan satuan second.

Total paket yang diterima = jumlah total paket keseluruhan yang di terima.

2.7.2 Delay

Delay (latency) adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, *kongesti* atau juga waktu proses yang lama. Ada beberapa jenis delay, seperti *Algorithmic delay*, *Packetization delay*, *Serialization delay*, *Propagation delay*. *Delay (ms)* satu arah sebaiknya kurang dari 150 ms. Namun, *delay (ms)* terbaik kurang dari 30 ms untuk layanan *video* dan *audio*, sedangkan untuk layanan data adalah

kurang dari 400 ms. Rumus perhitungan *delay (ms)* seperti di bawah.

$$T_{out}(n) = T_{in}(n) + T_{wait}(n)$$

Keterangan:

$T_{out}(n)$ = waktu dari n data dikeluarkan dari antrian dan siap untuk dikirimkan.

$T_{in}(n)$ = waktu dari n data tiba pada antrian.

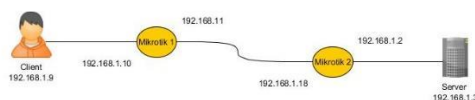
2.7.3 Throughput

Throughput dari sistem merupakan perbandingan antara jumlah *byte* data yang diterima dan waktu pengiriman. Waktu pengiriman merupakan waktu yang digunakan untuk mengirim sebuah paket, dari awal transmisi sampai paket diterima oleh penerima paket.

Nilai *throughput* ditentukan pada:

$$Throughput = \frac{Jumlah\ data\ yang\ diterima}{Waktu\ pengiriman}$$

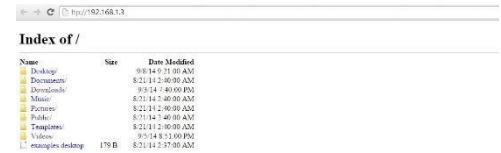
2.8 Rencana Implementasi



Gambar 2.2 Topologi Implementasi FTP dengan jaringan lokal

3.1 Pengujian konektivitas FTP Server

Pengujian konektivitas dilakukan untuk mengetahui apakah FTP Server sudah *run* di localhost.



Gambar 3.1 Halaman login FTP Server

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa ftp telah terkoneksi dan dapat diakses oleh client.

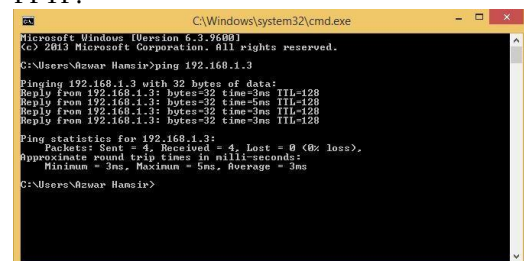


Gambar 3.2 Halaman FTP Server

Dari gambar diatas client sudah dapat mengakses dan mendownload file yang terdapat pada FTP Server. Client pun sudah dapat melakukan upload file ke FTP Server.

3.2 Pengujian konektivitas pada client ke FTP Server tanpa PPTP

Pengujian konektivitas pada *client* ke FTP dilakukan untuk mengetahui apakah *client* telah terhubung dengan FTP tanpa PPTP.

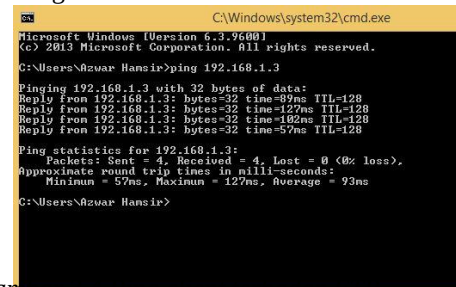


Gambar 3.3 Ping client terhadap FTP Server tanpa PPTP

Pada gambar 4.3 *client* telah terkoneksi dengan FTP server tanpa PPTP, terlihat adanya reply pada *command prompt* di sisi *client*.

3.3 Pengujian konektivitas pada *client* ke FTP Server dengan PPTP

Pengujian konektivitas pada *client* ke FTP dilakukan untuk mengetahui apakah *client* telah terhubung ke FTP dengan PPTP.



```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.0.6002]
(c) 2013 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Azuar Hansir>ping 192.168.1.3

Pinging 192.168.1.3 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=89ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=127ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=102ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=57ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 57ms, Maximum = 127ms, Average = 93ms

C:\Users\Azuar Hansir>
  
```

Gambar 3.4 Ping *client* terhadap FTP server dengan PPTP

Pada gambar 4.4 *client* telah terkoneksi dengan FTP server dengan PPTP, terlihat adanya reply pada *command prompt* di sisi *client*.

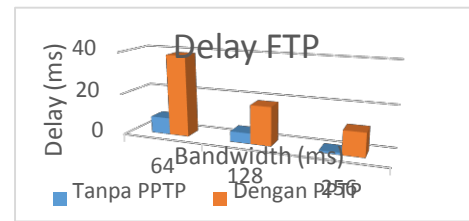
3.4 Analisis pengujian terhadap perbandingan performansi dengan PPTP dan tanpa PPTP

Pada pengujian terhadap perbandingan performansi, akan dilakukan pengujian terhadap performansi *tanpa PPTP* dan *dengan PPTP* dengan parameter *delay*, *throughput*, dan *jitter*.

3.4.1 Delay

Pengujian untuk parameter *delay* (ms) dilakukan pada 2 skenario simulasi pengujian dimana pengujian dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan *Bandwidth* dan dengan dua kali pengujian masing-masing download dan upload *file* pada server FTP. Pada pengujian ini dilakukan perhitungan *delay* berdasarkan persamaan 2.3 yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Berikut ditampilkan grafik hasil pengujian berdasarkan *file* yang di download dan upload dari server. Hasil pengujian waktu *delay* FTP

pada *tanpa PPTP* dan *dengan PPTP* dapat dilihat pada gambar 4.5

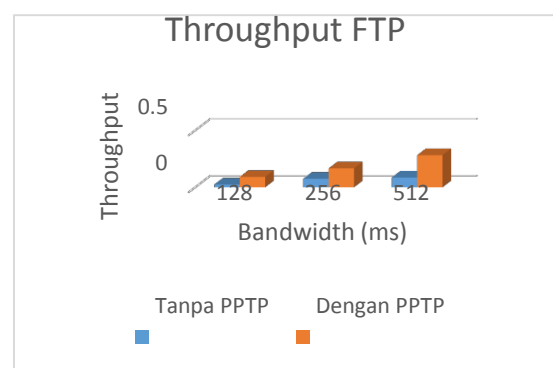


Gambar 3.5 Delay FTP dengan PPTP dan tanpa PPTP

Gambar 4.5 menunjukkan *delay* FTP yang dihasilkan *dengan PPTP* lebih besar dibandingkan dengan *delay* yang dihasilkan oleh *tanpa PPTP*. Secara keseluruhan pengujian FTP, *tanpa PPTP* memiliki performansi yang lebih baik karena walaupun mendapat *bandwidth* yang lebih kecil, *tanpa PPTP* menghasilkan *delay* yang lebih kecil dibandingkan *dengan PPTP*.

3.4.2 Throughput

Hasil pengujian *throughput* merupakan hasil dari 2 skenario yang dilakukan dimana nilai *throughput* adalah MBit/sec yang merupakan rata-rata *throughput* dari setiap pengujian yang dilakukan. *Throughput* yang dihasilkan oleh *upload* dan *download* pada FTP dilakukan secara bersamaan atau sekali pengambilan.



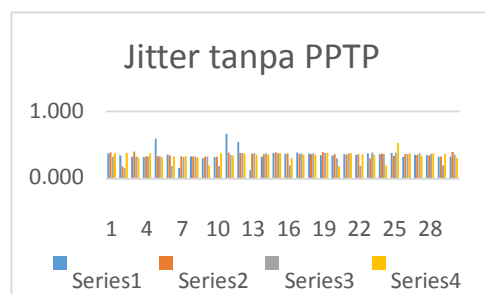
Gambar 3.6 Throughput FTP hasil pengujian dengan PPTP & tanpa PPTP

Pada gambar 4.6 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *throughput* terbesar adalah pada pengujian *dengan PPTP* dengan *bandwidth* 512 Kbps. Hal tersebut menunjukkan bahwa *tanpa PPTP* memiliki performansi yang lebih baik dalam upload maupun download jika dilihat dari nilai rata-rata *throughput* yang dihasilkan, dan jika diberikan *bandwidth* yang lebih rendah masih memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan dengan *dengan PPTP*.

3.4.3 Jitter

Hasil yang diperoleh ketika dilewatkan trafik UDP dari client ke Sever FTP dengan menggunakan software iperf untuk menghasilkan trafik UDP adalah sebagai berikut, pengujian dilakukan sebanyak 30 kali dengan rentang waktu selama 15 detik dan bandwidth 20 Mb.

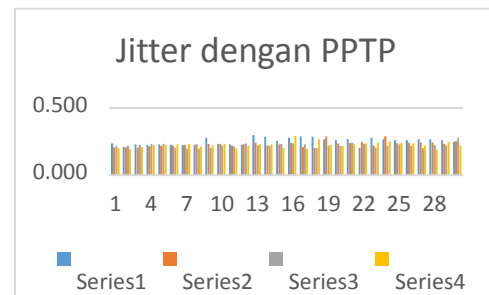
4.4.3.1 Tanpa PPTP



Gambar 4.9 Diagram Iperf tanpa PPTP

Dari gambar diatas terlihat jitter dari 4 client menggunakan iperf untuk membangkitkan data UDP. Namun dengan mode tanpa PPTP.

4.4.3.2 Dengan PPTP



Gambar 4.10 Diagram Iperf dengan PPTP

Dari gambar diatas terlihat jitter dari 4 client dengan iperf untuk membangkitkan data UDP dengan mode dengan PPTP.

Kesimpulan dari 2 hasil pengamatan jitter dengan menggunakan data UDP, hasil yang didapatkan menggunakan PPTP dan tanpa PPTP memberikan hasil yang relatif sama.

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis perbandingan performansi *tanpa PPTP* dan *dengan PPTP* dengan menggunakan mikrotik yang dilakukan pada tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Untuk parameter *delay* pada pengujian *FTP*, *tanpa PPTP* memiliki performansi lebih baik dibandingkan *dengan PPTP* ketika diberikan *bandwidth* yaitu 64 Kbps, 128 Kbps, dan 256 Kbps. Jika dilihat pada pengujian dengan parameter *delay* untuk *FTP*, *tanpa PPTP* jauh lebih unggul dibandingkan *dengan PPTP*.
2. Pada pengujian parameter *throughput*, *tanpa FTP* memiliki performansi lebih baik

dibandingkan dengan FTP ketika diberikan *bandwidth* yaitu 64 Kbps, 128 Kbps, dan 256 Kbps. Pada pengujian dengan FTP, tanpa PPTP memiliki performansi jauh lebih baik dibandingkan dengan PPTP.

3. Untuk parameter *jitter*, hasil yang didapatkan pada setiap mode relatif sama pada mode tanpa PPTP dan dengan PPTP.
4. Dengan PPTP meskipun memiliki nilai yang buruk pada parameter *delay* dan *throughput* tapi mempunyai keunggulan disisi keamanan karena VPN memiliki tunneling. Sehingga dianjurkan untuk menggunakan dengan PPTP.

4.2 Saran

Untuk pengembangan tugas akhir di masa mendatang, penulis menyarankan beberapa hal berikut:

1. Pengujian perbandingan tanpa PPTP dan dengan PPTP dilakukan dengan menggunakan ip public static.
2. Membandingkan tanpa PPTP dan dengan PPTP pada FTP Server, sebaiknya ditambahkan service misalnya video atau voice. Sehingga pengaruh pada jitter maupun throughput lebih terlihat.
3. Kalau memungkinkan dilakukan studi kasus pada pengintegrasian teknologi yang sedang berkembang saat ini seperti *cloud computing*, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wang, Zheng. (2001) *Internet QoS: Architectures and Mechanisms*. United State America: Morgan Kaufmann Publishers
- [2] Wikipedia, "MikroTik," 2014. [Online]. Available: <http://id.wikipedia.org/wiki/MikroTik..>
- [3] I. Virtual and T. Pertama, "Bermain dengan Infrastruktur Virtual : VMware® vSphere® (Tulisan Pertama)," 2012.
- [4] G. Forda, "Iperf – tool untuk mengecek performance jaringan." [Online]. Available: <http://staff.unila.ac.id/gigih/2011/02/14/iperf-tool-untuk-mengecek-performance-jaringan/>
- [5] Szigeti, T., & Hattingh, C. (2004). *Quality of Service Design Overview*. Cisco Press.
- [6] Peterson L.L., & Davie B.S. (2007). *Computer Network 4th Edition*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- [7] Forouzan, B. A. (2007). *Data Communications and Networking, Fourth Edition*. New York: McGraw-Hill.
- [8] C. Negus, *Red Hat Linux 7 Bible*, Unlimited . New York: IDG Books Worldwide, Inc, 2000.