STUDI PERFORMA MIGRASI IPV4 KE IPV6 PADA METODE TUNNELING

Aan Restu Mukti[1], Ferdiansyah[2]
Jalan Jenderal Ahmad Yani No. 12 Palembang

Program Studi Magister Teknik Informatika Informatika Universitas Bina Darma
Email: aanrestu@binadarma.ac.id, ferdi@binadarma.ac.id

Abstrak

Dengan ketersedian *(space*) dari pengalamatan IPv4 yang telah sedikit, itu telah menjadi alasan utama bagi penyedia layanan, perusahaan, pengembang aplikasi, dan pemerintah untuk memulai beralih dengan IPv6. Sebuah migrasi dari IPv4 ke IPv6 sulit dicapai. Karena beberapa mekanisme yang diperlukan untuk menjamin kelancaran, komunikasi dan peralihan secara utuh ke IPv6. Tidak hanya transisi, integrasi IPv6 juga diperlukan ke dalam jaringan yang ada. Solusi (mekanisme) dapat dibagi menjadi tiga kategori: dual stack, tunneling dan translation. Dalam proyek ini mekanisme transisi Tunneling diimplementasikan di GNS3 (*Graphical Network Simulator*), menggunakan CISCO router.Jaringan ini dilihat dengan bantuan Wireshark (*Packet analyzer*). Topologi Tunneling yang dapat diamati dengan menangkap paket pada interface router.

KATA KUNCI: IPv4, IPv6, Tunneling, Wireshark.

Abstract

With the exhaustion of the IPv4 addressing space quickly approaching, it has become a high priority for service providers, enterprises, application developers, and governmentsto begin their own deployments of IPv6. A seamless migration from IPv4 to IPv6 is hard to achieve. Therefore several mechanisms are required which ensures smooth, communication and independent change to IPV6. Not only is the transition, integration of IPv6 is also required into the existing networks. The solutions (mechanisms) can be divided into three categories: dual stack, tunneling and translation. In this project the Tunneling transition mechanism is implemented in GNS3 (Graphical Network Simulator), using CISCO routers. The operation of this network is viewed with the help of Wireshark (Packet analyzer). The topologyTunneling technologies, which can be observed by capturing the packets in the router interfaces.

KEYWORDS: *IPV4, IPv6, Tunneling, Wireshark.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan protokol komunikasi Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP) merupakan merupakan tahap awal dari meluasnya jaringan komunikasi global yang disebut dengan internet. TCP/IP bertugas untuk megatur komunikasi data dalam proses tukar menukar data dari satu perangkat ke perangakat lainnya di internet dan memastikan pengiriman data sampai ke alamat tujuan. Setiap perangkat yang terhubung ke jaringan internet masing – masing diidentifikasi dengan sebuah alamat yang disebut dengan Internet Protocol Address (IP Address).Pada saat ini, sebagian besar perangkat komunikasi dan jaringan yang ada di internet menggunakan Internet Protocol versi 4 (IPv4).IPv4 adalah protokol Layer 3 yang pertama kali digunakan dan distandarisasi oleh RFC 791 pada tahun 1981 (www.ietf.org) dan telah bertahan selama lebih dari 30 tahun. IPv4 juga telah menjadi bagian integral dari evolusi internet.Kesuksesan IPv4 pada saat ini ditunjukkan oleh semakin banyaknya penggunaan IPv4 untuk menghubungkan semua perangkat komunikasi dan perangkat jaringan untuk dapat saling terhubung.Tingginya penggunaan IPv4 ini juga disebabkan oleh munculnya World Wide Web di awal tahun 1990-an, yang diawal munculnya hanya ada sekitar 16 juta pengguna di internet di seluruh dunia dibandingkan dengan lebih dari 2 miliar pengguna pada tahun 2011 (Statistik Internet Dunia, www.internetworldstats.com). Ini mununjukkan peningkat pengguna IPv4 yang sangat tinggi dan diperkirakan penggunaannya akan terus meningkat. Permasalahan yang muncul adalah semakin berkurangnya ketersediaan IPv4 yang memiliki panjang bit 32-bit dan yang memiliki total alamat 232 yang mampu menampung 4.294.967.296 alamat. Bulan Februari tahun 2011 dari IANA (Internet Assigned Numbers Authority) sebagai lembaga yang mengatur penggunaan IP di seluruh dunia memang sudah tidak memegang alamat IPv4 lagi. Semua alokasi IPv4 sudah dibagikan ke seluruh dunia melalui koordinator tiap benua, kepastian tentang berita terbaru persediaan IPv4 dari tiap benua yang dirilis oleh lembaga IANA ialah IPv4 resmi habis sejak 2 tahun yang lalu. Jumlah perangkat, internet dan aplikasi yang meningkat secara dramatis merupakan faktor pendorong berkurangnya ketersediaan IPv4 disamping fenomena satu pengguna saat ini biasanya memiliki beberapa perangkat internet-enabled seperti ponsel pintar, tablet, dan laptop.Kebutuhan untuk sebuah protokol baru yang memiliki alamat yang lebih besar ruang dan peningkatan fitur yang dibutuhkan. Internet Protocol versi 6 (IPv6) merupakan solusi yang menawarkan ruang alamat besar yang lebih dari cukup, menyediakan ruang alamat yang sangat besar yaitu 2 128 (sekitar340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456). Kondisi saat ini, munculnya IPv6 didukung oleh spesifikasi yang telah terbentuk untuk IPv4 (dalam bentuk RFC yang dikeluarkan IETF), sehingga dibutuhkan teknologi yang memungkinkan IPv4 dapat terhubung dengan IPv6. Untuk alasan ini, banyak mekanisme migrasi telah diusulkan agar IPv4 mampu bermigrasi ke IPv6.Beberapa peneliti membagi metode migrasi sesuai dengan teknik yang digunakan yaitu : Dual-Stack dan Tunneling. Penerapan migrasi Dual-Stack dan Tunneling pada jaringan saat ini telah dilakukan pada pihak ISP yang berdampak pada para pengguna internet (Perusahaan). Perusahaan pengguna internet akan terbantu dengan adanya proses migrasi ini karena perangkat mereka mampu saling berkomunikasi antar IPv4 dan IPv6 tanpa harus upgrade dan konfigurasi ulang pada tingkat intermediate device. Komunikasi antar IP dan perangkat bisa dilihat apabila keberhasilan migrasi dalam konektivitas internet.Penelitian ini dilakukan untuk merangkum dokumen, teori dan jurnal yang telah membahas tentang dual-stack dan tunneling agar didapatkan informasi tentang performa migrasi mana yang baik diimplementasikan bagi jaringan diperusahaan dan instansi.

1.2 Identifikasi Masalah

Ruang Lingkup Penelitian.Dalam penulisan penelitian ini, penulis akan membatasi ruang lingkup penelitian dengan menitik beratkan permasalahan yang akan dibahas yaitu :

a. Penelitian akan efektif jika dilakukan pada perangkat jaringan yang sebenarnya. Namun peneliti memilih melakukan pengujian menggunakan perangkat jaringan yang berada pada fasilitas Labor. Cisco Bina Darma dan apabila terjadi kekurangan perangkat maka peneliti akan menggunakan emulator GNS 3.
b. Mengetahui perbandingan dan performa pada jaringan tunneling melalui parameter QOS.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa proses migrasi IPv4 dan IPv6 menggunakan metode tunneling dengan simulasi video streaming dengan aplikasi VLC.Manfaat Penelitia Adapun manfaat dari penelitian ini adalah ;

a. Dapat memahami dan mengetahui kinerja metode migrasi tunneling pada jaringan IPv4 dan IPv6.
b. Hasil dari perbandingan performa dalam penelitian ini mampu membantu pemahaman kelemahan dan kelebihan dari tunneling serta memberikan gambaran terhadap isu migrasi IP Addresss bagi pengguna jaringan internet.
c. Penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi yang akan digunakan pada penelitian selanjutnya mengenai tunneling.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitan tindakan atau *experimental research*, adapun langkah-langkah dalam penelitian eksperimen pada dasarnya hampir sama dengan penelitian lainnya.

Jadwal Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium CISCO Universitas Bina Darma di Jl. Jenderal Ahmad Yani No. 12 Palembang dengan melakukan simulasi dan pengambilan data selama 6 (enam) bulan dimulai dari Agustus 2015 sampai dengan bulan Januari 2016.Metode Pengumpulan Data Dalam penyusunan penelitian ini penulis mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam pengujian penetrasi menggunakan metode pengumpulan data sebagai berikut :

a. Studi kepustakaan *(Literature)*. Yaitu data yang diperoleh melalui *literature*, melakukan studi kepustakaan dalam mencari bahan bacaan dari internet dan membaca buku yang berkaitan sesuai dengan objek serta parameter yang diteliti.

b. Pengamatan *(Observation)*. Data dikumpulkan dengan melihat dari objek *video streaming* dengan *host* yang melakukan *traffic* jaringan melalui unduh dan unggah dengan *size*10 MB yang berbeda pada topologi jaringan.

c. Uji Coba *(Testing)*. Data-data kinerja *Tunnelling*dan *Dual-Stack* didapatkan dari aktivitas *video streaming*. Dalam hal ini penulis mencatat parameter *throughput*, *packetloss* dan *delay* menggunakan bantuan dari perangkat lunak analisis jaringan *Wireshark*.

Maka peneliti membagi data yang digunakan menjadi data primer dan data sekunder. Untuk mendapatkan data-data yang digunakan dilakukan dengan cara:

a. Data Primer
    1) Observasi dan mempelajari kondisi objek penelitian dalam hal ini topologi. Data yang dibutuhkan berupa data fisik maupun nonfisik berkaitan dengan kondisi simulasi jaringan.
    2) Uji coba dengan melakukan *listening* (pencatatan)dan percobaan simulasi *video steaming*sehingga

mendapatkan data untuk bahan analisis.

b. Data Sekunder

Data yang dibutuhkan berupa dokumen-dokumen yang berhubungan dengan teori - teori tema penelitian yaitu dengan studi kepustakaan.

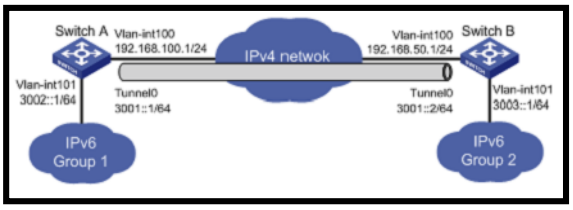
III. LANDASAN TEORI

2.1 Mekanisme Transisi IPv4 ke IPv6

Mayoritas penggunaan teknologi internet pada saat ini memakai protokol IPv4, sehingga infrastruktur yang digunakan sekarang memiliki kendala untuk melakukan transisi protokol dari IPv4 ke IPv6. Sebagai lembaga yang mengatur masalah tersebut, IETF (Internet Engineering Task Force) telah membentuk tim untuk mengatasi proses transisi dari IPv4 ke IPv6 yaitu IETF IPng Transition. Tujuan pembuatan mekanisme transisi ini supaya paket IPv6 dapat dilewatkan pada jaringan IPv4 yang telah ada ataupun sebaliknya. Proses transisi dari IPv4 ke IPv6 dilakukan secara bertahap sehingga tidak mengganggu jaringan yang telah berjalan sebelumnya. Selama proses transisi, jaringan IPv4 dan IPv6 harus dapat saling berkomunikasi tanpa mengurangi kehandalannya.Dimulai pada tanggal 8 Juni 2011 website utama dari Google, Facebook, Yahoo dan Bing menggunakan IPv6 selama 24 jam (Coordinated Universal Time area). Ini dikenal dengan sebutan "World IPv6 Day" merupakan percobaan terhadap IPv6 bertujuan untuk memotivasi instansi dan perusahaan yang berkecimpung di industri internet agar mempersiapkan layananan mereka terhadap generasi Internet Protocol yang baru. (Jacobsen, 2011). Internet Service Provider, Industri Perangkat Network, Industri Sistem Operasi dan Aplikasi serta pengembang website harus terus bekerja sama untuk melakukan kegiatan serangkaian ujicoba IPv6 pada internet, karena kesuksesan dalam hal ujicoba migrasi ini akan berdampak pada perkembangan industri internet.

Mekanisme transisi secara umum didefinisikan sebagai sekumpulan teknik yang dapat diimplementasikan oleh node IPv6 untuk dapat kompatibel dengan node IPv4 yang sudah eksis sebelumnya.Berikut adalah beberapa mekanisme yang dikembangkan untuk transisi dari IPv4 ke IPv6.

a. Tunneling



Gambar 1 Metode transisi Tunneling

Kategori terakhir untuk proses transisi IPv6 adalah tunneling seperti yang disajikan pada Gambar 1. Hal ini digunakan untuk mentransfer data antara node jaringan yang kompatibel melalui jaringan yang tidak kompatibel. Ada dua skenario biasa untuk menerapkan tunneling anatara lain penyisihan sistem akhir (end system) untuk menerapkan transisi offlink perangkat dalam jaringan terdistribusi dan melakukan tindakan konfigurasi yang memungkinkan perangkat tepi (edge device) dalam jaringan untuk connect antar jaringan lebih kompatibel.

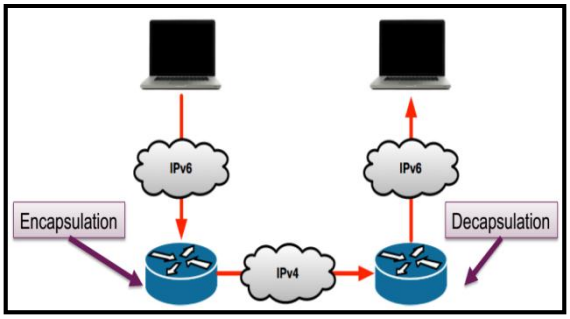
Secara teknis, teknik tunneling menggunakan protokol yang berfungsi untuk merangkum payload antara dua node atau sistem akhir. Enkapsulasi ini dilakukan di pintu masuk tunneling dan payload akan dekapsulasi di pintu keluar tunneling. Proses ini dikenal sebagai definisi tunneling.Oleh karena itu, masalah utama dalam menyebarkan tunneling adalah untuk mengkonfigurasi endpoint tunnel, menentukan posisi untuk menerapkan enkapsulasi.

Dalam penelitian Bi, Wu dan Leng (2007), mekanisme ini umumnya dicapai melalui Manual atau alat parameter berbasis entri, layanan yang ada seperti DNS atau DHCP, atau dengan memperhatikan

penggunaan informasi embedment ke alamat IP atau menerapkan alamat anycast IPv6.

Perangkat jaringan dapat mencapai dua proses enkapsulasi dan dekapsulasi di endpoint tunnel. Secara umum, mekanisme tunneling adalah penyebaran sederhana dengan konfigurasi point-to-point.Namun demikian, tunneling juga dapat diimplementasikan secara hierarkis dan berurutan.Hingga saat ini, terdapat metode tunneling yang berbeda seperti 6to4, ISATAP, Teredo, DSTM, dan 6over4.Tunneling dapat dikonfigurasi secara manual atau secara otomatis.(Qing-weil dan Lin 2007).

Tunneling disebut juga sebagai enkapsulasi, yaitu mekanisme yang menggunakan tunnel traffic antara dua titik melalui proses enkapsulasi dan melewatkannya di atas jaringan IPv4. Mekanisme ini digunakan ketika dua node yang menggunakan protokol yang sama ingin berkomunikasi menggunakan jalur yang dimiliki protokol lain. Ada dua jenis tunneling, yaitu secara otomatis (automatic tunneling) dan secara terkonfigurasi (configured tunneling). Konsep dari tunneling ditunjukkan oleh gambar berikut ini.



Gambar 2. Jaringan Tunneling

Konsep migrasi pada tunneling hampir mirip dengan konsep pada VPN pada IPv4, dimana IP yang ada pada jaringan local dapat dikenali dan melewati jaringan internet. Bedanya VPN menggunakan sama – sama IPv4, kalau di tunneling jaringan internet IPv4 tapi dibuat agar mengenali IPv6 agar dapat bertukar data sehingga pada tunneling terjadi proses enkapsulasi – dekapsulasi yang tidak kita temui pada VPN.

2.2 Parameter Kinerja Routing

a. *Throughput*

Throughput merupakan kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang di ukur dalam bps. *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang di amati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

Persamaan perhitungan *throughput* :

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

Sumber : TIPHON (1999)

Tabel 1. Standarisasi *Throughput* versi TIPHON(1999)

Kategori *Throughput*	***Throughput***	**Indeks**
Sangat Bagus	100 %	4
Bagus	75 %	3
Sedang	50 %	2
Jelek	< 25 %	1

b. *Delay (Latency)*

Delay 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. Menurut versi TIPHON, besarnya delay dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 2. Standarisasi *Delay* versi TIPHON(1999)

Kategori *Delay*	***Delay***	**Indeks**
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 – 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

Persamaan perhitungan *delay* :

$$Delay = \frac{\text{Total } delay}{\text{Total paket yang diterima}}$$

Sumber : TIPHON (1999)

c. *Packet Loss*

Packet loss merupakan jumlah paket yang hilang dalam proses pengiriman data dari satu titik ke titik yang lain. Perhitungannya dilakukan dengan mengurangi jumlah paket yang dikirmkan dengan jumlah paket yang diterima. *Packet loss* adalah salah satu parameter yang sangat menentukan dalam proses *video streaming*. Makin kecil besaran *packet loss* nya maka kualitas suatu *video streaming* akan semakin baik. Menurut versi TIPHON, besarnya Packet Loss dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 3. Standarisasi *Packet Loss* versi TIPHON(1999)

Kategori *Packet loss*	***Packet Loss***	**Indeks**
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3 %	3
Sedang	15 %	2
Jelek	25 %	1

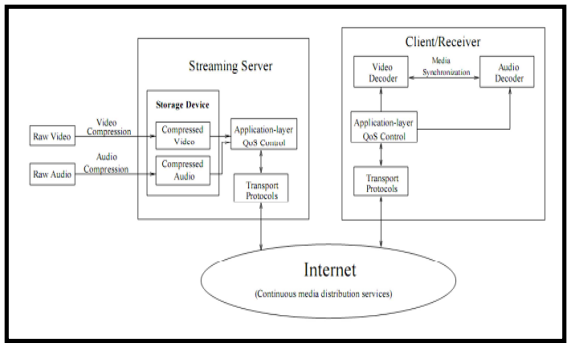
Persamaan perhitungan *Packet Loss* :

Packet Loss= (Paket yang hilang / Paket yang dikirim) * 100%

Sumber : TIPHON (1999)

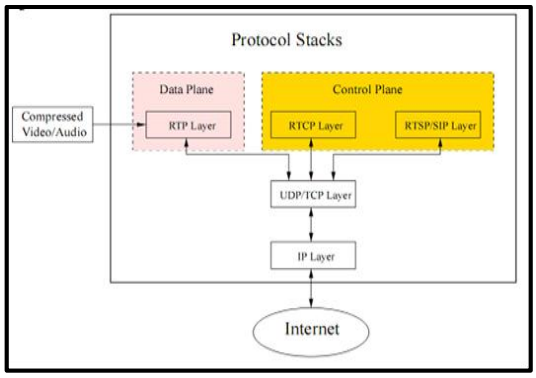
d. Video Streaming

Disini peneliti ingin membahas singkat tentang video streaming dan bagaimana cara kerjanya pada saat melalui sebuah jaringan. Pengertian secara harfiah dari Video streaming adalah sebuah teknologi untuk memainkan file video secara langsung ataupun dengan pre-recorder dari sebuah mesin server (web server). Dengan kata lain, file video yang terletak dalam sebuah server dapat secara langsung dijalankan pada saat setelah ada permintaan dari user, sehingga proses running aplikasi yang didownload berupa waktu yang lama dapat dihindari tanpa harus melakukan proses penyimpanan terlebih dahulu. Saat file video di stream, akan berbentuk sebuah buffer di komputer client, dan data video tersebut akan mulai di download ke dalam buffer yang telah terbentuk pada mesin client. Dalam waktu sepersekian detik, buffer telah terisi penuh dan secara otomatis file video dijalankan oleh sistem. Sistem akan membaca informasi dari buffer dan tetap melakukan proses download file, sehingga proses streaming tetap berlangsung.Ide dasar dari video streaming adalah membagi paket video menjadi beberapa bagian, mentransmisikan paket data tersebut, kemudian penerima (receiver) dapat men-decode dan memainkan potongan paket video tersebut tanpa harus menunggu keseluruhan file selesai terkirim ke mesin penerima. Dalam video streaming memiliki beberapa proses yang harus diperhatikan yaitu, proses kompresi, Quality of Service (QoS), continous media distribution services, streaming server, mekanisme sinkronisasi, dan protokol untuk media streaming.



Gambar 3. Sistematis Video Streaming

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa data raw video dan data raw audio akan dikompresi terlebih dahulu dan disimpan didalam storage device dari streaming server. Streaming server akan mengirimkan data yang telah dikompresi dan tersimpan dalam storage device ketika menerima request dari klien (melalui internet). Data akan dikirimkan oleh Streaming server dengan modul application layer QoS. QoS control lau menyesuaikan bit stream data ke dalam status jaringan dan persyaratan QoS. Selanjutnya paket data tersebut akan dikirimkan oleh transport protocol ke dalam jaringan setelah mengalami penyesuaian. Setiap paket yang sampai disisi penerima akan diproses terlebih dahulu oleh transport layer dan application layer protokol lalu didekodekan oleh decoder.Berikut gambar mengenai protokol yang saling berhubungan pada saat jaringan melayani video streaming.



Gambar 4 Protokol – protokol pada media streaming

Pada layer *transport protocol* utama yang digunakan untuk bertukar data adalah TCP dan UDP. TCP menggunakan komunikasi dua arah dimana biasanya menggunakan *acknowledgement* sebagai balasan indikasi bahwa suatu informasi telah sampai atau diterima, sehingga TCP lebih memberikan jaminan pengantaran paket akan lebih *reliable* jika dibandingkan UDP yang tidak memiliki fitur *acknowledgment* tersebut dan lebih bersifat komunikasi satu arah. Salah satu penggunaan TCP adalah authentikasi password dan *user commands* seperti *pause* dan *fast forward*. Kelemahan dari sifat TCP adalah memiliki respon yang kurang dalam kondisi jaringan yang sering berubah dan membuat *overhead* keseluruhan yang lebih besar. Namun pada beberapa kasus tertentu dimana jaringan menggunakan *firewall* yang memblok UDP, penggunakan TCP lebih menguntungkan. Sementara itu, UDP bersifat memiliki *overhead* keseluruhan lebih kecil sehingga paket-paket yang diantarkan bisa lebih cepat sampai. Karena data video dan audio menkonsumsi *bandwidth* lebih besar maka *default* dari media *streaming* biasanya menggunakan UDP, terlebih jika *streaming* bersifat *live*. Pada *layer application protocol* yang umum digunakan adalah RTSP, RTP ataupun RTCP. Beberapa *server streaming*juga ada yang menyediakan fitur protokol lain seperti HTTP dan MMS. *Real Time streaming protocol* (RTSP) merupakan sebuah standar protokol dalam mendukung persentasi multimedia, terutama jika *broadcasting* bersifat global dan berskala besar. RTSP menggunakan TCP untuk *message control* pada player dan UDP untuk pengiriman data video dan audio. RTP merupakan *real-time transport protocol* dimana biasanya bekerja berdampingan dengan *protocol* RTSP untuk mendukung fitur *real-time* pada multimedia. Sedangkan *real time control protocol* (RTCP) lebih bersifat untuk *monitoring* dan *control* terhadap RTP *sessions*. Selain protokol-protokol diatas ada juga protokol lain yang digunakan bergantung pada player yang digunakan pada sisi *client*. Misal penggunaan *protocol real networksdata transport* (RDT) sebagai format paket saat *Streaming server* berkomunikasi secara RTSP dengan *real*

player. *Microsoft media service*(MMS) yang digunakan untuk melayani presentasi multimedia dengan menggunakan *windows media player* (VLC player). Maka dapat ditarik kesimpulan ada dua protokol yang mendukung berjalannya video streaming yaitu:

1. *Transport protocol* yang menyediakan konektivitas secara *end to end* di jaringan untuk aplikasi *streaming*. *Transport protocol* terbagi menjadi *user datagram protocol*(UDP) dan *transmission control protocol*(TCP).
2. *Session control protocol* yang mendefinisikan pesan dan prosedur untuk mengatur pengiriman data dari multimedia selama session terbentuk. *Session control protocol* ini terbagi menjadi *real time protocol*(RTP), *real time streaming protocol* (RTSP) dan *real time control protokol*(RTCP).

Alasan pemilihan *wireshark* sebagai aplikasi *capture* paket data dan protokol pada jaringan karena protokol yang telah dijabarkan dapat dikenali oleh aplikasi ini dan hasil *capture* terstruktur sesuai dengan Osi Layer. Selain itu, aplikasi ini memudahkan dalam melakukan *sortir* dan identifikasi protokol secara tepat. Berikut peneliti menunjukkan contoh tampilan paket dan protokol di *capture* pada *wireshark.*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

1. Jaringan Simulasi *Tunneling*

Pada topologi menggunakan IPv4 pada *interface router* dan IPv6 pada sisi *host*, keadaan ini dikategorikan dengan *Tunneling IPv6 over IPv4* dimana IPv4 sebagai IP utama yang digunakan yang dirasa cocok untuk kondisi jaringan saat ini dimana perangkat telah lama menggunakan IPv4 dan IPv6 sekarang baru di implementasikan pada *host*. Hasil dari simulasi disajikan pada sub bab selanjutnya. Berikut Tabel hasil pengukuran Tunneling. Pengukuran selanjutnya dengan Topologi *Tunneling* yang tidak jauh berbeda cara dengan yang sebelumnya. Kategori *Tunneling IPv6 over IPv4* mengharuskan *host* dan *server* menggunakan IPv6 dan pada sisi *router* menggunakan IPv4 sebagai jaringan inti yang menggambarkan konsisi saat ini. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali dengan besar file 10 MB (*Mega Byte*). Proses pengukuran dengan file yang berbentuk Video (Ekstensi .MP4) seperti streaming video. Berikut Tabel hasil pengukuran Tunneling.

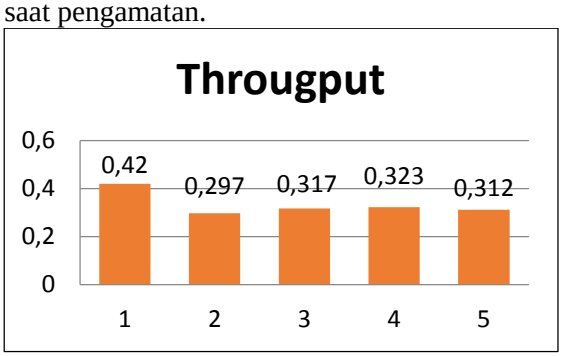
Berikut Tabel hasil pengukuran *Tunneling*.
Tabel 4.Hasil performa *tunneling.*

Simulasi ke-	***Throughput (Mbps)***	***Delay (sec)***	***Paket loss (%)***
1	0.432	0.02498	0.03
2	0.141	0.07183	0.03
3	0.177	0.05828	0.02
4	0.203	0.05145	0.02
5	0.221	0.04751	0.02
Total	1.174	0.25405	0.12
Rata - Rata	0.2348	0.05081	0.024

4.2 Pembahasan

1. *Throughput*

Pengukuran *throughput* dilakukan dengan cara penagamatan saat pengiriman paket dari sisi pengirim dan penerimaan data dalam proses *streaming video* dengan menggunakan perangkat lunak *wireshark* dalam hal ini *host* dan *server* telah dikondisikan dengan berbagai kondisi yang telah dijabarkan sebelumnya. Berikut ini adalah besarnya *throughput* berdasarkan analisa data dari *wireshark* yang didapatkan saat pengamatan.

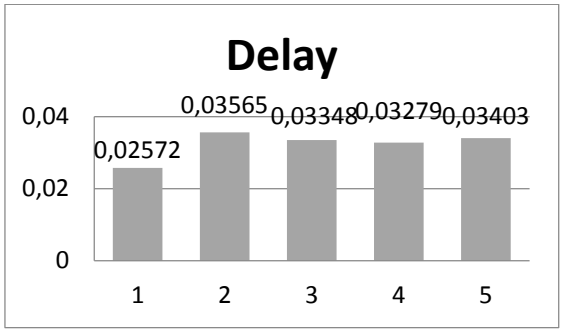


Gambar 5. Grafik *Throughput*

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa grafik nilai rata - rata *throughput* yang menunjukkan *Tunneling*(6over4). Hal ini terjadi karena proses enkapsulasi data terjadi pada Layer Transport yang berbeda jenis IP saat pengiriman data yang akan menyebabkan cepat tidaknya paket data yang sampai. *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang di amati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut, maka semakin besar nilai *Throughput* berarti semakin baik (TIPHON, 1999). Dari data di atas ujicoba *Tunneling* (*6over4*) nilai rata-rata *throughput* tertinggi yaitu 0.42 Mbps dan nilai rata-rata *throughput*terendah yaitu 0.297 Mbps.

2. *Delay*

Delay yang diukur pada pengukuran ini merupakan selisih waktu saat paket mulai dikirimkan dari *Server* hingga diterima oleh *Host* sebagai proses dari kegiatan *streaming.* Perhitungan *delay*ini diperoleh dari data yang di*capture* oleh perangkat lunak *Wireshark. Delay* yang didapatkan dalam pengukuran ini adalah *delay* saat sudah terjadi koneksi dengan kata lain sedang terjadi komunikasi. Dari pengukuran berdasarkan analisa data dari *wireshark* rata-rata *delay* didapatkan pada saat pengamatan.

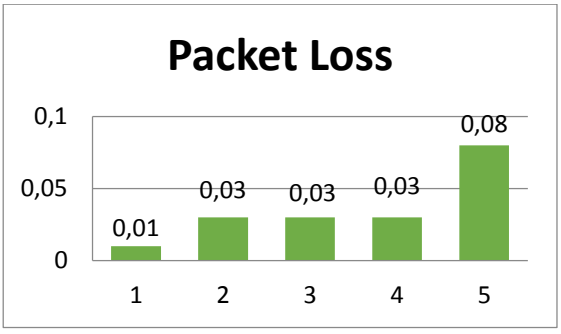


Gambar 6 Grafik *Delay*

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa rata-rata *delay* dari waktu awal pengamatan sampai akhir pengamatan pada *streaming* video. Hal ini disebabkan karena banyak faktor yang mempengaruhi *delay*, mulai dari jarak, waktu pengamatan, trafik jaringan dan lain – lain. Sehingga *delay* yang disebabkan tidak teratur. Akan tetapi nilai rata-rata *delay* tersebut mempunyai nilai sangat kecil, maka dapat disimpulkan bahwa komunikasi antar kondisi simulasi relatif bagus. Menurut versi TIPHON, *delay* menggunakan satuan *millisecond* (ms) dan semakin kecil nilai *delay* berarti semakin baik. Dari data di atas ujicoba kondisi *Tunneling* (*6over4*) nilai rata-rata *delay* terendah yaitu 0.0257 ms dan nilai rata-rata *delay* tertinggi 0.0356 ms merupakan nilai terburuk.

3. *Packet loss*

Menurut versi TIPHON, *Packet loss* merupakan jumlah paket yang hilang dalam proses pengiriman data dari satu titik ke titik yang lain. Perhitungannya dilakukan dengan mengurangi jumlah paket yang dikirimkan dengan jumlah paket yang diterima. *Packet loss* adalah salah satu parameter yang sangat menentukan dalam proses video streaming. Makin kecil nilai *packet loss* maka kualitas suatu video *streaming*akan semakin baik. Dari pengukuran berdasarkan analisa data dari wireshark rata-rata *packet loss* didapatkan pada saat pengamatan.



Gambar 7 Grafik *Packet loss*

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa rata-rata *packet loss* dari waktu awal pengamatan sampai akhir pengamatan pada *streaming* video. Dari data di atas ujicoba kondisi *Tunneling* nilai rata-rata *packet loss* terendah yaitu 0.01 % jika dibandingkan dengan ujicoba *Tunneling* (*6over4*) yaitu 0.08 % sebagai nilai tertinggi.

V. KESIMPULAN

Setelah didapatkan hasil dari pengujian simulasi, hasil dan pembahasan maka didapatkan kesimpulan, antara lain:

a. Performa proses migrasi *Tunneling*, untuk parameter *delay, packet loss* dan *throughput* dengan nilai yang berbeda dari masing simulasi yang telah dilakukan dengan file berukuran 10 MB, nilai masing – masing parameter yang diamati pada umumnya masih dalam kategoribaik.

b. Aplikasi *video streaming* dapat dijalankan dengan baik dengan menggunakan emulator GNS3 sebagai salah satu cara membandingkan performa pada jaringan *Tunneling.*

c. Dari pencatatan nilai rata – rata *throughput, delay, packet loss* dan simulasi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa jaringan IPv6 dengan metode migrasinya yaitu *tunneling* telah siap melayani *video streaming.*

VI. SARAN

Adapun beberapa saran bagi penelitian salanjutnya, antara lain :

a. Pada penelitian ini metode *dual stack* dan *tunneling* menggunakan RIP (*Routing Information Protocol*) pada IPv4 dan pada IPv6 menggunakan RIPng (*Routing Information Protocol Next Generation*) mampu dijalankan secara bergandengan, sehingga ini merupakan salah satu tanda bahwa *Routing Protocol* yang lain telah siap untuk digunakan pada metode migrasi IP. Ini merupakan salah satu referensi bagi korporasi dan instansi layanan internet yang akan melakukan migrasi IP agar tidak perlu khawatir tentang *Routing* pada perangkat mereka.

b. Membandingkan data pada performa emulator router (GNS3) dengan perangkat *router* yang asli karena kemungkinan adanya *"gap"* (kesenjangan) dapat dijadikan bahan penelitian selanjutnya.

c. Pada penelitian yang akan datang disarankan menentukan simulasi yang lebih bervariasi untuk pengambilan data, seperti ukuran file yang akan digunakan dan jenis file agar dapat mengetahui apakah ada keterkaitan jenis file berbeda tapi ukuran yang sama dengan performa *tunneling*.

VII. DAFTAR PUSTAKA

C., Huifang, Yu, X. & Lei, X. 2013. "End-To-End Quality Adaptation Scheme Based On Qoe Prediction For Video Streaming Service In Lte Networks". In: 11th International Symposium On Modeling & Optimization In Mobile, Ad Hoc & Wireless Networks (Wiopt), pp.627-633.

Chappell, Laura A. 2001, Analisa jaringan.http://kbudiz.wordpress.com/2009/04/17/apa-itu-analisa-jaringan-networkanalysis/

Cisco CCNA Exploration 4.0.2007, *Routing Protocols and Concepts*.

Davies, Joseph. 2008, *Understanding IPv6Second Edition*, Microsoft.

Gay, L.R. 1983. Educational Research Competencies for Analsis & Application 2nd Edition. Ohio: A Bell & Howell Company

Gilang, R.P. 2010. 'Perbandingan performansi jaringan IPv4, dan *Tunneling 6to4*untuk aplikasi FTP pada media *wired* dan *wireless* disisi *client',* Skipsi, Universitas Indonesia

Jacobsen. 2011.*The Internet Protocol Journal.* San Jose, CA 95134-1706 USA.

Mufadhol. 2008.*Networking dan Internet*. Universitas Semarang. Semarang : USM Press.

Oscar & Gin gin. 2008. *TCP/IP dalam Dunia Informatika dan Telekomunikasi.*Bandung :Informatika

R. Hinden & S. Deering. 2003, *IP Version 6 Addressing Architecture RFC 3513*.http://www.ietf.org/rfc/rfc3513.txt

S., Narayan, Gordon, M., Branks, C. and Li, F. 2010. "VoIP Network Performance Evaluation Of Operating Systems With Ipv4 And Ipv6 Network Implementations". In: 3rd IEEE International Conference OnComputer Science and Information Technology (Iccsit), pp.669-673.

Sofana, Iwan. 2009, *Cisco CCNA & Jaringan Komputer*.Bandung : Informatika

Sofana, Iwan. 2012, *Cisco CCNP & Jaringan Komputer*.Bandung : Informatika Sukmaaji, Anjik & Rianto. 2008, *Jaringan Komputer*.Yogyakarta : Andi Yogyakarta

Tiphon. 1999, *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) General aspects of Quality of Service (QoS)*.DTR/TIPHON-05006 (cb0010cs.PDF)