

ANALISA PERBANDINGAN TEKNIK TRANSISI, DUAL-STACK DAN TUNNELING¹ Akbar Abbas Abdullah, ² M. Rizkillah¹ Mahasiswa, ² Dosen Teknik Informatika, STMIK Bumigora Mataram
Jl. Ismail Marzuki Mataram, NTB Telp (0370)-634 498, Fax (0370) 638 369¹ edin.jefan34@gmail.com, ² rizkillah@gmail.com**ABSTRAK**

Teknik dual-stack merupakan salah satu teknik transisi dari IP4 ke IPv6 dengan menerapkan penggunaan IPv4 dan IPv6 berjalan secara bersamaan. Selain teknik dual-stack, teknik lain yang digunakan adalah teknik tunneling. Teknik tunneling merupakan mekanisme node IPv6 yang akan berkomunikasi membuat suatu tunnel untuk melewati jaringan IPv4 yang ada di antaranya. Teknik tunneling IPv6 diatas IPv4 melalui enkapsulasi dan melewatkannya diatas jaringan IPv4. Pengamatan yang dilakukan dari teknik dual-stack dan teknik tunneling adalah menggunakan IPv6 lebih baik dibandingkn IPv4 yang terdapat pada jaringan dual-stack dengan rata-rata kecepatan packet loss client A (IPv4) adalah 8.2 ms dan kecepatan delay padajaringan dual-stack pada client A (IPv4) adalah 7 ms – 9 ms, sedangkan rata-rata kecepatan packet loss client B (IPv6) adalah 7.4 ms dan kecepatan delay client B (IPv6) pada jaringan dual-stack adalah 5.6 ms – 8.8 ms. Kemudian penggunaan IPv6 yang terdapat pada jaringan tunneling dari client A (IPv6) ke client B (IPv6) adalah client A (IPv6) lebih baik dibandingkn client B (IPv6) dengan rata-rata kecepatan packet loss client A (IPv6) ke client B (IPv6) adalah 45.6 ms dan rata-rata kecepatan delay client A (IPv6) ke client B (IPv6) pada jaringan tunneling adalah 8.8 ms – 46.2 ms. Sementara pada client B (IPv6) ke client A (IPv6) adalah rata-rata kecepatan packet loss adalah 41.4 ms dan rata-rata kecepatan delay pada jaringan tunneling adalah 9 ms – 51.6 ms. Hal tersebut dikarenakan pada jaringan tunneling antara client A dan client B dapat berkomunikasi secara langsung, sedangkan pada jaringan dual-stack antara client A (IPv4) dan client B (IPv6) tidak dapat berkomunikasi secara langsung. Selain itu juga, pada jaringan tunneling waktu yang digunakan lebih baik dibandingkan jaringan dual-stack.

Kata Kunci : *Internet protocol versi 4, internet protocol versi 6, Teknik transisi, dual-stack, tunneling, ping, trace route.*

ABSTRACT

The dual-stack technique is one of the transition techniques from IP4 to IPv6 by applying the use of IPv4 and IPv6 running simultaneously. Besides the dual-stack technique, another technique used is tunneling technique. Tunneling technique is the mechanism of IPv6 nodes that will communicate making a tunnel to pass through IPv4 networks in between. IPv6 tunneling technique above IPv4 through encapsulation and passing it over IPv4 networks. Observations made from dual-stack technique and tunneling technique are using IPv6 better than IPv4 which is found on dual-stack networks with the average speed of client A (IPv4) packet loss is 8.2 ms and the delay speed of the dual-stack network on client A (IPv4) is 7 ms - 9 ms, while the average client B packet loss (IPv6) speed is 7.4 ms and client B (IPv6) delay speed on a dual-stack network is 5.6 ms - 8.8 ms. Then the use of IPv6 contained in tunneling networks from client A (IPv6) to client B (IPv6) is client A (IPv6) better than client B (IPv6) with the average speed of client A (IPv6) packet loss to client B (IPv6) is 45.6 ms and the average delay of client A (IPv6) to client B (IPv6) on the tunneling network is 8.8 ms - 46.2 ms. While the client B (IPv6) to client A (IPv6) is the average packet loss speed is 41.4 ms and the average delay in the tunneling network is 9 ms - 51.6 ms. This is because the tunneling network between client A and client B can communicate directly, while the dual-stack network between client A (IPv4) and client B (IPv6) cannot communicate directly. Besides that, the time used for tunneling networks is better than dual-stack networks.

Keywords : *Internet protocol version 4, internet protocol version 6, transition technique, dual stack, tunneling, ping, trace route*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan Internet telah sampai pada titik yang tidak pernah dibayangkan sebelumnya. Perkembangan Internet sedemikian besar hingga didunia terdapat kurang lebih 100 juta host, lebih dari 350 juta user yang aktif di Internet (melebihi jumlah penduduk di

Indonesia), dan masih akan bertambah setiap tahunnya. Akibatnya, alamat IPv4 yang tersedia akan semakin berkurang. Secara teoritis, tersedia 4.294.967.296 atau sekitar empat milyar lebih alamat IPv4 yang unik. Namun, pada kenyataannya alamat IP yang tersedia hanya sekitar 3,2 – 3,3 milyar alamat. Hal tersebut dikarenakan penggunaan alamat yang dibagi-

bagi kedalam kelas-kelas tertentu, pengalokasian alamat yang digunakan untuk multicasting dan lain-lain.

IPv4 yang pada dasarnya tidak pernah berubah sejak 1981 memiliki panjang alamat IP sebesar 32-bit yang artinya mampu mengakomodasi 2^{32} alamat (Postel 1981). Dilain pihak, IPv6 dengan panjang alamat 128-bit mampu menampung 2^{96} kali jumlah alamat yang dapat disediakan oleh IPv4 (Deering 1995). IP versi 6 (IPv6) merupakan protokol Internet yang dikembangkan pada tahun 1994 oleh Internet Protokol Engineering Task Force (IETF) untuk menggantikan IP versi 4 (IPv4) yang saat ini telah mendekati ambang batas alokasi alamatnya. Tujuan utama dikembangkan IPv6 adalah untuk meningkatkan ruang alamat Internet sehingga mampu mengakomodasi perkembangan jumlah pengguna Internet yang semakin pesat.

Perkembangan IPv6 akan menciptakan keadaan dimana jaringan yang masih menggunakan IPv4 berdampingan dengan jaringan yang sudah mengimplementasikan IPv6. Oleh karena itu, yang menjadi perhatian utama pada masa ini adalah bagaimana jaringan IPv6 yang telah dikembangkan mampu berinteraksi dengan jaringan IPv4 yang sudah ada sebelumnya. Dalam implementasi IPv6 ke dalam infrastruktur jaringan Internet yang masih ada terdapat IPv4, ini diperlukan mekanisme transisi yang memungkinkan keduanya untuk saling berhubungan. Dalam mekanisme transisi terapat tiga macam teknik transisi yang digunakan untuk menghubungkan antara IPv4 dan IPv6 di mana ketiga teknik tersebut adalah mekanisme dual-stack, tunneling, dan NAT-PT, namun penulis menggunakan dua teknik saja yaitu dual-stack dan tunneling.

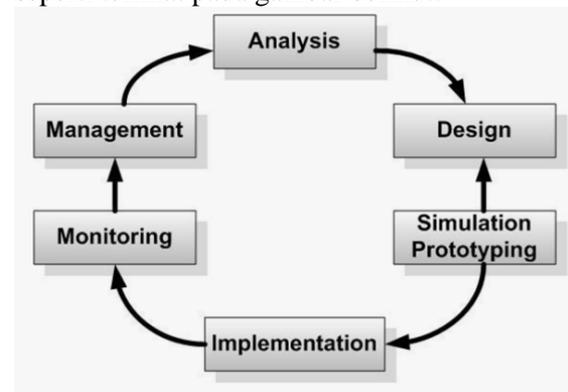
Dual-Stack merupakan salah satu dari tiga metode transisi dari IP4 ke IPv6. Metode dual-stack ini merupakan metode yang paling sering digunakan karena metode ini sangat mudah diterapkan. selain itu, metode ini juga menerapkan penggunaan IPv4 dan IPv6 berjalan secara bersamaan dan logika routing IPv6 sama dengan logika routing IPv4.

Tunneling merupakan mekanisme node IPv6 yang akan berkomunikasi membuat suatu tunnel untuk melewati jaringan IPv4 yang ada di antaranya. Tunneling IPv6 di atas IPv4 melalui enkapsulasi dan melewatkannya diatas jaringan IPv4. Beberapa implementasi dari metode transisi tunneling yang umum dikenal antara lain adalah 6to4, 6over4, ISATAP, serta teredo.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis mendapatkan gambaran awal untuk mengangkat penelitian yang berjudul “Analisa Perbandingan Teknik Transisi, *Dual-Stack* Dan *Tunneling*.” Dengan membangun dua buah jaringan dari masing-masing teknik yakni *dual-stack* dan *tunneling*, menjelaskan bagaimana IPv4 dan IPv6 berjalan bersamaan pada Teknik *dual-stack* dalam satu perangkat simulasi *imagecisco 7200*, untuk uji coba digunakan sebuah laptop yang didalan telah di-*install* GNS sebagai *simulator*, mengkonfigurasi masing-masing teknik yakni *dual-stack* dan *tunneling* pada topologi jaringan yang telah dibangun dengan menggunakan simulasi *imageroutercisco 7200* yang di-*install* pada *simulator* GNS3 untuk menerapkan metode *dual-stack* dan *tunneling*, melakukan analisa pada utitas *ping* untuk melihat *packetloss* dan *traceroute* untuk melihat *delay*, metodologi yang digunakan adalah NDLC (*Network Development Life Cycle*), dalam hal ini penulis hanya menggunakan tiga tahapan yaitu, *Analisa*, *Design* dan *SimulationPrototype*.

II. METODOLOGI

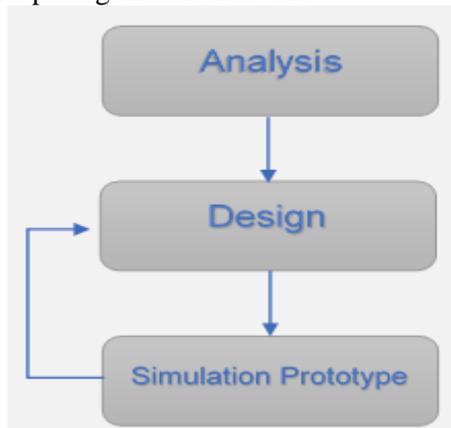
Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian *Network Development Life Cycle* (NDLC) yang merupakan model dibalik kunci perancangan jaringan komputer, NDLC merupakan model yang mendefinisikan siklus proses perancangan atau pengembangan suatu sistem jaringan komputer. Seperti model pengembangan sistem jaringan komputer untuk *software*, NDLC juga mempunyai elemen-elemen yang mendefinisikan fase, tahapan, langkah atau mekanisme proses yang menggambarkan secara keseluruhan proses dan tahapan pengembangan sistem jaringan yang berkesinambungan. (Golden dan Rawles, 2011).NDLC terdiri dari enam tahapan yaitu *analysis*, *design*, *simulationprototype*, *implementation*, *monitoring* dan *management*. Keenam tahapan NDLC tersebut seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2.1 *Network Development Life Cycle*

(Sumber: *AppliedDataCommunications, A bussiness-OrientedApproach*, [1]).

Dari keenam tahapan yang terdapat pada metode NDLC diatas penulis hanya menggunakan tiga tahapan antara lain *Analysis*, *Design* dan *SimulationPrototype* dikarenakan ketiga metode tersebut sudah cukup untuk kebutuhan dalam proses perancangan penelitian ini, seperti yang terlihat pada gamabar dibawah:



Gambar 2.2 Metodologi *Network Development Life Cycle* Dalam Tiga Tahapan

1. *Analysis*

penulisan penelitian ini, penulis menggunakan beberapa tahapan dengan cara pengumpulan data dan analisa yaitu dengan melakukan studi *literature*, studi pustaka, artikel-artikel dan tutorial yang membahas tentang permasalahan unjuk kerja transmisi IP pada jaringan yang menerapkan teknik transisi untuk menghubungkan jaringan IPv4 dengan IPv6.

2. *Design*

Pada tahap perancangan, diakukan perancangan jaringan yang akan digunakan yaitu jaringan IPv4, jaringan IPv6 dan perancangan dari masing-masing teknik transisi yaitu *dual-stack* dan *tunneling* serta kebutuhan perangkat keras dan lunak yang dibutuhkan.

3. *SimulationPrototype*

Pada tahap ini, setelah menganalisa dan mendapatkan *design* jaringan, hal selanjutnya penulis membuat simulasi dan konfigurasi dengan media virtualisasi yang memanfaatkan beberapa *toolssimulator* jaringan karena tidak memungkinkan untuk dieksplotasi secara langsung pada kenyataannya. Namun jika terjadi kesalahan ini, maka akan dilakukan *design* ulang, artinya kemblai lagi pada tahap

design barulah kemudian melakukan simulasi *prototype*.

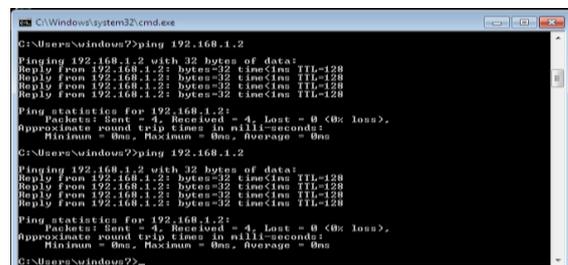
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Coba Jaringan *Dual-Stack*

Analisa yang akan dilakukan dalam uji coba ini yaitu mengamati *packetloss* dengan menggunakan utilitas *ping* dan mengamati *delay* dengan menggunakan utilitas *tracert* pada masing-masing teknik yaitu *dual-stack* dan *tunneling*.

Uji coba *Client A (IPv4)* ke Diri Sendiri

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.1 Hasil Utilitas *Ping* ke Diri Sendiri

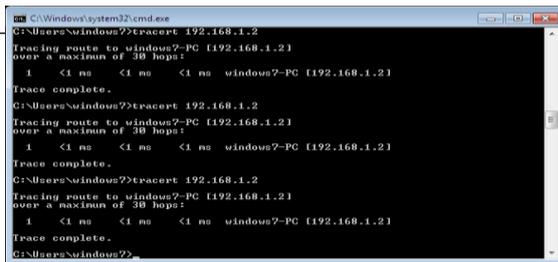
Setelah uji coba dengan menggunakan utilitas *ping* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel seperti dibawah ini:

Tabel 3.1 Hasil Uji Coba *PacketLoss*

Packet Lost						
NO	S	R	L	Max	Min	Avarage
1	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
2	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
3	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
4	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
5	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
AVG	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms

Dari beberapa percobaan pada jaringan *dual-stack* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *packetloss*: rata-rata *maximun* 5 ms, rata-rata *minimum* 12.4 ms dan rata-rata *average* 8.2 ms.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.2 Hasil Utilitas *Trace Route* ke Diri Sendiri

Begitu juga dengan uji coba *traceroute* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

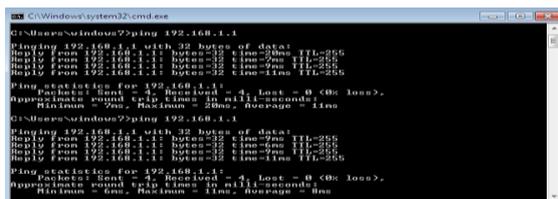
Tabel 3.2 Hasil Uji Coba *Delay*

Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	1 ms	1 ms	1 ms	192.168.1.2
2	1 ms	1 ms	1 ms	192.168.1.2
3	1 ms	1 ms	1 ms	192.168.1.2
4	1 ms	1 ms	1 ms	192.168.1.2
5	1 ms	1 ms	1 ms	192.168.1.2
AVG	1 ms	1 ms	1 ms	192.168.1.2

Dari beberapa percobaan pada jaringan *dual-stack* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *delay* untuk mencapai *destination IP* adalah < 1 ms.

Uji coba Client A (IPv4) ke R_Dual-Stack f0/0

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.3 Hasil Utilitas *Ping* ke R_Dual-Stack f0/0

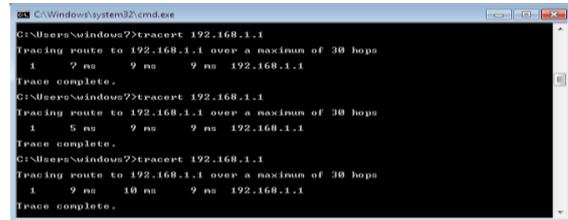
Setelah uji coba dengan menggunakan utilitas *ping* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel seperti dibawah ini:

Tabel 3.3 Hasil Uji Coba *PacketLoss*

Packet Lost						
NO	S	R	L	Max	Min	Avarage
1	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
2	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
3	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
4	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms

5	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
AVG	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.4 Hasil Utilitas *Trace Route* keR_Dual-Stack f0/0

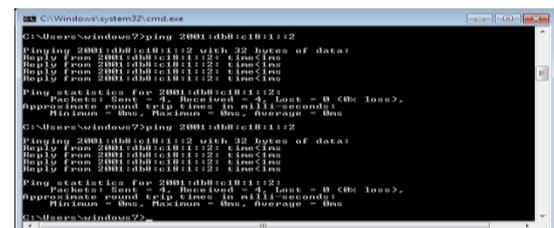
Begitu juga dengan uji coba *traceroute* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

Tabel 3.4 Hasil Uji Coba *Delay*

Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	7 ms	9 ms	9 ms	192.168.1.1
2	5 ms	9 ms	9 ms	192.168.1.1
3	9 ms	10 ms	9 ms	192.168.1.1
4	8 ms	8 ms	9 ms	192.168.1.1
5	6 ms	9 ms	9 ms	192.168.1.1
AVG	7 ms	9 ms	9 ms	192.168.1.1

Uji coba Client B (IPv6) ke Diri Sendiri

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.5 Hasil Utilitas *Ping* ke Diri Sendiri

Setelah uji coba dengan menggunakan utilitas *ping* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel seperti dibawah ini:

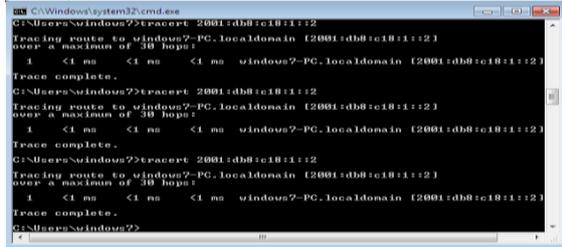
Tabel 3.5 Hasil Uji Coba *PacketLoss*

Packet Lost							
NO	S	R	L	Max	Min	Avarage	
1	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms	
2	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms	
3	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms	

4	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
5	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
AVG	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms

Dari beberapa percobaan pada jaringan *dual-stack* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *packetloss*: rata-rata *maximum* 0 ms, rata-rata *minimum* 0 ms dan rata-rata *average* 0 ms, hal ini dikarenakan uji koneksi pada diri sendiri.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.6 Hasil Utilitas *Trace Route* ke Satu, Dua dan Tiga

Begitu juga dengan uji coba *tracert* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

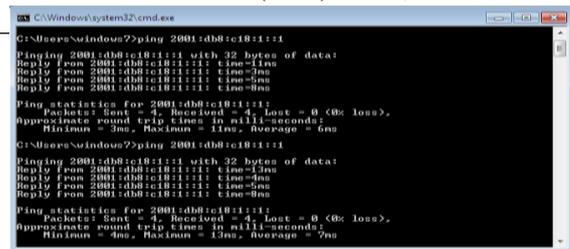
Tabel 3.6 Hasil Uji Coba *Delay*

Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:1::2
2	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:1::2
3	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:1::2
4	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:1::2
5	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:1::2
AVG	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:1::2

Dari beberapa percobaan pada jaringan *dual-stack* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *delay* yang dibutuhkan untuk mencapai *destination IP* adalah < 1 ms.

Uji coba Client B (IPv6) ke R_Dual-Stack f0/1

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.7 Hasil Utilitas *Ping* ke Satu dan Dua

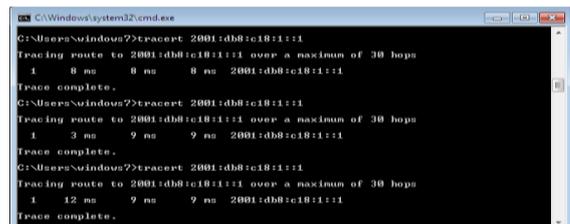
Setelah uji coba dengan menggunakan utilitas *ping* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel seperti dibawah ini:

Tabel 3.7 Hasil Uji Coba *PacketLoss*

Packet Lost						
NO	S	R	L	Max	Min	Average
1	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
2	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
3	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
4	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
5	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
AVG	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms

Dari beberapa percobaan pada jaringan *dual-stack* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *packetloss*: rata-rata *maximum* 0 ms, rata-rata *minimum* 0 ms dan rata-rata *average* 0 ms, hal ini dikarenakan uji koneksi pada diri sendiri.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.8 Hasil Utilitas *Trace Route* ke Satu, Dua dan Tiga

Begitu juga dengan uji coba *tracert* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

Tabel 3.8 Hasil Uji Coba *Delay*

Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:1::2
2	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:1::2

3	1	1	1	2001:db8:c18:1::2
	ms	ms	ms	
4	1	1	1	2001:db8:c18:1::2
	ms	ms	ms	
5	1	1	1	2001:db8:c18:1::2
	ms	ms	ms	
AVG	1	1	1	2001:db8:c18:1::2
	ms	ms	ms	

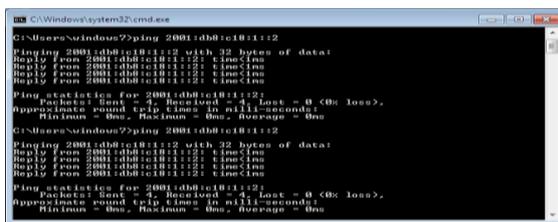
Dari beberapa percobaan pada jaringan *dual-stack* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *delay* yang dibutuhkan untuk mencapai *destination* IP adalah < 1 ms.

Hasil Uji Coba Jaringan Tunneing

Analisa yang akan dilakukan dalam uji coba ini yaitu mengamati *packetloss* dengan menggunakan utilitas *ping* dan mengamati *delay* dengan menggunakan utilitas *tracert* pada masing-masing teknik yaitu *dual-stack* dan *tunneling*.

Uji coba Client A (IPv6) ke Diri Sendiri

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.9 Hasil Utilitas Ping ke Satu dan Dua

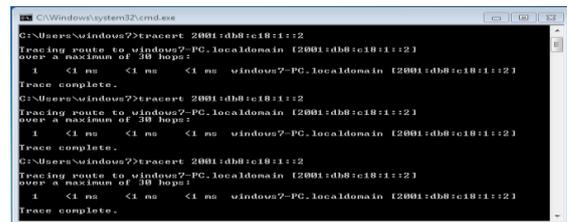
Setelah uji coba dengan menggunakan utilitas *ping* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel seperti dibawah ini:

Tabel 3.9 Hasil Uji Coba PacketLoss

Packet Lost						
NO	S	R	L	Max	Min	Avarage
1	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
2	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
3	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
4	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
5	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
AVG	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *packetloss*: rata-rata *maximun* 0 ms, rata-rata *minimum* 0 ms dan rata-rata *average* 0 ms, hal ini dikarenakan uji koneksi pada diri sendiri.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.10 Hasil Utilitas Trace Route ke Satu, Dua dan Tiga

Begitu juga dengan uji coba *tracert* yang dilakukan senyap lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

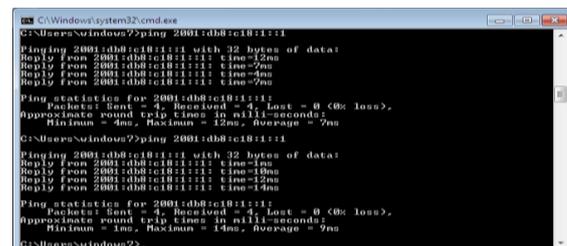
Tabel 3.10 Hasil Uji Coba Delay

Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	1	1	1	2001:db8:c18:1::2
	ms	ms	ms	
2	1	1	1	2001:db8:c18:1::2
	ms	ms	ms	
3	1	1	1	2001:db8:c18:1::2
	ms	ms	ms	
4	1	1	1	2001:db8:c18:1::2
	ms	ms	ms	
5	1	1	1	2001:db8:c18:1::2
	ms	ms	ms	
AVG	1	1	1	2001:db8:c18:1::2
	ms	ms	ms	

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *delay* untuk mencapai *destination* IP adalah < 1 ms.

Uji coba Client A (IPv6) ke R_Tunneling-1

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.11 Hasil Utilitas Ping ke Satu dan Dua

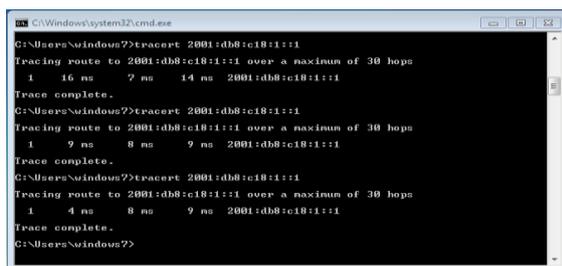
Setelah uji coba dengan menggunakan utilitas *ping* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel seperti dibawah ini:

Tabel 3.11 Hasil Uji Coba *PacketLoss*

Packet Lost						
NO	S	R	L	Max	Min	Avarage
1	4	4	0	4 ms	12 ms	7 ms
2	4	4	0	1 ms	14 ms	9 ms
3	4	4	0	4 ms	18 ms	10 ms
4	4	4	0	7 ms	9 ms	8 ms
5	4	4	0	3 ms	18 ms	10 ms
AVG	4	4	0	3.8 ms	14.2 ms	8.8 ms

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *packetloss*: rata-rata *maximum* 3.8 ms, rata-rata *minimum* 14.2 ms dan rata-rata *average* 8.8 ms.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.12 Hasil Utilitas *Trace Route* ke Satu, Dua dan Tiga

Begitu juga dengan uji coba *traceroute* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

Tabel 3.12 Hasil Uji Coba *Delay*

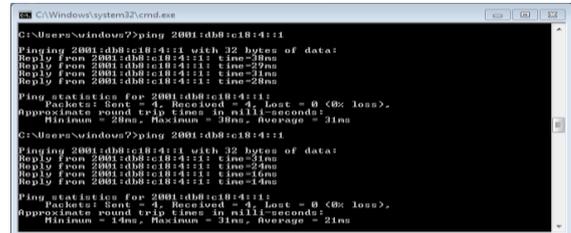
Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	16 ms	7 ms	14 ms	2001:db8:c18:1::1
2	9 ms	8 ms	9 ms	2001:db8:c18:1::1
3	4 ms	8 ms	9 ms	2001:db8:c18:1::1
4	16 ms	8 ms	10 ms	2001:db8:c18:1::1
5	10 ms	8 ms	9 ms	2001:db8:c18:1::1
AVG	11 ms	7.8 ms	10.2 ms	2001:db8:c18:1::1

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *delay* yang dibutuhkan

untuk mencapai *destination IP* adalah 7.8 = 11 ms.

Uji coba *Client A (IPv6)* ke *R_Tunneling-2*

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.13 Hasil Utilitas *Ping* ke Satu dan Dua

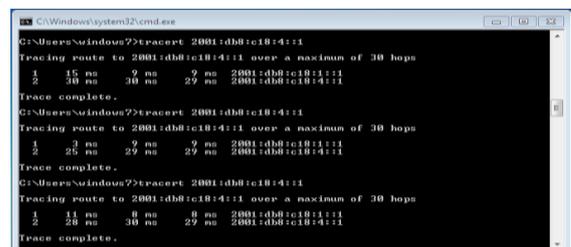
Setelah uji coba dengan menggunakan utilitas *ping* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel seperti dibawah ini:

Tabel 3.13 Hasil Uji Coba *PacketLoss*

Packet Lost						
NO	S	R	L	Max	Min	Avarage
1	4	4	0	28 ms	38 ms	31 ms
2	4	4	0	14 ms	31 ms	21 ms
3	4	4	0	19 ms	28 ms	23 ms
4	4	4	0	13 ms	29 ms	21 ms
5	4	4	0	26 ms	33 ms	30 ms
AVG	4	4	0	20 ms	31.8 ms	25.2 ms

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *packetloss*: rata-rata *maximum* 20 ms, rata-rata *minimum* 31.8 ms dan rata-rata *average* 25.2 ms.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.14 Hasil Utilitas *Trace Route* ke Satu, Dua dan Tiga

Begitu juga dengan uji coba *traceroute* yang dilakukan senyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

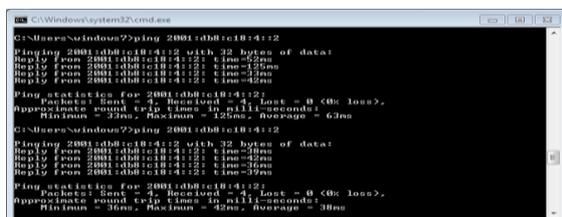
Tabel 3.14 Hasil Uji Coba Delay

Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	15 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:1::1
	30 ms	30 ms	29 ms	2001:db8:c18:2::2
2	3 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:1::1
	25ms	29 ms	29 ms	2001:db8:c18:2::2
3	11 ms	8 ms	8 ms	2001:db8:c18:1::1
	28 ms	30 ms	29 ms	2001:db8:c18:2::2
4	21 ms	8 ms	8 ms	2001:db8:c18:1::1
	25 ms	29 ms	29 ms	2001:db8:c18:2::2
5	7 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:1::1
	26 ms	29 ms	19 ms	2001:db8:c18:2::2
AVG	11.4 ms	8.6 ms	8.6 ms	2001:db8:c18:1::1
	26.8ms	29.4 ms	27 ms	2001:db8:c18:2::2

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *delay* yang dibutuhkan untuk mencapai *destination IP* dari lompatan pertama – lompatan ke-2 adalah 8.6 ms – 29.4 ms.

Uji coba Client A (IPv6) ke Client B (IPv6)

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.15 Hasil Utilitas Ping ke Satu dan Dua

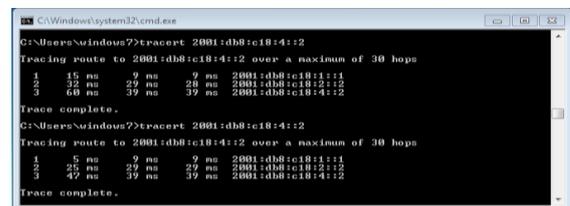
Tabel 3.15 Hasil Uji Coba PacketLoss

Packet Lost

NO	S	R	L	Max	Min	Average
1	4	4	0	33 ms	125 ms	63 ms
2	4	4	0	36 ms	42 ms	38 ms
3	4	4	0	33 ms	57 ms	42ms
4	4	4	0	39 ms	45 ms	41 ms
5	4	4	0	37 ms	58 ms	44 ms
AVG	4	4	0	35.6 ms	65.4 ms	45.6 ms

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *packetloss*: rata-rata *maximum* 35.6 ms, rata-rata *minimum* 65.4 ms dan rata-rata *average* 45.6 ms.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.16 Hasil Utilitas Trace Route ke Satu, Dua dan Tiga

Begitu juga dengan uji coba *traceroute* yang dilakukan senyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

Tabel 3.16 Hasil Uji Coba Delay

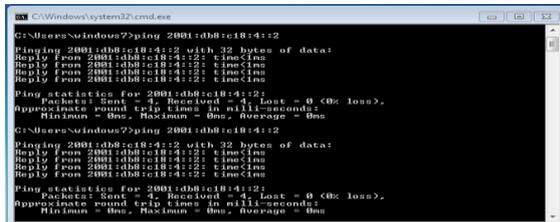
Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	15 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:1::1
	32 ms	29 ms	18 ms	2001:db8:c18:2::2
	60 ms	39 ms	39 ms	2001:db8:c18:4::2
2	5 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:1::1
	25ms	29 ms	29 ms	2001:db8:c18:2::2
	47 ms	39 ms	39 ms	2001:db8:c18:4::2
3	10 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:1::1
	24 ms	29 ms	29 ms	2001:db8:c18:2::2
	44 ms	39 ms	39 ms	2001:db8:c18:4::2
4	8 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:1::1
	27 ms	29 ms	29 ms	2001:db8:c18:2::2
	44 ms	39 ms	39 ms	2001:db8:c18:4::2
5	9 ms	8 ms	8 ms	2001:db8:c18:1::1
	25 ms	28 ms	28 ms	2001:db8:c18:2::2
	36 ms	39 ms	39 ms	2001:db8:c18:4::2

	9.4 ms	8.8	8.8	2001:db8:c18:1::1
AVG	26.6 ms	28.8	26.6	2001:db8:c18:2::2
	46.2 ms	39 ms	39 ms	2001:db8:c18:4::2

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *delay* yang dibutuhkan untuk mencapai *destination* IP dari lompatan pertama – lompatan ke-3 adalah 8.8 ms – 46.2 ms.

Uji coba Client B (IPv6) ke Diri Sendiri

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.17 Hasil Utilitas *Ping* ke Satu dan Dua

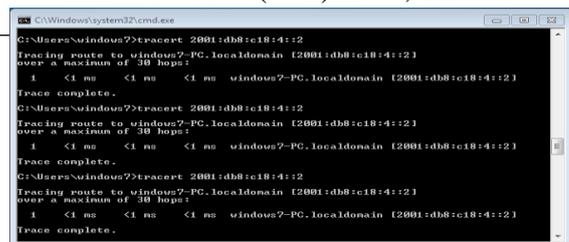
Setelah uji coba dengan menggunakan utilitas *ping* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel seperti dibawah ini:

Tabel 3.17 Hasil Uji Coba *PacketLoss*

Packet Lost						
NO	S	R	L	Max	Min	Avarage
1	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
2	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
3	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
4	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
5	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms
AVG	4	4	0	0 ms	0 ms	0 ms

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *packetloss*: rata-rata *maximum* 0 ms, rata-rata *minimum* 0 ms dan rata-rata *average* 0 ms, hal ini dikarenakan uji koneksi pada diri sendiri.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.18 Hasil Utilitas *Trace Route* ke Satu, Dua dan Tiga

Begitu juga dengan uji coba *traceroute* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

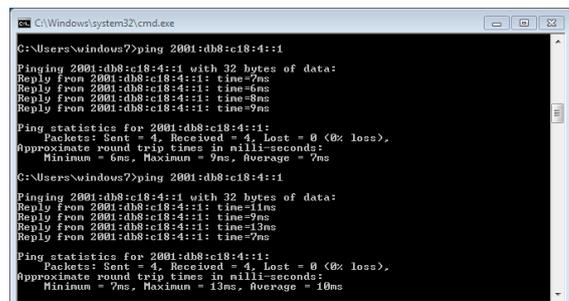
Tabel 3.18 Hasil Uji Coba *Delay*

Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:4::2
2	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:4::2
3	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:4::2
4	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:4::2
5	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:4::2
AVG	1 ms	1 ms	1 ms	2001:db8:c18:4::2

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *delay* yang dibutuhkan untuk mencapai *destination* IP adalah < 1 ms.

Uji coba Client B (IPv6) ke R_Tunneling-2

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.19 Hasil Utilitas *Ping* ke Satu dan Dua

Setelah uji coba dengan menggunakan utilitas *ping* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel seperti dibawah ini:

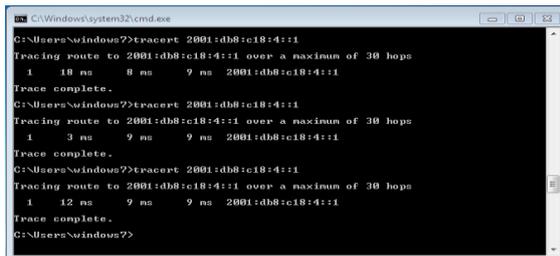
Tabel 3.19 Hasil Uji Coba *PacketLoss*

Packet Lost						
NO	S	R	L	Max	Min	Avarage
1	4	4	0	6 ms	9 ms	7 ms
2	4	4	0	7 ms	13 ms	10 ms
3	4	4	0	5 ms	22 ms	12 ms

4	4	4	0	3 ms	12 ms	8 ms
5	4	4	0	4 ms	15 ms	9 ms
AVG	4	4	0	5 ms	14.2 ms	9.2 ms

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *packetloss*: rata-rata *maximum* 5 ms, rata-rata *minimum* 14.2 ms dan rata-rata *average* 9.2 ms.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.20 Hasil Utilitas *Trace Route* ke Satu, Dua dan Tiga

Begitu juga dengan uji coba *traceroute* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

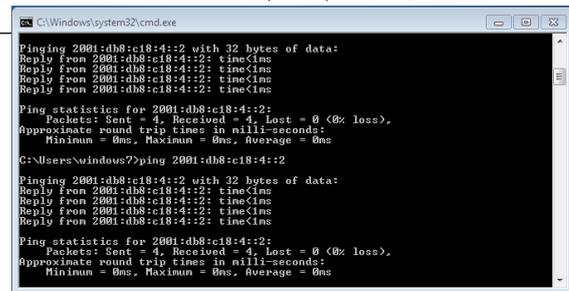
Tabel 3.20 Hasil Uji Coba *Delay*

Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	18 ms	8 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
2	3 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
3	12 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
4	14 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
5	4 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
AVG	10.2 ms	8.8 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *delay* yang dibutuhkan untuk mencapai *destination IP* adalah 8.8 ms — 10.2 ms.

Uji coba Client B (IPv6) ke R Tunneling-1

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas *ping* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.21 Hasil Utilitas *Ping* ke Satu dan Dua

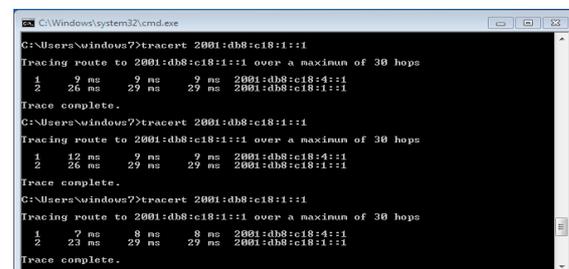
Setelah uji coba dengan menggunakan utilitas *ping* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel seperti dibawah ini:

Tabel 3.21 Hasil Uji Coba *PacketLoss*

Packet Lost						
NO	S	R	L	Max	Min	Avarage
1	4	4	0	46 ms	76 ms	54 ms
2	4	4	0	46 ms	75 ms	56 ms
3	4	4	0	46 ms	86 ms	67 ms
4	4	4	0	46 ms	51 ms	47 ms
5	4	4	0	46 ms	88 ms	56 ms
AVG	4	4	0	46 ms	75.2 ms	56 ms

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *packetloss*: rata-rata *maximum* 75.2 ms, rata-rata *minimum* 46 ms dan rata-rata *average* 56 ms.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui *delay* dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.22 Hasil Utilitas *Trace Route* ke Satu, Dua dan Tiga

Begitu juga dengan uji coba *traceroute* yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

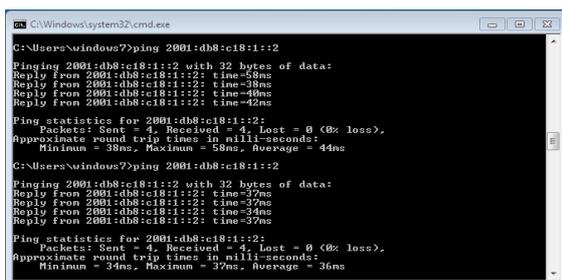
Tabel 3.22 Hasil Uji Coba Delay

Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	15 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
	32 ms	29 ms	18 ms	2001:db8:c18:1::1
2	5 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
	25ms	29 ms	29 ms	2001:db8:c18:1::1
3	10 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
	24 ms	29 ms	29 ms	2001:db8:c18:1::1
4	8 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
	27 ms	29 ms	29 ms	2001:db8:c18:1::1
5	9 ms	8 ms	8 ms	2001:db8:c18:4::1
	25 ms	28 ms	28 ms	2001:db8:c18:1::1
AVG	9.4 ms	8.8 ms	8.8 ms	2001:db8:c18:4::1
	26.6 ms	28.8 ms	26.6 ms	2001:db8:c18:1::1

Dari beberapa percobaan pada jaringan tunneling yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata delay yang dibutuhkan untuk mencapai destination IP dari lompatan pertama – lompatan ke-2 adalah 8.8 ms – 28.8 ms.

Uji coba Client B (IPv6) ke Client A (IPv6)

Dilakukan uji coba sebanyak lima kali dengan mengukur konektifitas dalam memanfaatkan utilitas ping seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.23 Hasil Utilitas Ping ke Satu dan Dua

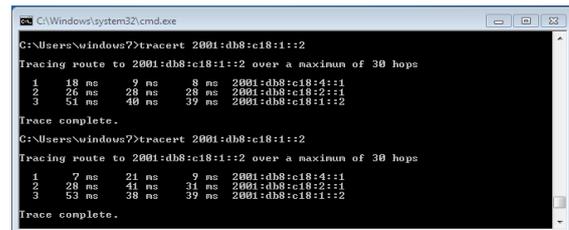
Tabel 3.23 Hasil Uji Coba PacketLoss

Packet Lost						
NO	S	R	L	Max	Min	Avarage
1	4	4	0	34 ms	66 ms	44 ms
2	4	4	0	24 ms	48 ms	38 ms
3	4	4	0	38 ms	58 ms	44 ms
4	4	4	0	34 ms	37 ms	36 ms
5	4	4	0	38 ms	62 ms	45 ms

AVG	4	4	0	33.6	54.2	41.4 ms
				ms	ms	

Dari beberapa percobaan pada jaringan tunneling yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata packetloss: rata-rata maximum 33.6 ms, rata-rata minimum 54.2 ms dan rata-rata average 41.4 ms.

TraceRoute juga dilakukan sebanyak lima kali untuk mengetahui delay dari alamat sumber ke alamat tujuan. Berikut adalah hasil-hasil dari uji cobanya:



Gambar 3.24 Hasil Utilitas Trace Route ke Satu, Dua dan Tiga

Begitu juga dengan uji coba traceroute yang dilakukan sebanyak lima kali, maka dapat dimuat tabel dibawah ini:

Tabel 2.24 Hasil Uji Coba Delay

Delay				
NO	MS	MS	MS	Destination IP
1	18 ms	9 ms	8 ms	2001:db8:c18:4::1
	26 ms	28 ms	28 ms	2001:db8:c18:2::1
	51 ms	40 ms	39 ms	2001:db8:c18:1::2
2	7 ms	21 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
	28 ms	41 ms	31 ms	2001:db8:c18:2::1
	53 ms	38 ms	39 ms	2001:db8:c18:1::2
3	10 ms	9 ms	10 ms	2001:db8:c18:4::1
	29 ms	29 ms	31 ms	2001:db8:c18:2::1
	51 ms	39 ms	41 ms	2001:db8:c18:1::2
4	17 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
	26 ms	29 ms	29 ms	2001:db8:c18:2::1
	68 ms	38 ms	38 ms	2001:db8:c18:1::2
5	9 ms	9 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
	27 ms	28 ms	29 ms	2001:db8:c18:2::1
	35 ms	39 ms	39 ms	2001:db8:c18:1::2
AVG	12.2 ms	11.4 ms	9 ms	2001:db8:c18:4::1
	27.2 ms	31 ms	29.6 ms	2001:db8:c18:2::1
	51.6 ms	38.8 ms	39.2 ms	2001:db8:c18:1::2

Dari beberapa percobaan pada jaringan *tunneling* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rata-rata *delay* yang dibutuhkan untuk mencapai *destination* IP dari lompatan pertama – lompatan ke-3 adalah 9 ms – 51.6 ms.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

1. SIMPULAN

Dari hasil konfigurasi, pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada teknik *dual-stack* dan *tunneling* maka dapat disimpulkan bahwa:

1. *Dual-stack* adalah metode yang mendukung sebuah perangkat khususnya *routercisco* menggunakan dua IP yaitu IPv4 dan IPv6 dan berjalan bersamaan. Namun kedua IP tersebut tidak dapat saling berkomunikasi.
2. Dari hasil uji coba pada jaringan *dual-stack* antara *client* A (IPv4) dengan *client* B (IPv6) tidak dapat berhubungan antara satu sama lain. Sedangkan pada jaringan *tunneling* antara *client* A (IPv6) dan *client* B (IPv6) dapat berhubungan antara satu sama lain. Hal tersebut dikarenakan teknik *tunneling* merupakan mekanisme *node* IPv6 yang akan berkomunikasi, membuat suatu *tunnel* untuk melewati jaringan IPv4 yang ada di antaranya.
3. Dari hasil uji coba yang dilakukan pada jaringan *dual-stack* yaitu waktu tempuh yang diperlukan oleh IPv6 pada f0/1 lebih baik dibandingkan IPv4 yang ada pada f0/0 dengan rata-rata *packet loss* IPv6 adalah 7.4 ms dan rata-rata *delay* IPv6 adalah 5.6 ms – 8.8 ms. Sedangkan rata-rata *packet loss* IPv4 adalah 8.2 ms dan rata-rata *delay* IPv6 adalah 7 ms – 9 ms.
4. Dari hasil uji coba utilitas *ping* dan utilitas *trace route* yang dilakukan pada jaringan *tunneling* waktu tempuh yang diperlukan dari *client* A (IPv6) ke *client* B (IPv6) lebih baik dibandingkan waktu tempuh yang diperlukan *client* B (IPv6) ke *client* A (IPv6) dengan rata-rata *packet loss* *client* A (IPv6) ke *client* B (IPv6) adalah 45.6 ms dan rata-rata *delay* *client* A (IPv6) ke *client* B (IPv6) adalah 8.8 ms – 46.2 ms. Sedangkan rata-rata *packet loss* *client* B (IPv6) ke *client* A (IPv6) adalah 41.4 ms dan rata-rata *delay* *client* B (IPv6) ke *client* A (IPv6) adalah 9 ms – 51.6 ms.

2. SARAN

Adapun saran yang diharapkan agar penelitian ini dapat mencapai hasil yang maksimal adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan berikutnya, diharapkan menggunakan perangkat *realroutercisco* dan bukan simulasi agar hasil uji coba yang dilakukan lebih efisien karena merupakan uji coba langsung.
2. Diharapkan untuk masa mendatang kedua teknik tersebut dapat diterapkan pada jaringan nyata, seperti pada sebuah instansi, sekolah dan lain sebagainya.

REFERENSI

- [1] James E. Goldman, Philips T. Rawles, Third Edition, 2001, John Wiley & Sons: 470.
- [2] M. Wordan S. (2009, Januari). Perancangan Simulasi Jaringan Komputer IPv6 diatas IPv4 Dengan Metode Teredo Tunneling. Dapat diakses dari <http://www.artando@telkom.net>. Diakses pada tanggal 05 Mare 2016 13:19:00
- [3] Pratama, Eka. (2014). *Handbook Jaringan Komputer*. Bandung. Informatika.
- [4] Primanedi, Ari. 2013. *Cisco IOS (Internetwork Operating System)* dari <http://ari-primanedi.blog.ugm.ac.id/2013/05/24/cisco-ios-internetwork-operating-system>, diakses 13 januari 2017
- [5] Reko Artondo, (2010, November). Analisa dan Implementasi IPv6 Tunnel Broker Untuk Interkoneksi Antara IPv6 dan IPv4. Dapat diakses dari <http://www.artando@telkom.net>. Diakses pada tanggal 05 Mare 2016 13:19:00
- [6] Sofiana, Iwan. 2012. *CISCO CCNA dan Komputer*. Bandung. Informatika.
- [7] Stalling, Williams. 2011. *Komunikasi Data Dan Komputer: Dasar-dasar Konikasi Data*. SalembaTeknika, Jakarta.
- [8] Sugeng, Wirano. 2010. *Membangun Jaringan Komputer: Jaringan Komputer Dengan TCP/IP*. Modula, Bandung.
- [9] Sutana, W. 2005. *Komunikasi Data Dan Jaringan Komputer*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [10] Zakaria, Muchammad. (2017). *Internet. Pengertian Jaringan Komputer*. Diakses pada 5 januari 2017 dari <http://nesabamedia.com/pengertian-manfaat-dan-macam-macam-jaringan-komputer/>