



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN IPV6
TUNNELING PADA APLIKASI CHAT DAN VOIP**

SKRIPSI

**AWAN ASMARA FRIMA
0606042336**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Awan Asmara Frima
NPM : 0606042336
Tanda Tangan :
Tanggal : 16 Juni 2009**

HALAMAN PENGESAHAN


Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Awan Asmara Frima
NPM : 0606042336
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perbandingan Performansi Jaringan IPv6 Tunneling pada Aplikasi Chat dan VoIP

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. A. Endang Sriningsih, MT

()

Penguji : Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna M.Eng

()

Penguji : Prima Dewi Purnamasari ST, MT

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Juni 2009

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

Ir. A. Endang Sriningsih, MT

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juni 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Awan Asmara Frima
NPM : 0606042336
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Perbandingan Performansi Jaringan IPv6 Tunneling pada Aplikasi Chat dan VoIP

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 16 Juni 2009

(Awan Asmara Frima)

ABSTRAK

Nama : Awan Asmara Frima
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Perbandingan Performansi Jaringan IPv6 Tunneling pada Aplikasi Chat dan VoIP

IPv6 merupakan protokol generasi berikutnya dari IPv4. IPv6 memiliki kapasitas alamat yang jauh lebih besar dari pada IPv4. Panjang alamat pada IPv6 adalah 128 bit. IPv6 memiliki format header yang sederhana, tawaran QoS yang lebih baik dan keamanan yang lebih baik dari pada generasi sebelumnya.

Analisis akan dilakukan pada jaringan IPv4 murni, IPv6 murni, IPv6 tunneling 6to4 dan IPv6 tunneling ISATAP. Pada masing-masing tipe jaringan tersebut akan dianalisa *response time* dan *delay* menggunakan aplikasi Chat dan VoIP. Agar data yang dianalisa menyerupai kondisi jaringan sebenarnya, maka saat pengambilan data akan dibandingkan antara kondisi tanpa trafik, trafik ICMP 64KB dan trafik FTP 60.660MB. Pengambilan data menggunakan aplikasi *chat* dan VoIP.

Hasil dari pengujian tersebut menunjukkan jaringan IPv4 murni memiliki *response time* dan *delay* lebih cepat dari pada jaringan IPv6. Sedangkan IPv6 tunneling ISATAP memiliki *response time* dan *delay* lebih baik dari pada IPv6 tunneling 6to4.

Kata kunci : *IPv4, IPv6, tunneling ISATAP, tunneling 6to4, response time dan delay*

ABSTRACT

*Name : Awan Asmara Frima
Study Program : Electronics Engineering
Title : Performance Comparison Tunneling IPv6 Network for Chat
and VoIP Applications.*

IPv6 is next generation protocol of IPv4. IPv6 has more big addressing capacity than IPv4. IPv6 addressing is 128 bits. IPv6 has more simple header format, better QoS and more high security than IPv4.

Analysis will do at IPv4 network, IPv6 network, IPv6 tunneling 6to4 and IPv6 tunneling ISATAP. On that each network type will be analysed response time and delay. Network will be same as real network cause data will compare with network without traffic, using ICMP 64KB and FTP 60.660 MB. Data will be captured using Chat and VoIP applications.

The result of this testing show that IPv4 network has response time and delay more fast than IPv6 network. Another result is IPv6 tunneling ISATAP has response time and delay more better than IPv6 tunneling 6to4.

Keywords : IPv4, IPv6, tunneling ISATAP, tunneling 6to4, response time and delay

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Sejarah IPv6.....	4
2.2 Perbedaan antara IPv4 dan IPv6.....	5
2.3 Spesifikasi Teknis IPv6.....	6
2.4 Sistem Pengalamatan IPv6.....	9
2.5 Mekanisme Transisi IPv4 ke IPv6.....	13
2.6 Tunneling 6to4.....	15
2.7 Tunneling ISATAP.....	18
2.8 Aplikasi Voice Over IP.....	20
2.8.1 Protocol H.323.....	21
2.8.2 Protocol H.245.....	22

2.8.3 Protocol H.225.....	22
2.9 Aplikasi Chat.....	23
BAB III KONFIGURASI JARINGAN DAN METODE PENGAMBILAN DATA.....	24
3.1 Topologi Jaringan.....	24
3.2 Konfigurasi Jaringan.....	25
3.2.1 Konfigurasi IPv4 Murni.....	25
3.2.2 Konfigurasi IPv6 Murni.....	25
3.2.3 Konfigurasi Tunneling 6to4.....	26
3.2.4 Konfigurasi Tunneling ISATAP.....	26
3.3 Metode Pengambilan Data.....	27
BAB IV ANALISA HASIL PENGUJIAN.....	28
4.1 Parameter dan Perencanaan.....	28
4.2 Hasil Pengambilan Data dan Analisa.....	28
4.2.1 Aplikasi Chat Jaringan Tanpa Beban.....	28
4.2.2 Aplikasi Chat Jaringan Beban ICMP 64KB.....	31
4.2.3 Aplikasi Chat Jaringan Beban FTP 60.660MB.....	33
4.2.4 Aplikasi VoIP Jaringan Tanpa Beban.....	35
4.2.5 Aplikasi VoIP Jaringan Beban ICMP 64KB.....	38
4.2.6 Aplikasi VoIP Jaringan Beban FTP 60.660MB.....	40
BAB V KESIMPULAN.....	43
DAFTAR ACUAN.....	44
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan header IPv4 dan IPv6.....	6
Gambar 2.2 Format <i>extension header</i> IPv6.....	8
Gambar 2.3 Dual IP Layer.....	14
Gambar 2.4 Sistem <i>Tunneling</i>	15
Gambar 2.5 Network <i>tunneling</i> 6to4.....	18
Gambar 2.6 Network <i>tunneling</i> 6to4 untuk 2 <i>node</i>	18
Gambar 2.7 Network <i>tunneling</i> ISATAP.....	19
Gambar 2.8 Network <i>tunneling</i> ISATAP dan 6to4.....	20
Gambar 2.9 Deskripsi Layer VoIP.....	21
Gambar 2.10 Deskripsi Jenis Protocol VoIP.....	22
Gambar 3.1 Perencanaan Infrastruktur Jaringan.....	24
Gambar 3.2 Perencanaan Infrastruktur Jaringan IPv4 murni.....	25
Gambar 3.3 Perencanaan Infrastruktur Jaringan IPv6 murni.....	25
Gambar 3.4 Perencanaan Infrastruktur Jaringan IPv6 over IPv4 menggunakan tunneling 6to4.....	26
Gambar 3.5 Perencanaan Infrastruktur Jaringan IPv6 over IPv4 menggunakan tunneling ISATAP.....	26
Gambar 4.1 Konfigurasi IPv4 murni.....	28
Gambar 4.2 Konfigurasi IPv6 murni.....	29
Gambar 4.3 Konfigurasi <i>tunneling</i> IPv6 6to4.....	29
Gambar 4.4 Konfigurasi <i>tunneling</i> IPv6 ISATAP.....	29
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi chat tanpa beban.....	30
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi chat beban ICMP 64KB.....	31
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan <i>Delay</i> aplikasi chat beban ICMP 64KB.....	32
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi chat beban FTP 60.660MB.....	33
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan <i>Delay</i> aplikasi chat beban FTP 60.660MB.....	34
Gambar 4.10 Konfigurasi IPv4 murni.....	35
Gambar 4.11 Konfigurasi <i>tunneling</i> IPv6 6to4.....	35

Gambar 4.12 Konfigurasi <i>tunneling</i> IPv6 ISATAP.....	35
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi VoIP tanpa beban...	36
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi VoIP beban ICMP 64KB.....	37
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan <i>Delay</i> aplikasi VoIP beban ICMP 64KB.....	38
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan <i>Delay</i> aplikasi VoIP beban FTP 60.660MB.	39
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan <i>Delay</i> aplikasi VoIP beban FTP 60.660MB.	40



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan tipe <i>header</i> dan <i>value</i> -nya.....	9
Tabel 4.1 Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi chat tanpa beban.....	30
Tabel 4.2 Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi chat beban ICMP 64KB.....	31
Tabel 4.3 Perbandingan <i>Delay</i> aplikasi chat beban ICMP 64KB.....	32
Tabel 4.4 Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi chat beban <u>FTP 60.660MB</u>	33
Tabel 4.5 Perbandingan <i>Delay</i> aplikasi chat beban <u>FTP 60.660MB</u>	34
Tabel 4.6 Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi VoIP tanpa beban.....	36
Tabel 4.7 Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi VoIP beban ICMP 64KB.....	37
Tabel 4.8 Perbandingan <i>Delay</i> aplikasi VoIP beban ICMP 64KB.....	38
Tabel 4.9 Perbandingan <i>Response Time</i> aplikasi VoIP beban <u>FTP 60.660MB</u>	39
Tabel 4.10 Perbandingan <i>Delay</i> aplikasi VoIP beban FTP 60.660MB.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Internet Protocol (IP) adalah protokol jaringan yang cukup sukses di dalam perkembangan sejarah protokol jaringan. Hampir semua perangkat-perangkat jaringan menggunakan protokol jenis ini.

Permasalahan mulai muncul ketika pengguna *Internet Protocol* semakin banyak. Karena *Internet Protocol* yang sekarang digunakan adalah IPv4. Di mana IPv4 hanya memiliki panjang 32 bit. Jaringan tidak akan pernah berhenti tetapi justru akan terus berkembang. Artinya dunia butuh Protokol baru yang memiliki kapasitas lebih besar dari pada IPv4.

Pada tahun 1994, *Internet Engineering Task Force* (IETF) menjawab tantangan ini dengan mengeluarkan protokol jenis baru yang dinamakan IPv6 dan merupakan evolusi paling natural dari generasi sebelumnya yaitu IPv4. Dengan cara ini maka resiko isi dari paket data akan salah diterjemahkan dapat diperkecil. Karena pada dasarnya *Internet Protocol* yang digunakan tetap sama.

IPv6 menjadi solusi bagi keterbatasan jumlah IPv4 karena IPv6 memiliki 128 bit sehingga tentu saja lebih besar dari pada IPv4 yang hanya 32 bit atau 4,294,967,296 alamat.

Selain itu IPv6 juga memiliki *header* yang lebih sederhana dibandingkan IPv4. Sementara IPv4 masih menggunakan 13 *field*, IPv6 hanya menggunakan 7 *field*. Header yang lebih sedikit dapat bermanfaat pada percepatan pemrosesan data.

Tawaran QoS (*Quality of Service*) yang lebih baik juga menjadikan IPv6 terlihat istimewa. Karena layanan aplikasi multimedia yang *real time* dan berkualitas menjadi tantangan di dunia internet masa mendatang.

Keamanan jaringan juga tidak luput dari perhatian. IP *Security* (IPsec) bahkan mampu berjalan lebih maksimal pada IPv6 karena jumlah bit-nya yang lebih banyak. Perlu dimengerti bahwa engubah jaringan dunia dari IPv4 ke IPv6 tidak semudah membalik telapak tangan. Dibutuhkan persiapan yang matang untuk melakukan ini.

Maka IETF membentuk IPng *Transition* dengan tujuan merumuskan mekanisme transisinya sehingga dapat diterapkan pada jenis dan topologi jaringan yang berbeda-beda.

Masalah lainnya adalah interkoneksi. Bagaimana sebuah jaringan IPv6 dapat terhubung dengan jaringan IPv4 yang sudah ada lebih dulu. IETF pun merumuskan metode *tunneling* agar jaringan IPv6 dapat terhubung dengan jaringan IPv4. Beberapa metode *tunneling* yang sudah ada adalah :

- *Automatic Tunneling* (RFC 2893).
- 6over4: (RFC 2529).
- ISATAP: *Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol*
- 6to4: (RFC 3056).
- Teredo atau Shipworm

1.2 Tujuan Penulisan

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk menganalisa performansi *response time* dan *delay* jaringan IPv4 murni, IPv6 murni, IPv6 tunneling 6to4 dan IPv6 tunneling ISATAP. Agar data yang dianalisa menyerupai kondisi jaringan sebenarnya, maka saat pengambilan data akan dibandingkan antara kondisi tanpa trafik, trafik ICMP 64KB dan trafik FTP 60.660MB. Pengambilan data menggunakan aplikasi *chat* dan VoIP.

1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan skripsi ini permasalahan dibatasi pada analisa prinsip kerja IPv6, perbedaannya dengan IPv4, tunneling ISATAP dan 6to4 serta penggunaan aplikasi chat dan VoIP.

1.4 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi ini, penyusunan dibagi dalam lima bab dan selanjutnya diperjelas pada masing-masing sub bab. Secara keseluruhan skripsi ini disusun dalam sistematika sebagai berikut ;

Bab I merupakan Pendahuluan. Berisikan latar belakang masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Selanjutnya adalah Bab II di mana berisikan landasan-landasan teori yang mendasari penulisan skripsi ini. Di antaranya meliputi konsep dasar IPv6, Format

header IPv6, sistem keamanan jaringan IPv6, tunneling dan aplikasi chat serta VoIP.

Kemudian adalah Bab III di mana berisikan ulasan tentang perencanaan jaringan yang akan diimplementasikan.

Berikutnya adalah Bab IV di mana berisikan tentang analisa data mengenai *response time* dan delay pada jaringan IPv4 murni, IPv6 murni, IPv6 tunneling ISATAP dan IPv6 tunneling 6to4.

Sebagai penutup adalah Bab V yang berisikan kesimpulan dari penulisan skripsi yang berjudul “Perbandingan Performansi Jaringan IPv6 Tunneling Pada Aplikasi Chat dan VoIP”.



BAB II

IPV6 TUNNELING

2.1 Sejarah IPv6

Internet Protocol atau yang biasa disebut IP merupakan salah satu standar protokol komunikasi data yang paling populer dan bisa dibilang sangat berhasil diimplementasikan di seluruh dunia. Hal tersebut dapat dilihat dengan begitu cepatnya perkembangan pengguna internet dan semua *vendor* bisa dipastikan perangkat jaringannya mendukung protokol ini.

Salah satu hal yang menyebabkan IP begitu mendunia adalah karena protokol ini bersifat terbuka (*open platform*). Hasilnya tentu saja mudah dikembangkan dan banyak *vendor* menggunakan protokol jenis ini pada perangkatnya yang dijual ke pasaran.

Teknologi IP yang digunakan saat ini menggunakan IP versi 4 atau biasa disebut IPv4. Sebuah protokol yang menggunakan 32 bit sebagai pengalamatannya. Tapi 32 bit atau 4,294,967,296 alamat dirasa kurang cukup untuk masa depan.

Bisa dibayangkan jika teknologi NGN (*Next Generation Network*) menjadikan IP sebagai protokol standar. Seluruh pengguna layanan telekomunikasi akan menggunakan IP agar terhubung ke Internet. Jelas saja kalau IPv4 yang hanya mampu menampung 4,294,967,296 alamat dirasa kurang cukup.

Pada tahun 1994, *Internet Engineering Task Force* (IETF) menjawab tantangan ini dengan mencoba mendesain protokol jenis baru yang dinamakan IPng (*Internet Protocol next generation*) dan merupakan evolusi dari generasi sebelumnya yaitu IPv4.

Kemudian pada tanggal 10 Agustus 1998 melalui RFC 2460, IPng diresmikan menjadi IPv6 dan menjadi salah satu standar IETF. IPv6 sendiri memiliki kapasitas 128 bit [3].

2.2 Perbedaan antara IPv4 dan IPv6

Sebagai generasi berikutnya dari IPv4, tentu saja IPv6 memiliki banyak kelebihan dibandingkan pendahulunya. Bahkan IPv6 bisa dibilang penyempurnaan dari IPv4 itu sendiri.

Beberapa perbedaan yang mendasar dari keduanya adalah ;

- Kapasitas alamat

Hal ini tentu saja sangat jelas. Karena IPv4 hanya memiliki 32 bit sedangkan IPv6 memiliki 128 bit. Jadi masalah keterbatasan alamat untuk teknologi-teknologi yang akan datang dapat terpenuhi.

- Format *header*

Header antara keduanya cukup berbeda. *Header* untuk IPv6 lebih besar 2 kali dibandingkan IPv4. Karena IPv6 memang difungsikan untuk menampung alamat 128 bit. Selain itu ada beberapa format *header* pada IPv4 yang dihilangkan dan ada juga yang dipertahankan tetapi berganti dengan nama lain.

- Konfigurasi alamat

Cara pemberian alamat *host* pada IPv6 dibuat lebih mudah. Kalau pada IPv4 seringkali bertumpu pada DHCPv4 (*statefull*) maka pada IPv6 pemberian alamat *host* tidak selalu harus dengan DHCP tetapi secara otomatis dengan penomoran prefix.

Caranya *host* IPv6 mendapatkan informasi *prefix* dari router IPv6 pada jaringan kemudian membuat sebuah alamat IPv6 identik yang disebut *link-local addresses*.

- QoS lebih baik

Field flow label memiliki peranan penting pada fungsi ini. *Field* ini berfungsi sebagai identifikasi paket-paket yang membutuhkan perlakuan khusus pada sebuah jaringan. *Field* baru ini hanya ada pada IPv6 dan *field* inilah yang nantinya menjadi karakter kunci QoS pada IPv6. Pada generasi mendatang tentunya multimedia *real time* akan membanjiri jaringan. Dan perlakuan pada aplikasi jenis ini tentu berbeda dengan aplikasi-aplikasi lainnya.

- Perbaikan kualitas keamanan

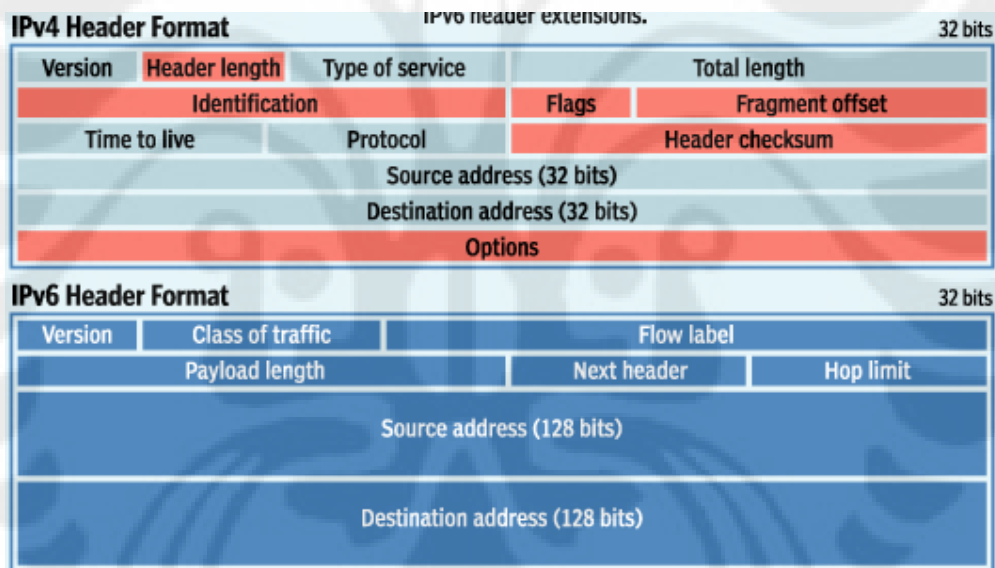
Internet Protokol adalah *open platform*. Tentunya banyak orang akan memahami karakteristiknya. Maka keamanan yang tangguh menjadi hal yang

tidak boleh dilupakan. Hasilnya IPv6 didesain agar mendukung IPsec (*IP security*).

Tentunya ini merupakan *point* yang cukup penting dan membedakan IPv6 dengan IPv4. *Extension header* seperti *Authentication header* dan *Encapsulating Security Payload* (ESP) header serta sebuah protokol *Internet Key Exchange* (IKE) untuk komunikasi unicast membuat keamanan IPv6 lebih baik dibanding sebelumnya [3].

2.3 Spesifikasi teknis IPv6

Jika mengamati *header* yang dimiliki IPv4 dan IPv6, terlihat beberapa perubahan yang membuat IPv6 lebih canggih dibandingkan generasi sebelumnya. Berikut ini adalah gambar *header* IPv4 dan IPv6 ;



Gambar 2.1 Perbandingan header IPv4 dan IPv6

Pada gambar di atas terlihat jelas bahwa *header* IPv6 lebih besar daripada IPv4. Hal itu untuk mendukung alamat sebesar 128 bit. Jika diamati lebih teliti lagi, sebenarnya *header* IPv6 lebih sederhana dibandingkan IPv4.

Beberapa *field* yang dihilangkan pada IPv4 adalah *Header length*, *Identification*, *Flags*, *Fragment offset*, *Header checksum* dan *Options*. *Field* lama yang dipertahankan adalah *Version*, *Source address* dan *Destination address* [4].

Sedangkan *Class of traffic*, *Flow label*, *Payload length*, *Next header* dan *Hop limit* adalah *field-field* baru yang merupakan modifikasi dari *field* pada IPv4. Berikut ini adalah penjelasan mengenai tiap-tiap *field* pada *header* IPv6 ;

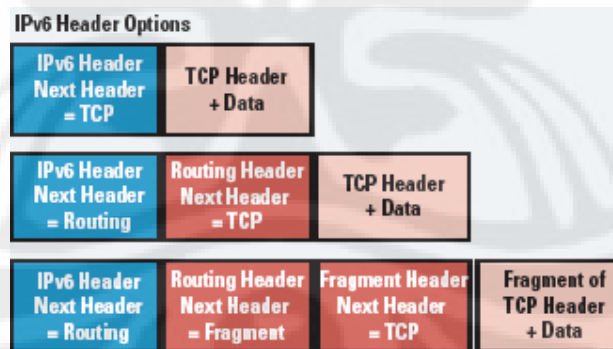
- **Version** merupakan 4 bit *field* yang menunjukkan versi protokol IP yang digunakan. Karena merupakan IPv6 maka nilainya adalah 6.
- **Class of traffic** merupakan 8 bit *field* yang berfungsi untuk menentukan skala prioritas antar paket atau mengidentifikasi paket-paket yang membutuhkan penanganan secara spesial. *Field* menggantikan posisi *field Type of Service* pada IPv4.
- **Payload length** merupakan 16 bit *field* yang fungsinya untuk menunjukkan panjang bit data (*payload*) yang dibawa oleh setiap paket IPv6. *Field* ini hampir mirip dengan *field Total length* pada IPv4. Perbedaannya hanya panjang bit *header* IPv6 tidak diikutsertakan.
- **Next header** merupakan 8 bit *field* yang menunjukkan jenis protokol dari paket IPv6. *Field* ini juga berfungsi sebagai identifikasi adanya *extension header* beserta jenisnya pada sebuah paket IPv6. *Field* ini serupa dengan *field Protocol* pada IPv4.
- **Hop limit** merupakan 8 bit *field* yang menunjukkan jumlah hop maksimum yang dapat dilewati paket tersebut sebelum di-*discard* dari jaringan. Apabila sebuah hop menerima sebuah paket dengan nilai hop limit “1” maka hop tersebut akan mengurangi 1 nilai *field hop limit* menjadi bernilai “0”.
Karena *field hop limit* mencapai nilai “0” maka paket tersebut akan di-*discard* dan hop mengirim pesan ICMPv6. *Field* ini mirip dengan *field Time to Live (TTL)* pada *header* IPv4.
- **Source address** merupakan 128 bit *field* yang menunjukkan alamat IPv6 dari *node* asal paket.
- **Destination address** merupakan 128 bit *field* yang menunjukkan alamat IPv6 untuk *node* tujuan paket.

- **Flow label** merupakan 20 bit *field* yang berfungsi mengidentifikasi paket-paket *real time* yang membutuhkan perlakuan sama atau dianggap memiliki alur data yang sama. *Flow label* sebelumnya tidak ada pada IPv4.

IPv6 juga memiliki *extension header* yang menggantikan fungsi *field Options* pada *header* IPv4. Bedanya adalah *extension header* adalah sebuah pilihan. Jadi bisa dipakai atau tidak. Sedangkan *Options* pada IPv4 harus selalu ada. Posisi *extension header* ini adalah sesudah IPv6 *header* dan sebelum *Upper Layer Header* [1].

Setiap paket IPv6 dapat terdiri dari nol, satu ataupun beberapa *extension header* sekaligus. Pada RFC 2460 terdapat 6 jenis *extension header* IPv6. Berikut ini adalah keenam *extension header* tersebut ;

- *Hop by hop options header*
- *Destination options header*
- *Routing header*
- *Fragment header*
- *Authentication header*
- *Encapsulating security payload header*



Gambar 2.2 Format *extension header* IPv6

Tabel 2.1 Perbandingan tipe *header* dan *value*-nya

Header Type	Next Header Value
Hop-by-Hop Options Header	0
Destination Option Header	60
Routing Header	43
Fragment Header	44
Authentication Header (RFC 1826) and ESP Header (RFC 1827)	51
Upper-Layer Header	6 (TCP) 17 (UDP)
Mobility Header	135

2.4 Sistem pengalamatan IPv6

Berbeda dengan IPv4 yang hanya memiliki panjang 32-bit atau setara dengan 4,294,967,296 alamat, alamat IPv6 memiliki panjang 128-bit. Meskipun IPv4 total alamatnya mencapai 4 miliar, pada kenyataannya tidak sampai 4 miliar alamat. Hal ini disebabkan ada beberapa limitasi. Sehingga implementasinya saat ini hanya mencapai beberapa ratus juta saja.

IPv6 yang memiliki panjang 128-bit memiliki total alamat hingga 2^{128} atau setara dengan $3,4 \times 10^{38}$ alamat. Total alamat yang sangat besar ini bertujuan untuk menyediakan ruang alamat yang tidak akan habis hingga beberapa masa ke depan. Sehingga dapat membentuk infrastruktur routing yang disusun secara hierarkis dan mengurangi kompleksitas proses routing serta tabel routing.

Sama seperti halnya IPv4. IPv6 juga mengizinkan adanya DHCP Server sebagai pengatur alamat otomatis. Jika pada IPv4 terdapat *dynamic address* dan *static address*, maka pada IPv6, konfigurasi alamat dengan menggunakan DHCP Server dinamakan dengan *stateful address configuration*. Sementara jika konfigurasi alamat IPv6 tanpa DHCP Server dinamakan dengan *stateless address configuration*.

Seperti halnya IPv4 yang menggunakan bit-bit pada tingkat tinggi (high-order bit) sebagai alamat jaringan sementara bit-bit pada tingkat rendah (low-order bit) sebagai alamat *host*, IPv6 pun juga seperti itu.

Dalam IPv6, bit-bit pada tingkat tinggi akan digunakan sebagai tanda pengenalan jenis alamat IPv6 yang disebut dengan **Format Prefix (FP)**. Dalam IPv6

tidak ada subnet mask dan digantikan dengan *Format Prefix*. Detail pengalamatan IPv6 didefinisikan dalam **RFC 2373** [5].

Dalam IPv6, alamat 128-bit akan dibagi ke dalam 8 blok berukuran 16-bit yang dapat dikonversikan ke dalam bilangan heksadesimal berukuran 4-digit. Setiap blok bilangan heksadesimal tersebut akan dipisahkan dengan tanda titik dua (:).

Karenanya, format notasi yang digunakan oleh IPv6 juga sering disebut dengan *colon-hexadecimal format*. Berbeda dengan IPv4 yang menggunakan *dotted-decimal format*.

Berikut ini adalah contoh alamat IPv6 dalam bentuk bilangan biner:

```
00100001110110100000000011010011000000000000000001011110011101100  
0000101010101000000000111111111111110001010001001110001011010
```

Untuk menerjemahkannya ke dalam bentuk notasi *colon-hexadecimal format*, angka-angka biner di atas harus dibagi ke dalam 8 buah blok berukuran 16-bit:

```
00100001:11011010:00000000:11010011:00000000:00000000:00101111:  
00111011:00000010:10101010:00000000:11111111:11111110:00101000:  
10011100:01011010
```

Lalu, setiap blok berukuran 16-bit tersebut harus dikonversikan ke dalam bilangan heksadesimal dan setiap bilangan heksadesimal tersebut dipisahkan dengan menggunakan tanda titik dua. Hasil konversinya adalah sebagai berikut:

```
21DA:00D3:0000:2F3B:02AA:00FF:FE28:9C5A
```

Alamat di atas juga dapat disederhanakan lagi dengan membuang angka 0 pada awal setiap blok yang berukuran 16-bit di atas dengan menyisakan satu digit terakhir. Dengan membuang angka 0, alamat di atas disederhanakan menjadi:

```
21DA:D3:0:2F3B:2AA:FF:FE28:9C5A
```

Konversi pengalamatan IPv6 juga mengijinkan penyederhanaan alamat lebih jauh lagi. Seperti dengan membuang banyak karakter 0 pada sebuah alamat yang banyak angka 0-nya.

Jika sebuah alamat IPv6 yang direpresentasikan dalam notasi *colon-hexadecimal* format mengandung beberapa blok 16-bit dengan angka 0, maka alamat tersebut dapat disederhanakan dengan menggunakan tanda dua buah titik

dua (::). Untuk menghindari kebingungan, penyederhanaan alamat IPv6 dengan cara ini sebaiknya hanya digunakan sekali saja di dalam satu alamat, karena kemungkinan nantinya pengguna tidak dapat menentukan berapa banyak bit 0 yang direpresentasikan oleh setiap tanda dua titik dua (::) yang terdapat dalam alamat tersebut.

Contoh :

Alamat asli = FE80:0000:0000:0000:02AA:00FF:FE9A:4CA2

Penyederhanaan = FE80:0:0:0:2AA:FF:FE9A:4CA2

Alamat disederhanakan lagi = FE80::2AA:FF:FE9A:4CA2

Untuk menentukan berapa banyak bit bernilai 0 yang dibuang (dan digantikan dengan tanda dua titik dua) dalam sebuah alamat IPv6, dapat dilakukan dengan menghitung berapa banyak blok yang tersedia dalam alamat tersebut, yang kemudian dikurangkan dengan angka 8, dan angka tersebut dikalikan dengan 16. Sebagai contoh, alamat FF02::2 hanya mengandung dua blok alamat (blok FF02 dan blok 2). Maka, jumlah bit yang dibuang adalah $(8-2) \times 16 = 96$ buah bit.

Dalam IPv4, sebuah alamat dalam notasi *dotted-decimal* format dapat direpresentasikan dengan menggunakan angka prefiks yang merujuk kepada *subnet mask*. IPv6 juga memiliki angka prefiks tapi tidak digunakan untuk merujuk kepada *subnet mask* karena memang IPv6 tidak mendukung *subnet mask*.

Prefiks adalah sebuah bagian dari alamat IP di mana bit-bit memiliki nilai-nilai yang tetap atau bit-bit tersebut merupakan bagian dari sebuah rute atau *subnet identifier* [6].

Prefiks dalam IPv6 direpresentasikan dengan cara yang sama seperti halnya prefiks alamat IPv4, yaitu [**alamat**]/[**angka panjang prefiks**]. Panjang prefiks menentukan jumlah bit terbesar paling kiri yang membuat prefiks subnet. Sebagai contoh, prefiks sebuah alamat IPv6 dapat direpresentasikan sebagai berikut:

3FFE:2900:D005:F28B::/64

Pada contoh di atas, 64 bit pertama dari alamat tersebut dianggap sebagai prefiks alamat, sementara 64 bit sisanya dianggap sebagai *interface ID*.

IPv6 mendukung beberapa jenis *format prefix*, yakni sebagai berikut:

- Alamat *Unicast*, yang menyediakan komunikasi secara *point-to-point*, secara langsung antara dua *host* dalam sebuah jaringan.

- Alamat *Multicast*, yang menyediakan metode untuk mengirimkan sebuah paket data ke banyak *host* yang berada dalam *group* yang sama. Alamat ini digunakan dalam komunikasi *one-to-many*.
- Alamat *Anycast*, yang menyediakan metode penyampaian paket data kepada anggota terdekat dari sebuah *group*. Alamat ini digunakan dalam komunikasi *one-to-one-of-many*. Alamat ini juga digunakan hanya sebagai alamat tujuan (*destination address*) dan diberikan hanya kepada router, bukan kepada *host-host* biasa.

Jika dilihat dari cakupan alamatnya, alamat unicast dan anycast terbagi menjadi alamat-alamat berikut:

- *Link-Local*, merupakan sebuah jenis alamat yang mengizinkan sebuah komputer agar dapat berkomunikasi dengan komputer lainnya dalam satu subnet.
- *Site-Local*, merupakan sebuah jenis alamat yang mengizinkan sebuah komputer agar dapat berkomunikasi dengan komputer lainnya dalam sebuah intranet.
- *Global Address*, merupakan sebuah jenis alamat yang mengizinkan sebuah komputer agar dapat berkomunikasi dengan komputer lainnya dalam Internet berbasis IPv6.

Sementara itu, cakupan alamat *multicast* dimasukkan ke dalam struktur alamat. Alamat IPv6 *unicast* dapat diimplementasikan dalam berbagai jenis alamat, yakni:

- Alamat unicast global
- Alamat unicast site-local
- Alamat unicast link-local
- Alamat unicast yang belum ditentukan (unicast unspecified address)
- Alamat unicast loopback
- Alamat unicast 6to4
- Alamat unicast ISATAP

Alamat multicast IPv6 sama seperti halnya alamat multicast pada IPv4.

Paket-paket yang ditujukan ke sebuah alamat multicast akan disampaikan

terhadap semua interface yang dikenali oleh alamat tersebut. Prefiks alamat yang digunakan oleh alamat multicast IPv6 adalah FF00::/8 [7].

Alamat *Anycast* dalam IPv6 mirip dengan alamat *anycast* dalam IPv4 tapi diimplementasikan dengan cara yang lebih efisien dibandingkan dengan IPv4.

Umumnya alamat *anycast* digunakan oleh Internet Service Provider (ISP) yang memiliki banyak klien. Meskipun alamat *anycast* menggunakan ruang alamat *unicast* tapi fungsinya berbeda daripada alamat *unicast*.

IPv6 menggunakan alamat *anycast* untuk mengidentifikasi beberapa *interface* yang berbeda. IPv6 akan menyampaikan paket-paket yang dialamatkan ke sebuah alamat *anycast* ke *interface* terdekat yang dikenali oleh alamat tersebut. Hal ini sangat berbeda dengan alamat *multicast* yang menyampaikan paket ke banyak penerima. Hal ini karena alamat *anycast* akan menyampaikan paket kepada salah satu dari banyak penerima.

2.5 Mekanisme transisi IPv4 ke IPv6

Ada beberapa mekanisme transisi dari IPv4 ke IPv6. Berdasarkan draft IETF, mekanisme tersebut adalah:

- Dual IP layer
- Tunneling
- NAT

Dual IP layer adalah sebuah cara dimana host dan router secara lengkap mendukung protokol IPv4 dan IPv6.

Tunneling adalah sebuah cara melakukan koneksi *point-to-point* dimana paket IPv6 ditumpangkan dalam *header* paket IPv4 melalui infrastruktur *routing* IPv4.

Pada praktiknya kedua hal tersebut bisa dilakukan secara bersama atau masing-masing tergantung situasi setempat. Contohnya sebuah jaringan intranet ke internet telah mendukung IPv6 maka server atau host yang ada di jaringan intranet cukup menjalankan teknik *Dual IP Layer* saja.

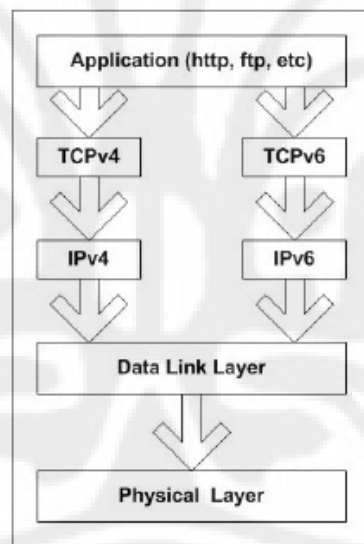
Contoh lain adalah bisa sebuah universitas belum mempunyai jaringan yang mendukung IPv6 ke internet maka universitas tersebut harus melakukan *tunneling* dahulu ke penyedia jaringan IPv6, baru kemudian menjalankan teknik

Dual IP Layer. Beberapa teknik yang biasa digunakan untuk *tunneling* adalah 6over4 dan 6to4.

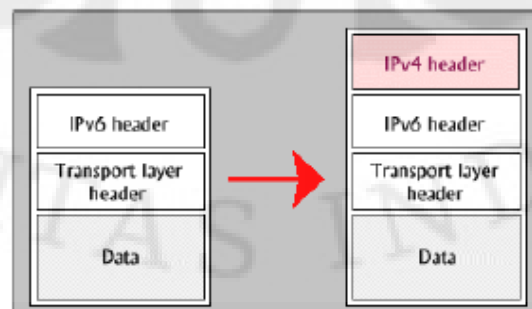
Tunnel di dalam dunia jaringan diartikan sebagai suatu cara untuk mengenkapsulasi atau membungkus paket IP didalam paket IP yang lain. Dimana titik di belakang IP Tunnel akan memberikan paket IP melalui *tunnel* yang dibuat dan mengirimkannya ke sebuah titik di belakang *tunnel* yang lain.

Intinya tunneling adalah suatu cara membuat jalur *private* dengan menggunakan infrastruktur pihak ketiga.

Ketika sebuah paket IP dapat dicapai oleh masing-masing sisi *client* di belakang IP *tunnel*, maka *tunnel* IP Header dan beberapa *tunnel header* tambahan yang membungkus paket IP tersebut akan dilepas dan paket IP yang asli akan disuntikan ke dalam IP *stack* pada titik di belakang IP *tunnel* [9].



Gambar 2.3 Dual IP Layer



Gambar 2.4 Sistem *Tunneling*

2.6 *Tunneling 6to4*

6to4 adalah sebuah sistem yang dapat mentransmisikan paket-paket IPv6 melalui sebuah jaringan IPv4 (umumnya Internet IPv4) tanpa konfigurasi *tunnel* secara eksplisit. Konvensi routing juga memperbolehkan host 6to4 untuk berkomunikasi dengan host IPv6 melalui Internet. Teknik ini biasanya digunakan saat akhir sebuah situs atau pengguna akhir ingin terhubung dengan Internet IPv6 dengan menggunakan koneksi IPv4 yang sudah ada.

Karena IPv6 tidak perlu dikonfigurasi atau didukung pada perangkat network yang terhubung dengan host, maka ia secara khusus relevan selama fase awal penggunaan konektivitas IPv6 secara penuh dan native. Namun teknik ini hanya dimaksudkan sebagai mekanisme transisi, bukan untuk digunakan secara permanen [10].

Tunnelling 6to4 dapat digunakan oleh host tunggal atau oleh sebuah jaringan lokal IPv6. Jika digunakan sebagai host tunggal, maka host tersebut harus memiliki konektivitas IPv4 dan sebuah alamat global IPv4 dan host tersebut bertanggung jawab atas enkapsulasi paket-paket IPv6 yang keluar dan dekapsulasi paket-paket 6to4 yang datang. Banyak sistem operasi *host* mengimplementasikan enkapsulasi dan dekapsulasi ini melalui sebuah 6to4 *pseudo-interface*.

Jika 6to4 digunakan oleh sebuah jaringan lokal, seluruh jaringan lokal hanya memerlukan sebuah alamat IPv4 tunggal. Dalam jaringan tersebut, host mempelajari alamat-alamat IPv6 dan melakukan routing dengan menggunakan protokol pencarian router biasa seperti pada sebuah jaringan IPv6 murni.

Tunneling 6to4 tidak memfasilitasi interoperasi antara host yang hanya menggunakan IPv4 dan host yang hanya menggunakan IPv6.

Tunneling 6to4 melakukan tiga fungsi, yaitu:

- Mengalokasikan sebuah blok alamat IPv6 kepada host atau jaringan yang memiliki sebuah alamat global IPv4
- Mengenkapsulasi paket-paket IPv6 dalam paket-paket IPv4 untuk transmisi melalui sebuah jaringan IPv4
- Melakukan *routing traffic* antara 6to4 dan jaringan IPv6 murni

Untuk alamat global IPv4 32-bit yang dimiliki oleh sebuah host, sebuah prefiks 6to4 IPv6 48-bit dapat disusun untuk digunakan oleh host tersebut dengan mengubah 2002 (hex) menjadi alamat-alamat IPv4.

Alamat-alamat IPv4 menggunakan notasi dot-desimal, sedangkan alamat-alamat IPv6 menggunakan notasi heksadesimal. Jadi untuk alamat global IPv4 207.142.131.202, prefiks 6to4 akan menjadi 2002:CF8E:83CA::/48. Hal ini memberikan total panjang prefiks sebanyak 48 bit.

Semua alamat IPv6 yang diawali dengan prefiks 2002::/16 dikenal sebagai alamat 6to4, sedangkan alamat IPv6 murni tidak menggunakan prefiks tersebut. *Tunneling* 6to4 menambahkan sebuah paket IPv6 sejumlah bagian paket IPv4 dengan protokol tipe 41. Untuk mengirim sebuah paket IPv6 melalui sebuah jaringan IPv4 menuju sebuah alamat tujuan 6to4, sebuah header IPv4 dengan protokol tipe 41 disiapkan untuk paket IPv6.

Alamat tujuan IPv4 untuk header paket diturunkan dari alamat tujuan IPv6 dari paket di dalamnya dengan membagi 32 bit secara langsung mengikuti prefiks 2002::/16: alamat tujuan IPv6. Alamat asal IPv4 dalam header paket adalah alamat IPv4 dari host atau router yang mengirimkan paket tersebut melalui IPv4. Paket IPv4 yang ditumpangi tadi kemudian di-route ke alamat IPv4 tujuannya seperti paket IPv4 lainnya.

Agar host dan jaringan dapat menggunakan alamat-alamat 6to4 untuk bertukar traffic dengan host yang menggunakan alamat-alamat IPv6 murni, digunakan "relay router". Sebuah relay router terhubung dengan sebuah jaringan IPv4 dan sebuah jaringan IPv6.

Paket-paket 6to4 yang tiba pada sebuah interface IPv4 akan memperoleh paket IPv6-nya yang kemudian di-route ke jaringan IPv6, sedangkan paket-paket yang tiba pada interface IPv6 dengan prefiks alamat tujuan 2002::/16 akan dienkapsulasi dan di-forward melalui jaringan IPv4.

Untuk menjadikan sebuah router 6to4 berkomunikasi dengan Internet IPv6, maka default gateway IPv6 harus di-set menjadi sebuah alamat 6to4 yang berisi alamat IPv4 dari sebuah relay router 6to4.

Untuk menghindari kebutuhan pengguna untuk mengatur secara manual, 6to4 me-relay anycast address dari 192.88.99.1 (yang "dibungkus" dalam 6to4

dengan subnet dan host nol menjadi 2002:c058:6301::) telah dialokasikan untuk pengiriman paket-paket ke sebuah relay router.

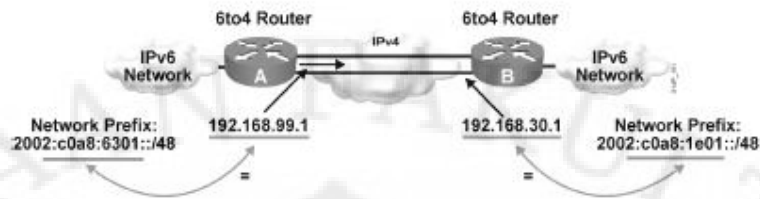
Untuk alasan routing, 192.88.99.0/24 telah dialokasikan untuk rute yang ditunjuk relay router 6to4 yang menggunakan anycast IP. Provider yang ingin menyediakan layanan 6to4 untuk klien atau peer mereka harus menyediakan prefiks anycast seperti prefiks IP lainnya, dan melakukan routing prefiks ke relay 6to4-nya.

Paket-paket dari Internet IPv6 ke sistem 6to4 harus dikirim melalui sebuah relay router 6to4 dengan menggunakan metode routing IPv6 biasa. Spesifikasi menyebutkan bahwa relay router semacam itu harus menyediakan 2002::/16 saja dan bukan subdivisi darinya untuk menghindari rute IPv4 routes mengotori routing table dari router IPv6. dari sini mereka kemudian dapat dikirim melalui Internet IPv4 ke tujuan.

Jika sebuah situs yang menggunakan 6to4 memiliki sebuah alamat IPv4 yang tetap, maka prefiks IPv6 6to4-nya juga tetap. Kemudian dimungkinkan untuk reverse DNS delegation untuk sebuah prefiks 6to4 48-bit tunggal di dalam zona DNS 2.0.0.2.ip6.arpa dari Number Resource Organization di alamat <http://6to4.nro.net>. Keseluruhan proses ini terjadi secara otomatis.

Menurut RFC 3964, router dan relay 6to4 harus memastikan bahwa salah satu atau semua alamat-alamat asal dan tujuan semua paket terenkapsulasi berada dalam prefiks IPv6 6to4 2002::/16. Jika alamat IPv6 asal adalah sebuah alamat IPv6 6to4, maka ia membandingkan apakah alamat router 6to4 IPv4 sesuai dengan alamat IPv4 asal dalam header enkapsulasi IPv4.

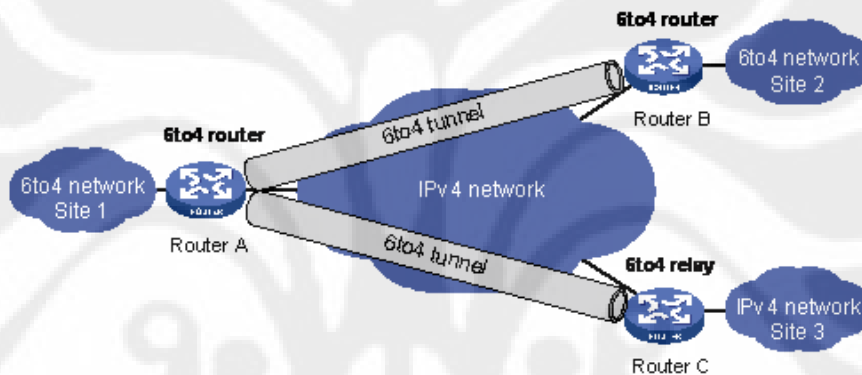
Sebaliknya, jika alamat IPv6 tujuan adalah sebuah alamat 6to4 IPv6, maka ia akan membandingkan alamat router 6to4 IPv4 sesuai dengan alamat tujuan IPv4 dalam header enkapsulasi IPv4 [11].



6to4

- Is an automatic tunnel method
- Gives a prefix to the attached IPv6 network

Gambar 2.5 Network tunneling 6to4



Gambar 2.6 Network tunneling 6to4 untuk 2 node

2.7 Tunneling ISATAP

ISATAP (*Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol*) adalah mekanisme transisi yang bertujuan mengirimkan paket IPv6 di antara *node dual stack* pada jaringan IPv4.

ISATAP menggunakan IPv4 sebagai sebuah *virtual nonbroadcast multiple-access network (NBMA) data link layer*, jadi tidak lagi membutuhkan infrastruktur jaringan IPv4 yang mendukung *multicast* [14].

ISATAP mendefinisikan metode untuk membangun *link-local IPv6 address* dari sebuah IPv4 *address* dan mekanisme untuk menampilkan *Neighbor Discovery* pada jaringan IPv4.

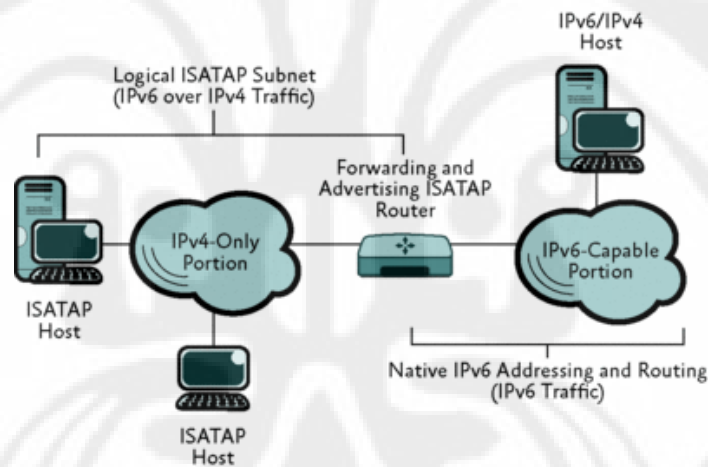
Contoh penerapannya adalah semua *host* yang ingin menggunakan ISATAP pada jaringan IPv4 dapat mengeset *virtual IPv6 network interface*.

Alamat *link local* dideskripsikan dengan `fe80:0000:0000:0000:0000:5efe:` dan diubah ke 32 bit alamat IPv4.

Misalkan host `192.0.2.143` akan diubah menjadi alamat IPv6 maka berubah menjadi `fe80:0000:0000:0000:0000:5efe:c000:028f` sebagai alamat *link local* IPv6 karena IP `192.0.2.143` adalah `c000028f` dalam notasi heksa desimal. Notasi penyederhanaannya adalah `fe80::5efe:c000:28f`.

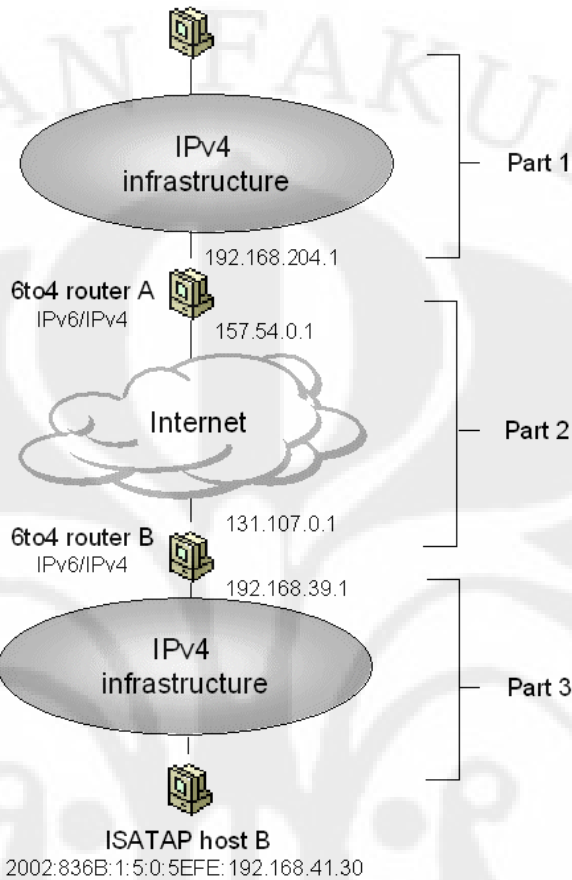
Karena ISATAP menggunakan IPv4 sebagai sebuah *non multicast/broadcast-capable* atau tidak seperti Ethernet link layer maka ICMPv6 *Neighbor Discovery* tidak bisa dilakukan seperti jaringan pada umumnya. Itulah alasan mengapa ISATAP sedikit lebih kompleks bila dibandingkan dengan 6over4 [13].

ISATAP sudah diimplementasikan di Microsoft Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows Mobile, Linux dan beberapa Cisco IOS.



Gambar 2.7 Network tunneling ISATAP

ISATAP host A
2002:9D36:1:5:0:5EFE:192.168.12.9

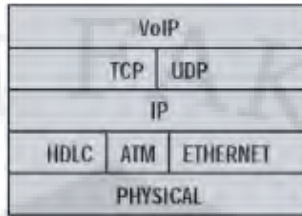


Gambar 2.8 Network tunneling ISATAP dan 6to4

2.8 Aplikasi Voice Over IP

Protocol *Voice over IP* (VoIP) secara umum dibagi 2 bagian, yaitu *control / signaling* dan *data voice*.

- Control VoIP adalah trafik yang berfungsi untuk menghubungkan dan menjaga trafik yang sebenarnya yaitu berupa data voice dan menjaga seluruh operasi jaringan (router to router communications). Dikenal juga dengan istilah *Packet Signalling*.
- Data Voice adalah trafik user berupa informasi yang disampaikan *end to end* yang dikenal juga sebagai *Packet Voice*. VoIP menggunakan IP sebagai "*basic transport*". Di layer Transport, VoIP menggunakan TCP dan UDP over IP. Diagram berikut memperlihatkan susunan protocol VoIP di jaringan :



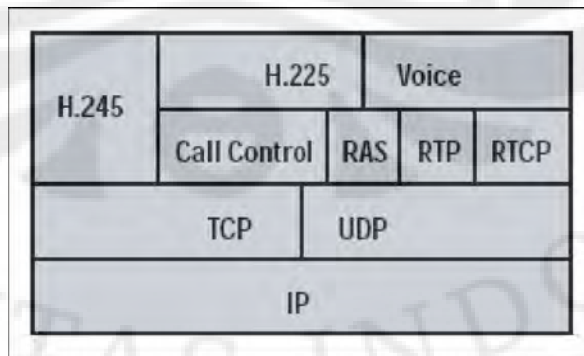
Gambar 2.9 Deskripsi Layer VoIP

Control/signaling protocol membuat user VoIP dapat saling berkomunikasi dengan pesawat telpon. Beberapa signaling yang ada saat ini adalah H.323, SIP, SCCP, MGCP, MEGACO, dan SIGTRAN. Tetapi yang paling populer dan banyak digunakan adalah H.323 dan SIP.

2.8.1 Protocol H.323

H.323 adalah protocol yang pertama kali diadopsi dan dikembangkan secara luas untuk aplikasi VoIP. Standard H.323 diciptakan oleh International Telecommunications Union –Technology Standardization Sector (ITU-T) untuk transmisi audio dan video melalui jaringan Internet. Lebih dari 10 tahun, standard ini mengalami beberapa revisi dan penambahan untuk *feature, scalability, dan stability*. Versi dari H.323 saat ini adalah Versi 5.

Seluruh susunan protocol H.323 (gambar di bawah) terdiri dari beberapa bagian. Masing-masing bagian bertanggung jawab sesuai fungsi masing-masing, seperti “*call setup*” dan “*phone registration*” [15].



Gambar 2.10 Deskripsi Jenis Protocol VoIP

2.8.2 Protocol H.245

H.245 adalah media control untuk protocol H.323. H.245 membentuk kanal logical untuk tiap-tiap call (endpoint to endpoint). Negosiasi H.245, menentukan penggunaan dari “*capabilities*” dan “*preferences*” masing-masing endpoint. Pemilihan CODEC merupakan salah satu informasi yang dipertukarkan dalam negosiasi ini.

2.8.3 Protocol H.225

H.225 merepresentasikan “*basic signaling*” yang digunakan juga oleh ISDN atau GR-303. Pada H.225, “*basic signaling*” meliputi **setup**, **alerting**, **connect**, **call proceeding**, **release complete**, dan **facility**, berdasarkan skema signaling Q.931 yang didefinisikan sebagai berikut :

Setup – Pesan ini membangkitkan dan membentuk panggilan/call. Pesan dikirimkan ke tujuan (called).

Alerting – Pesan dikirimkan oleh tujuan (called) ke pemanggil agar pemanggil tahu bahwa tujuan call sedang “*ringing*”

Connect – Pesan ini menginformasikan bahwa tujuan (called) telah menerima (accepted) panggilan call. Percakapan mulai berlangsung pada saat ini.

Call Proceeding – Pesan ini menginformasikan pada masing-masing user (endpoints) bahwa call sedang berlangsung. Pesan Call Proceeding dipertukarkan dengan interval tertentu selama proses percakapan berlangsung.

Release Complete – Pesan ini dikirimkan oleh endpoints (called atau calling), siapa yang pertama kali memutuskan hubungan telephone call.

Facility – Pesan ini merepresentasikan berbagai macam pesan control. Pesan ini dapat terlihat ketika sebuah gateway akan membentuk suatu call.

RAS (registration, admission, and status) adalah protocol “element (phone) Management”. Kanal logical RAS menghubungkan antara IP Phone/Voice Gateway dan gatekeeper untuk manage phone dan panggilan. Tanpa konfigurasi RAS yang sesuai, IP Phone/Voice Gateway tidak dapat menerima atau melakukan panggilan/call [15].

2.9 Aplikasi Chat

Chatting adalah suatu *feature* dalam Internet untuk berkomunikasi sesama pemakai Internet yang sedang *online*. Komunikasi bisa berupa teks (*text chat*) atau suara (*voice chat*). Pengirim memberikan pesan dengan teks atau suara kepada orang lain yang sedang *online*. Selanjutnya orang yang dituju membalas pesan dengan teks atau suara.

Para pengguna aplikasi *chat* bisa menggunakan jaringan *Internet* ataupun *Local Area Network* agar bisa terhubung dengan pengguna-pengguna *chat* lainnya. Aplikasi *chat* seperti *Yahoo Messenger* adalah aplikasi *chat* untuk jaringan *internet*. Sedangkan *Vypress Chat* dan *IP Messenger* adalah aplikasi *chat* untuk *Local Area Network*.

Aplikasi *chat* yang nantinya digunakan adalah *Vypress Chat 2.1.5* yang sudah mendukung layanan *IPv4* dan *IPv6* [15].

BAB III

KONFIGURASI JARINGAN DAN METODE PENGAMBILAN DATA

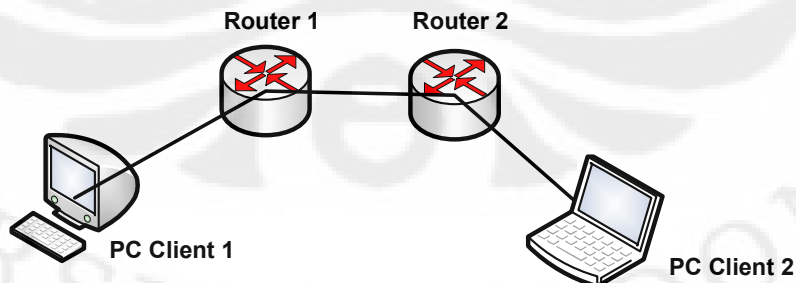
3.1 Topologi Jaringan

Dalam penelitian ini digunakan jaringan *test-bed* sebagai sarana pengujian. Jaringan *test-bed* terdiri dari 2 buah laptop dan 2 buah router. Laptop 1 dan 2 menggunakan sistem operasi Windows XP service pack 2. Sedangkan 2 buah router yang digunakan adalah router Cisco seri 2600.

Pada sisi PC Client 1 dan PC Client 2 diinstal program Vypress Chat 2.1.5 dan P2P VoIP Beta. Nantinya setelah berhasil maka kedua PC Client tersebut dapat menjalankan aplikasi chat dan VoIP pada jenis jaringan yang berbeda-beda.

Untuk spesifikasi detail dari server dan client adalah sebagai berikut :

- Server
Processor : Intel Core Duo 2 GHz
Memory : 1G RAM
Ethernet : 100Mbps
- Client
Processor : Intel Centrino Duo 1,86 GHz
Memory : 1G RAM
Ethernet : 100Mbps



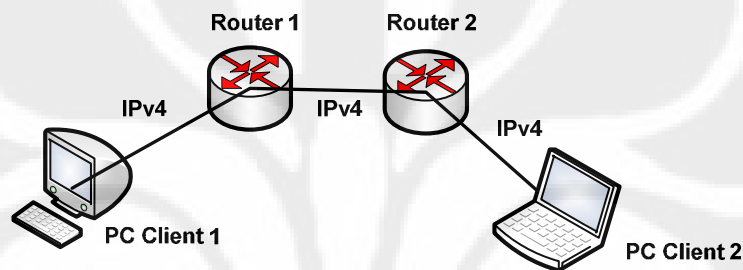
Gambar 3.1 Perencanaan Infrastruktur Jaringan

3.2 Konfigurasi Jaringan

Dari gambar topologi global dapat dilihat pada Gambar 3.1, jaringan *test-bed* dibagi menjadi 4 konfigurasi yaitu jaringan IPv4 murni, IPv6 murni, *tunneling* 6to4 dan *tunneling* ISATAP.

3.2.1 Konfigurasi IPv4 murni

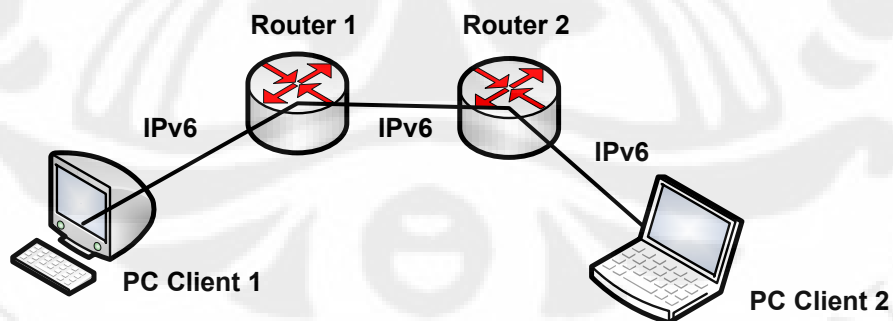
Konfigurasi ini diatur hanya menggunakan jaringan IPv4 yang dikonfigurasi secara manual. IP yang digunakan adalah IP kelas C. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Perencanaan Infrastruktur Jaringan IPv4 murni

3.2.2 Konfigurasi IPv6 murni

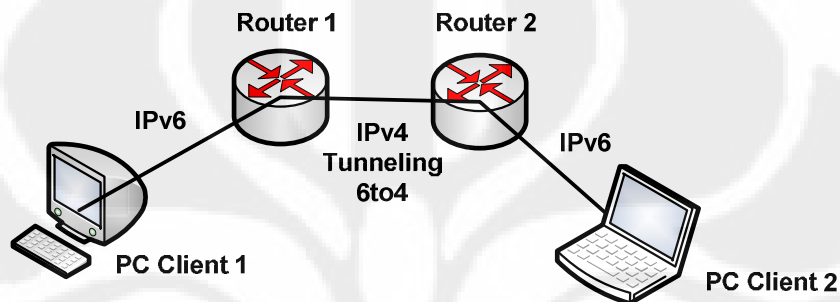
Konfigurasi ini diatur hanya menggunakan jaringan IPv6 yang dikonfigurasi secara manual. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Perencanaan Infrastruktur Jaringan IPv6 murni

3.2.3 Konfigurasi Tunneling 6to4

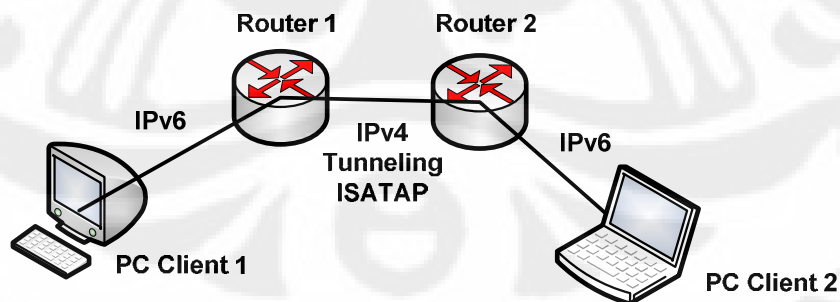
Konfigurasi ini diatur dengan menggunakan jaringan IPv6 over IPv4. Transisi yang digunakan menggunakan metode *tunneling* 6to4. Pada tiap-tiap PC Client menggunakan IPv6 sedangkan pada Router menggunakan IPv4 kelas C. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Perencanaan Infrastruktur Jaringan IPv6 over IPv4 menggunakan tunneling 6to4

3.2.4 Konfigurasi Tunneling ISATAP

Konfigurasi ini diatur dengan menggunakan jaringan IPv6 over IPv4. Transisi yang digunakan menggunakan metode *tunneling* ISATAP. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Perencanaan Infrastruktur Jaringan IPv6 over IPv4 menggunakan tunneling ISATAP

3.3 Metode Pengambilan Data

Pengujian data dilakukan pada tiap-tiap jenis jaringan yaitu IPv4 murni, IPv6 murni, IPv6 tunneling ISATAP dan IPv6 tunneling 6to4. Pengambilan data adalah membandingkan *response time* dan *delay* pada tiap-tiap jenis jaringan dengan menggunakan aplikasi Vypress Chat 2.1.5 dan P2P VoIP Beta.

Aplikasi itu akan dijalankan pada masing-masing jenis jaringan sehingga didapatkan data yang nantinya dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan mana yang memiliki *response time* dan *delay* lebih baik dibandingkan yang lain. Proses pengambilan data *response time* dan *delay* menggunakan aplikasi Wireshark untuk *capture packet* TCP dan UDP.

BAB IV

ANALISA HASIL PENGUJIAN

4.1 Parameter dan Perencanaan

Tujuan utama dari implementasi jaringan IPv6 tunneling adalah untuk menganalisa performansi pada masing-masing tipe jaringan. Pengujian ini difokuskan pada analisa *response time* dan *delay*.

Proses pengambilan data dilakukan dengan terlebih dahulu mengukur *response time* dan *delay* saat kondisi jaringan tanpa gangguan. Nantinya kondisi ini akan dijadikan acuan ketika tiap-tiap tipe jaringan diberi beban ICMP 64 KB dan FTP 60.660 MB.

Aplikasi yang digunakan saat pengambilan data *response time* dan *delay* akan diinstall pada masing-masing PC Client. Aplikasi untuk chat menggunakan Vypress Chat 2.1.5 dan aplikasi VoIP menggunakan P2P VoIP Beta.

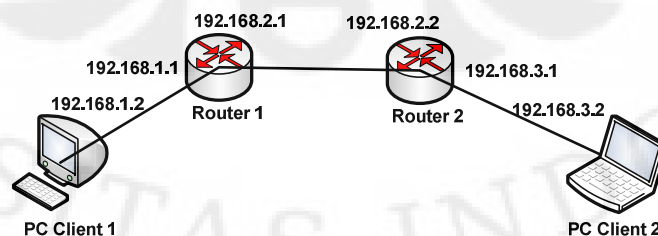
Jenis-jenis jaringan yang diamati adalah :

- IPv4 murni
- IPv6 murni
- IPv6 *tunneling* ISATAP
- IPv6 *tunneling* 6to4

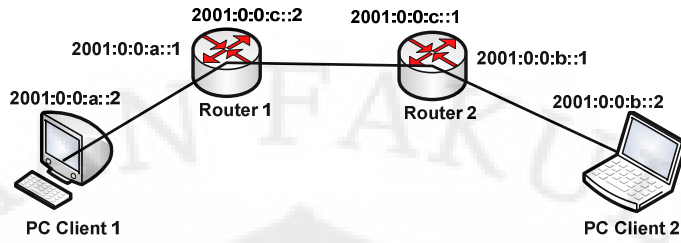
4.2 Hasil Pengambilan Data dan Analisa

4.2.1 Aplikasi Chat Jaringan Tanpa Beban

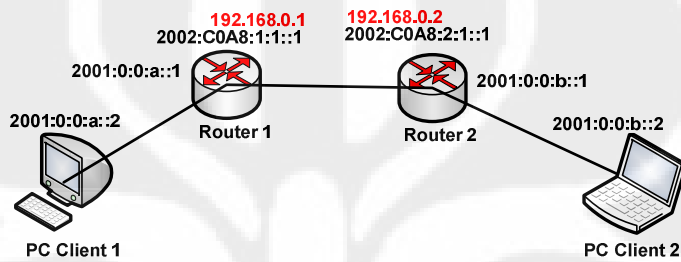
Pengujian pertama adalah mengambil data *response time* dan *delay* saat aplikasi Vypress Chat dijalankan pada kondisi jaringan tanpa beban. Berikut ini adalah konfigurasi lengkap saat pengambilan data.



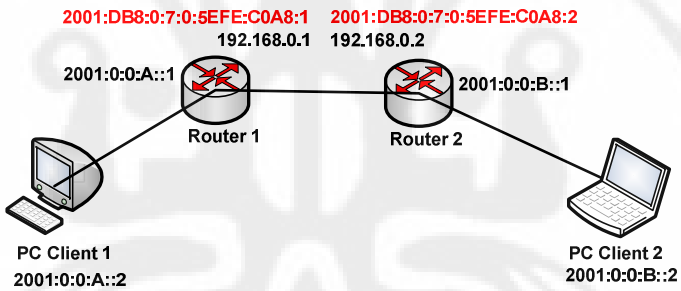
Gambar 4.1 Konfigurasi IPv4 murni



Gambar 4.2 Konfigurasi IPv6 murni



Gambar 4.3 Konfigurasi tunneling IPv6 6to4



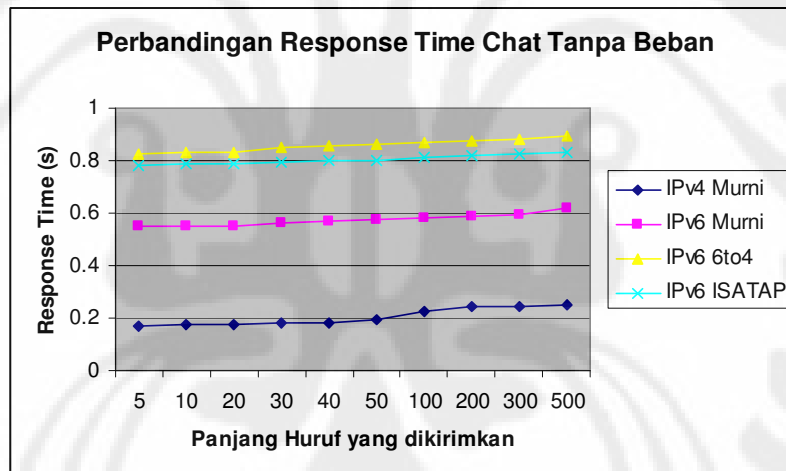
Gambar 4.4 Konfigurasi tunneling IPv6 ISATAP

Dengan konfigurasi tersebut, maka didapatkan tabel perbandingan *response time* seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan *Response Time* aplikasi chat tanpa beban

No	Panjang Huruf yang dikirimkan	Response Time tanpa beban (s)			
		IPv4	IPv6	6to4	ISATAP
1	5	0.171	0.547	0.827	0.783
2	10	0.173	0.551	0.831	0.785
3	20	0.178	0.553	0.833	0.786
4	30	0.181	0.562	0.849	0.793
5	40	0.183	0.568	0.855	0.797
6	50	0.196	0.573	0.864	0.803
7	100	0.226	0.582	0.869	0.812
8	200	0.241	0.587	0.873	0.816
9	300	0.246	0.596	0.882	0.822
10	500	0.253	0.618	0.891	0.83

Dari Tabel 4.1, maka dibuatkan grafik perbandingannya seperti pada Gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan *Response Time* aplikasi chat tanpa beban

Berdasarkan pengujian ini, maka *response time* IPv4 murni lebih cepat tiga kali dibandingkan jaringan IPv6 murni. Hal ini tampak pada Gambar 4.5 di mana *response time* jaringan IPv4 murni berkisar antara 0.2 detik sedangkan *response time* jaringan IPv6 murni berkisar antara 0.6 detik. IPv6 tunneling ISATAP memiliki selisih *response time* 5 % lebih cepat daripada IPv6 tunneling 6to4.

Pada konfigurasi jaringan seperti yang digunakan pada percobaan ini, meskipun jaringan yang digunakan kecil, tetapi IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki *response time* dan *delay* lebih baik daripada IPv6.

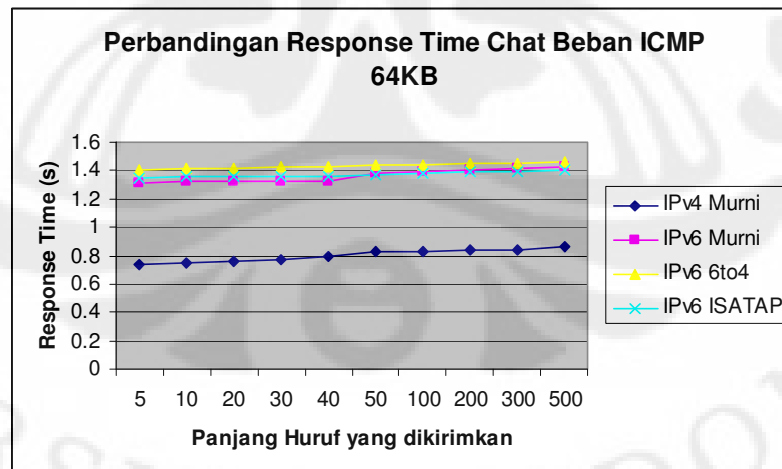
4.2.2 Aplikasi Chat Jaringan Beban ICMP 64KB

Selanjutnya adalah menguji tiap-tiap tipe jaringan dengan memberikan beban ICMP 64KB. Aplikasi yang dijalankan tetap sama yaitu Chat. Maka tabel *response time* setelah dilakukan pengujian adalah seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perbandingan *Response Time* aplikasi chat beban ICMP 64KB

No	Panjang Huruf yang dikirimkan	Response Time beban ICMP 64 KB (s)			
		IPv4	IPv6	6to4	ISATAP
1	5	0.742	1.317	1.407	1.347
2	10	0.745	1.318	1.411	1.353
3	20	0.756	1.324	1.416	1.355
4	30	0.769	1.326	1.426	1.36
5	40	0.791	1.327	1.433	1.363
6	50	0.827	1.382	1.438	1.367
7	100	0.833	1.393	1.442	1.381
8	200	0.839	1.401	1.445	1.388
9	300	0.841	1.412	1.452	1.394
10	500	0.866	1.428	1.466	1.404

Dari Tabel 4.2, maka dibuatkan grafik perbandingannya seperti pada Gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan *Response Time* aplikasi chat beban ICMP 64KB

Berdasarkan pengujian ini, maka *response time* IPv4 murni lebih cepat 1.8 kali dibandingkan jaringan IPv6 murni. Hal ini tampak pada Gambar 4.6 di mana

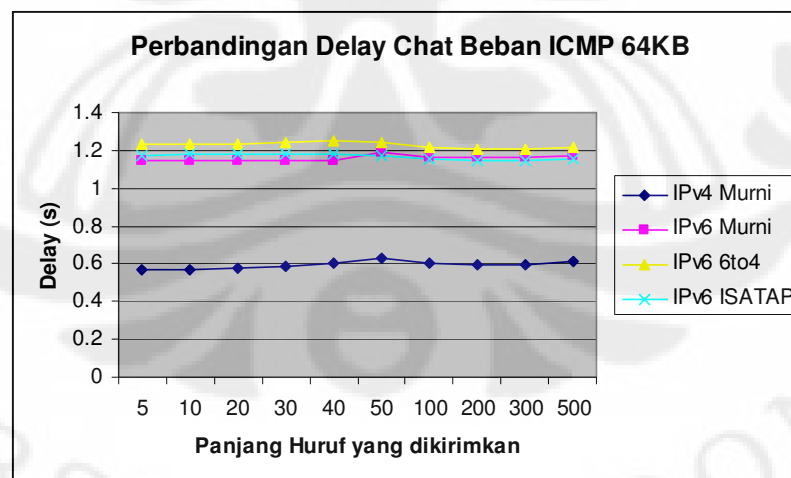
response time jaringan IPv4 murni berkisar antara 0.7 detik sedangkan *response time* jaringan IPv6 murni berkisar antara 1.3 detik. IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki selisih *response time* 4.2 % lebih cepat daripada IPv6 tunneling 6to4.

Karena kita sudah mendapatkan data-data saat kondisi tanpa beban dan diberi beban ICMP 64KB, maka kita bisa mendapatkan *delay* pada masing-masing tipe jaringan. Berikut ini adalah perbandingan *delay* pada masing-masing tipe jaringan yang ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perbandingan *Delay* aplikasi chat beban ICMP 64KB

No	Panjang Huruf yang dikirimkan	Delay (s)			
		IPv4	IPv6	6to4	ISATAP
1	5	0.571	1.146	1.236	1.176
2	10	0.572	1.145	1.238	1.18
3	20	0.578	1.146	1.238	1.177
4	30	0.588	1.145	1.245	1.179
5	40	0.608	1.144	1.25	1.18
6	50	0.631	1.186	1.242	1.171
7	100	0.607	1.167	1.216	1.155
8	200	0.598	1.16	1.204	1.147
9	300	0.595	1.166	1.206	1.148
10	500	0.613	1.175	1.213	1.151

Dari Tabel 4.3, maka dibuatkan grafik perbandingannya seperti pada Gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan *Delay* aplikasi chat beban ICMP 64KB

Jika dilihat *delay* secara keseluruhan saat jaringan diberi beban ICMP 64KB, maka jaringan IPv4 murni memiliki *delay* paling kecil sekitar 0.6 detik

dibandingkan jenis jaringan yang lain. Sedangkan jaringan IPv6 tunneling 6to4 memiliki *delay* paling besar sekitar 1.2 detik.

Pada konfigurasi jaringan seperti yang digunakan pada percobaan ini, meskipun jaringan yang digunakan kecil, tetapi IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki *response time* dan *delay* lebih baik daripada IPv6.

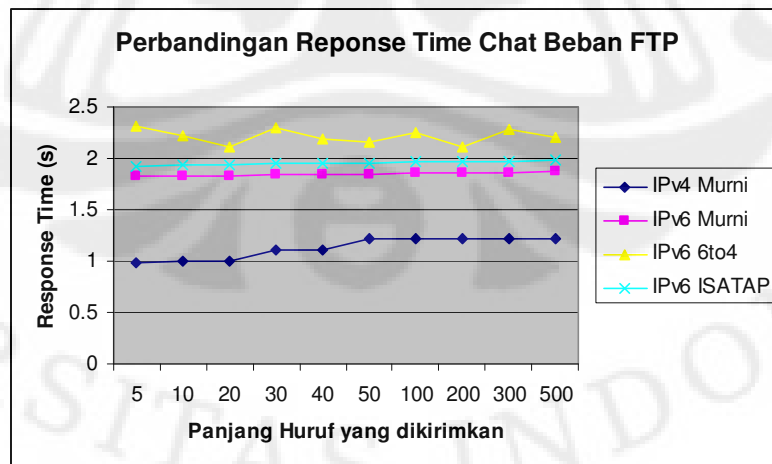
4.2.3 Aplikasi Chat Jaringan Beban FTP 60.660 MB

Selanjutnya adalah menguji tiap-tiap tipe jaringan dengan memberikan beban FTP 60.660MB. Aplikasi yang dijalankan tetap sama yaitu Chat. Maka tabel *response time* setelah dilakukan pengujian adalah seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan *Response Time* aplikasi chat beban FTP 60.660MB

No	Panjang Huruf yang dikirimkan	Response Time beban FTP (s)			
		IPv4	IPv6	6to4	ISATAP
1	5	0.991	1.826	2.318	1.928
2	10	0.993	1.828	2.217	1.931
3	20	0.997	1.831	2.114	1.937
4	30	1.112	1.837	2.294	1.946
5	40	1.115	1.843	2.187	1.953
6	50	1.213	1.849	2.163	1.958
7	100	1.214	1.853	2.249	1.962
8	200	1.217	1.858	2.106	1.966
9	300	1.223	1.864	2.284	1.974
10	500	1.226	1.871	2.199	1.979

Dari Tabel 4.4, maka dibuatkan grafik perbandingannya seperti pada Gambar 4.8 di bawah ini.



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan *Response Time* aplikasi chat beban FTP 60.660MB

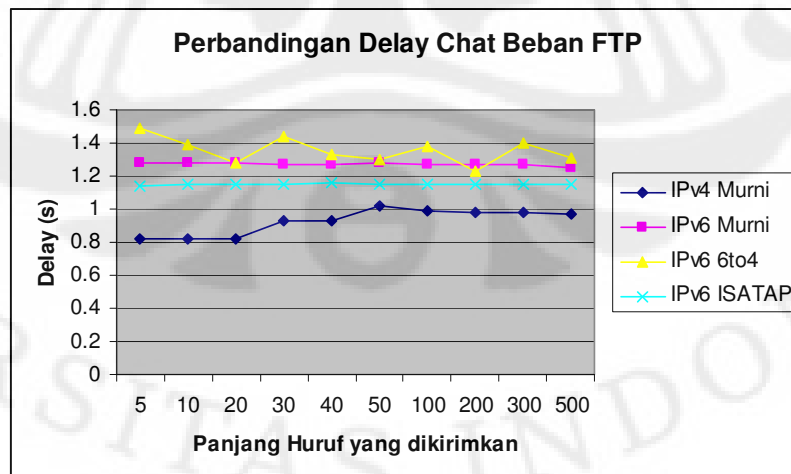
Berdasarkan pengujian ini, maka *response time* IPv4 murni lebih cepat sekitar 1.8 kali dibandingkan jaringan IPv6 murni. Hal ini tampak pada Gambar 4.8 di mana *response time* jaringan IPv4 murni berkisar antara 1 detik sedangkan *response time* jaringan IPv6 murni berkisar antara 1.8 detik. IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki selisih *response time* 16.8 % lebih cepat daripada IPv6 *tunneling* 6to4.

Karena kita sudah mendapatkan data-data saat kondisi tanpa beban dan diberi beban FTP 60.660 MB, maka kita bisa mendapatkan *delay* pada masing-masing tipe jaringan. Berikut ini adalah perbandingan *delay* pada masing-masing tipe jaringan yang ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perbandingan *Delay* aplikasi chat beban FTP 60.660MB

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	Delay (s)			
		IPv4	IPv6	6to4	ISATAP
1	5	0.82	1.279	1.491	1.145
2	10	0.82	1.277	1.386	1.146
3	20	0.819	1.278	1.281	1.151
4	30	0.931	1.275	1.445	1.153
5	40	0.932	1.275	1.332	1.156
6	50	1.017	1.276	1.299	1.155
7	100	0.988	1.271	1.38	1.15
8	200	0.976	1.271	1.233	1.15
9	300	0.977	1.268	1.402	1.152
10	500	0.973	1.253	1.308	1.149

Dari Tabel 4.5, maka dibuatkan grafik perbandingannya seperti pada Gambar 4.9 di bawah ini.



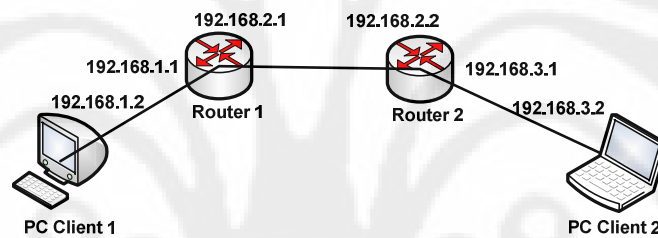
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan *Delay* aplikasi chat beban FTP 60.660MB

Jika dilihat delay secara keseluruhan saat jaringan diberi beban FTP 60.660MB, maka jaringan IPv4 murni memiliki *delay* paling kecil sekitar 0.9 detik dibandingkan jenis jaringan yang lain. Sedangkan jaringan IPv6 *tunneling* 6to4 memiliki *delay* paling besar sekitar 1.4 detik.

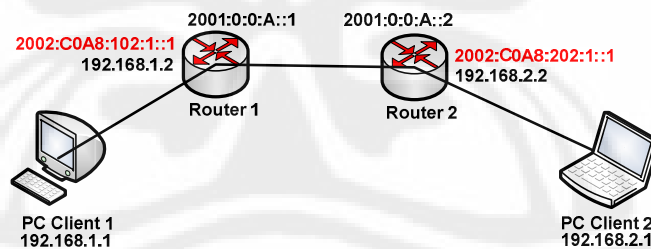
Pada konfigurasi jaringan seperti yang digunakan pada percobaan ini, meskipun jaringan yang digunakan kecil, tetapi IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki *response time* dan *delay* lebih baik daripada IPv6.

4.2.4 Aplikasi VoIP Jaringan Tanpa Beban

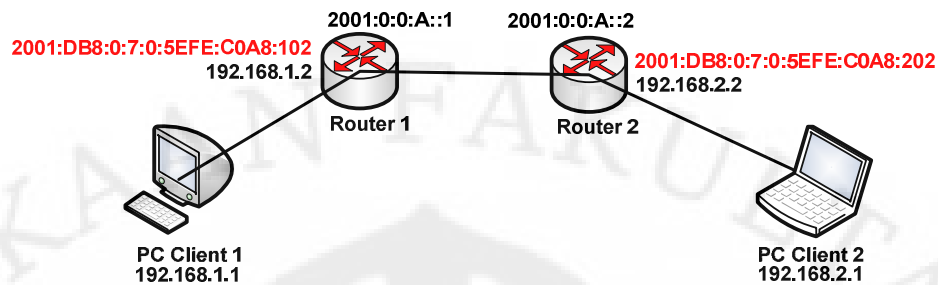
Pengujian pertama adalah mengambil data *response time* dan *delay* saat P2P VoIP Beta dijalankan pada kondisi jaringan tanpa beban. Berikut ini adalah konfigurasi lengkap saat pengambilan data.



Gambar 4.10 Konfigurasi IPv4 murni



Gambar 4.11 Konfigurasi *tunneling* IPv6 6to4



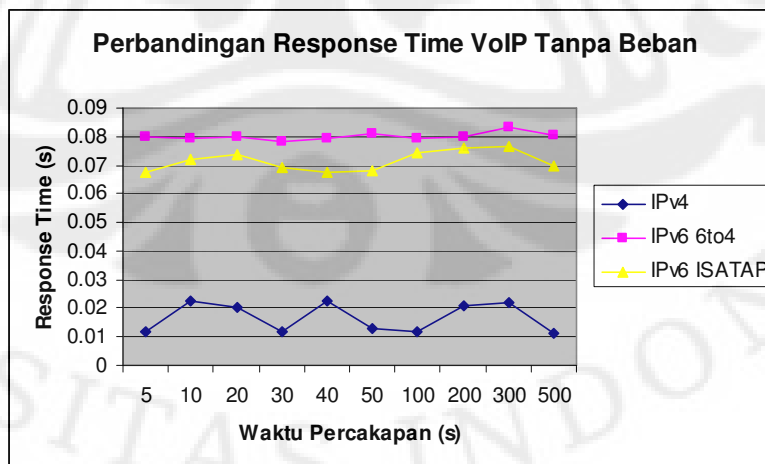
Gambar 4.12 Konfigurasi *tunneling* IPv6 ISATAP

Dengan konfigurasi tersebut, maka didapatkan tabel perbandingan *response time* seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perbandingan *Response Time* aplikasi VoIP tanpa beban

No	Waktu Percakapan (s)	Response Time tanpa beban (s)		
		IPv4	6to4	ISATAP
1	5	0.0119	0.0801	0.0673
2	10	0.0223	0.0791	0.0721
3	20	0.0203	0.0798	0.0737
4	30	0.0118	0.0783	0.0692
5	40	0.0227	0.0791	0.0677
6	50	0.0132	0.0811	0.0681
7	100	0.0118	0.0794	0.0743
8	200	0.0207	0.0799	0.0762
9	300	0.0218	0.0831	0.0763
10	500	0.0113	0.0803	0.0698

Dari Tabel 4.6, maka dibuatkan grafik perbandingannya seperti pada Gambar 4.13 di bawah ini.



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan *Response Time* aplikasi VoIP tanpa beban

Berdasarkan pengujian ini, maka *response time* IPv4 murni lebih cepat tujuh kali dibandingkan jaringan IPv6 *tunneling* ISATAP dan delapan kali dibandingkan jaringan *tunneling* IPv6 6to4. Hal ini tampak pada Gambar 4.13 di mana *response time* jaringan IPv4 murni berkisar antara 0.02 detik sedangkan *response time* jaringan IPv6 *tunneling* ISATAP berkisar antara 0.07 detik dan IPv6 *tunneling* 6to4 berkisar antara 0.08 detik. IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki selisih *response time* 12,5 % lebih cepat daripada IPv6 *tunneling* 6to4.

Pada konfigurasi jaringan seperti yang digunakan pada percobaan ini, meskipun jaringan yang digunakan kecil, tetapi IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki *response time* dan *delay* lebih baik daripada IPv6.

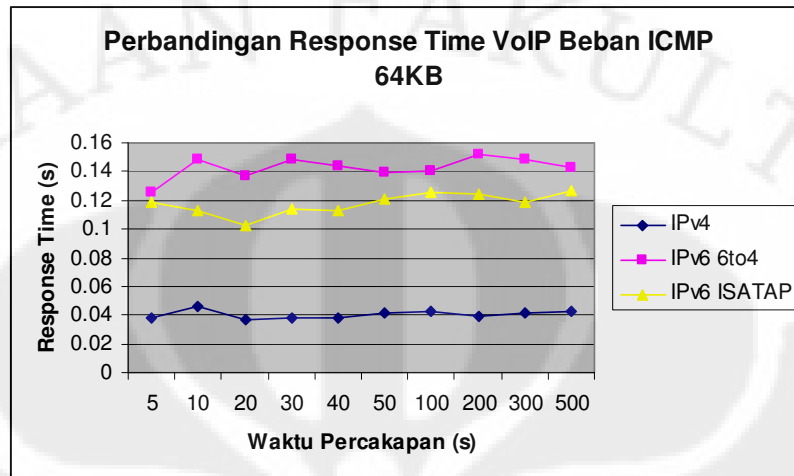
4.2.5 Aplikasi VoIP Jaringan Beban ICMP 64KB

Selanjutnya adalah menguji tiap-tiap tipe jaringan dengan memberikan beban ICMP 64KB. Aplikasi yang dijalankan tetap sama yaitu VoIP. Maka tabel *response time* setelah dilakukan pengujian adalah seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Perbandingan *Response Time* aplikasi VoIP beban ICMP 64KB

No	Waktu Percakapan (s)	Response Time beban ICMP 64KB (s)		
		IPv4	6to4	ISATAP
1	5	0.0385	0.126	0.118
2	10	0.0458	0.149	0.113
3	20	0.0371	0.137	0.103
4	30	0.0381	0.148	0.114
5	40	0.0379	0.144	0.113
6	50	0.0412	0.139	0.121
7	100	0.0428	0.141	0.126
8	200	0.0393	0.152	0.124
9	300	0.0411	0.149	0.119
10	500	0.0421	0.143	0.127

Dari Tabel 4.7, maka dibuatkan grafik perbandingannya seperti pada Gambar 4.14 di bawah ini.



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan *Response Time* aplikasi VoIP beban ICMP 64KB

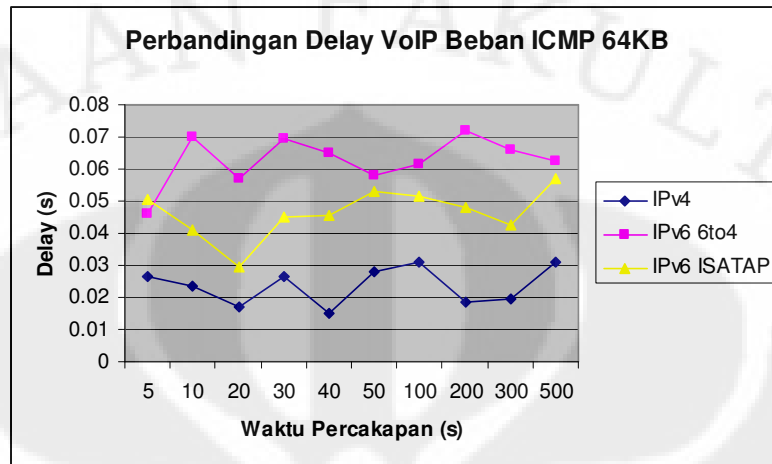
Berdasarkan pengujian ini, maka *response time* IPv4 murni lebih cepat tiga kali dibandingkan jaringan IPv6 *tunneling* ISATAP dan empat kali dibandingkan jaringan *tunneling* IPv6 6to4. Hal ini tampak pada Gambar 4.14 di mana *response time* jaringan IPv4 murni berkisar antara 0.04 detik sedangkan *response time* jaringan IPv6 *tunneling* ISATAP berkisar antara 0.12 detik dan IPv6 *tunneling* 6to4 berkisar antara 0.15 detik. IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki selisih *response time* 20 % lebih cepat daripada IPv6 *tunneling* 6to4.

Karena kita sudah mendapatkan data-data saat kondisi tanpa beban dan diberi beban ICMP 64KB, maka kita bisa mendapatkan *delay* pada masing-masing tipe jaringan. Berikut ini adalah perbandingan *delay* pada masing-masing tipe jaringan yang ditampilkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perbandingan *Delay* aplikasi VoIP beban ICMP 64KB

No	Waktu Percakapan (s)	Delay (s)		
		IPv4	6to4	ISATAP
1	5	0.0266	0.0459	0.0507
2	10	0.0235	0.0699	0.0409
3	20	0.0168	0.0572	0.0293
4	30	0.0263	0.0697	0.0448
5	40	0.0152	0.0649	0.0453
6	50	0.028	0.0579	0.0529
7	100	0.031	0.0616	0.0517
8	200	0.0186	0.0721	0.0478
9	300	0.0193	0.0659	0.0427
10	500	0.0308	0.0627	0.0572

Dari Tabel 4.8, maka dibuatkan grafik perbandingannya seperti pada Gambar 4.15 di bawah ini.



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan *Delay* aplikasi VoIP beban ICMP 64KB

Jika dilihat delay secara keseluruhan saat jaringan diberi beban ICMP 64KB, maka jaringan IPv4 murni memiliki *delay* paling kecil sekitar 0.025 detik dibandingkan jenis jaringan yang lain. Sedangkan jaringan IPv6 tunneling 6to4 memiliki *delay* paling besar sekitar 0.07 detik.

Pada konfigurasi jaringan seperti yang digunakan pada percobaan ini, meskipun jaringan yang digunakan kecil, tetapi IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki *response time* dan *delay* lebih baik daripada IPv6.

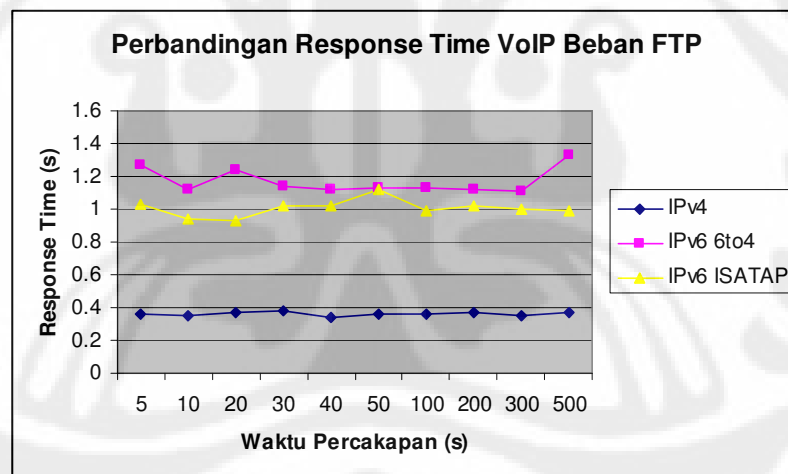
4.2.6 Aplikasi VoIP Jaringan Beban FTP 60.660MB

Selanjutnya adalah menguji tiap-tiap tipe jaringan dengan memberikan beban FTP 60.660MB. Aplikasi yang dijalankan tetap sama yaitu VoIP. Maka tabel *response time* setelah dilakukan pengujian adalah seperti pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perbandingan *Response Time* aplikasi VoIP beban FTP 60.660MB

No	Waktu Percakapan (s)	Response Time beban FTP 60.660MB (s)		
		IPv4	6to4	ISATAP
1	5	0.361	1.267	1.027
2	10	0.348	1.119	0.938
3	20	0.368	1.243	0.926
4	30	0.376	1.137	1.019
5	40	0.344	1.124	1.021
6	50	0.362	1.129	1.116
7	100	0.359	1.132	0.986
8	200	0.372	1.122	1.018
9	300	0.355	1.115	1.003
10	500	0.371	1.334	0.991

Dari Tabel 4.9, maka dibuatkan grafik perbandingannya seperti pada Gambar 4.16 di bawah ini.



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan *Delay* aplikasi VoIP beban FTP 60.660MB

Berdasarkan pengujian ini, maka *response time* IPv4 murni lebih cepat 2.5 kali dibandingkan jaringan IPv6 *tunneling* ISATAP dan 3 kali dibandingkan jaringan *tunneling* IPv6 6to4. Hal ini tampak pada Gambar 4.16 di mana *response time* jaringan IPv4 murni berkisar antara 0.4 detik sedangkan *response time* jaringan IPv6 *tunneling* ISATAP berkisar antara 1 detik dan IPv6 *tunneling* 6to4

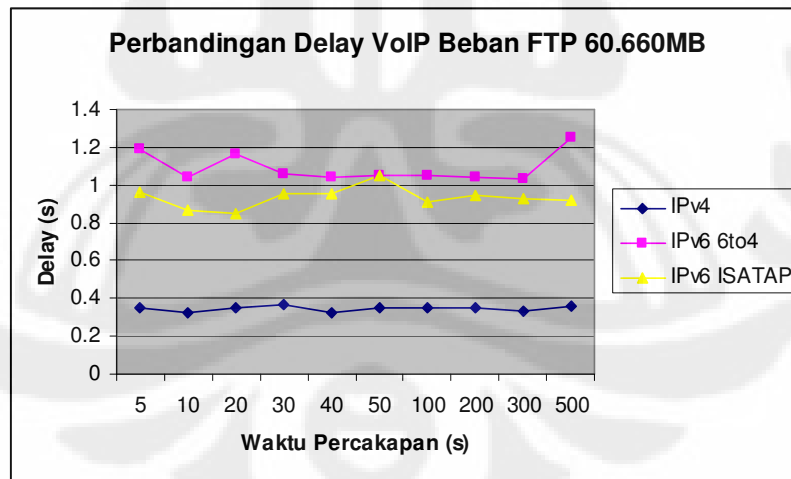
berkisar antara 1.2 detik. IPv6 tunneling ISATAP memiliki selisih *response time* 20 % lebih cepat daripada IPv6 tunneling 6to4.

Karena kita sudah mendapatkan data-data saat kondisi tanpa beban dan diberi beban FTP 60.660 MB, maka kita bisa mendapatkan *delay* pada masing-masing tipe jaringan. Berikut ini adalah perbandingan *delay* pada masing-masing tipe jaringan yang ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perbandingan *Delay* aplikasi VoIP beban FTP 60.660MB

No	Waktu Percakapan (s)	Delay (s)		
		IPv4	6to4	ISATAP
1	5	0.3491	1.1869	0.9597
2	10	0.3257	1.0399	0.8659
3	20	0.3477	1.1632	0.8523
4	30	0.3642	1.0587	0.9498
5	40	0.3213	1.0449	0.9533
6	50	0.3488	1.0479	1.0479
7	100	0.3472	1.0526	0.9117
8	200	0.3513	1.0421	0.9418
9	300	0.3332	1.0319	0.9267
10	500	0.3597	1.2537	0.9212

Dari Tabel 4.10, maka dibuatkan grafik perbandingannya seperti pada Gambar 4.17 di bawah ini.



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan *Delay* aplikasi VoIP beban FTP 60.660MB

Jika dilihat *delay* secara keseluruhan saat jaringan diberi beban FTP 60.660MB, maka jaringan IPv4 murni memiliki *delay* paling kecil sekitar 0.3 detik dibandingkan jenis jaringan yang lain. Sedangkan jaringan IPv6 tunneling 6to4 memiliki *delay* paling besar sekitar 1.15 detik.

BAB V

KESIMPULAN

1. Pada konfigurasi jaringan seperti yang digunakan pada percobaan ini untuk aplikasi Chat tanpa beban, beban ICMP dan beban FTP terlihat bahwa IPv4 memiliki *response time* dan *delay* lebih baik daripada IPv6.
2. Pada konfigurasi jaringan seperti yang digunakan pada percobaan ini untuk aplikasi Chat tanpa beban, beban ICMP dan beban FTP terlihat bahwa IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki *response time* dan *delay* lebih baik daripada IPv6 *tunneling* 6to4.
3. Pada konfigurasi jaringan seperti yang digunakan pada percobaan ini untuk aplikasi VoIP tanpa beban, beban ICMP dan beban FTP terlihat bahwa IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki *response time* dan *delay* lebih baik daripada IPv6 *tunneling* 6to4.
4. Pada konfigurasi jaringan seperti yang digunakan pada percobaan ini, meskipun jaringan yang digunakan kecil, tetapi IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki *response time* dan *delay* lebih baik daripada IPv6.
5. Beban FTP sebesar 60.660 MB menjadikan *response time* dan *delay* meningkat tinggi pada semua tipe jaringan dan aplikasi.
6. Untuk transisi dari IPv4 ke IPv6 berdasarkan aplikasi Chat dan VoIP maka IPv6 *tunneling* ISATAP memiliki *performance* yang lebih baik daripada IPv6 *tunneling* 6to4.
7. Saat diberi beban FTP, *response time* dan *delay* untuk semua jenis tipe jaringan naik cukup tinggi. Hal ini tentu saja membuat *user experience* terganggu khususnya untuk aplikasi Chat dan VoIP.
8. FTP terasa sangat mengganggu ketika membebani semua tipe jaringan. Hal ini disebabkan pada FTP server dikonfigurasi *default* untuk *account anonymous*. Akibatnya semua *throughput* jaringan akan dipakai maksimal oleh FTP.

DAFTAR ACUAN

1. Alvaran, Amante. (2007, Aug 16). *IPv6 Tutorial*. Powerpoint presented at the meeting of the PaciNet 2007, Honiara, Solomon Island.
2. Palet, Jordi. (2006, Dec). *IPv6 Tutorial*. Powerpoint presented at the ICANN 2006, Sao Paulo.
3. Van Beijnum, Iljitsch. *Running IPv6*, 1st edition, Apress.
4. Cisco. *IPv6 Addressing, IPv6 Overview*, Cisco.
5. Wahidi, Somad. (2003). *Pengantar IPv6 dan Implementasinya*. Jakarta, www.ilmukomputer.com.
6. James, David. *IPv6 Network*, 2nd edition, Apress.
7. Blanchet, Marc. (2006). *IPv6 Network: A study of new generation* (Vols. 1-3). New York:McGraw-Hill.
8. Kevin M. Buckley, *IPv6 Security*, IEEE ASSP Magazine, March 2005
9. Zhou Wei, Zhang Fan, Edward Bordeus. *IPv6 Transition Mechanism*. Artech House, Boston, 2006.
10. Mengenal Protokol IPv6, *Elektro Indonesia*, Nomor 14, April 2003.
11. Malone, David. (2006). *Counting 6to4 Relay Routers*. <http://www.hamilton-institute.co.uk>.
12. Yamazaki, Katsuyuki. (2003). *Open ISATAP Relay Router Operation*. *Journal of Applications and the Internet Workshops*.
13. Yuichiro Hei, Katsuyuki Yamazaki, "Traffic Analysis and Worldwide Operation of Open 6to4 and ISATAP Relays for IPv6 Deployment," *Applications and the Internet, IEEE/IPSJ International Symposium on*, pp. 265, 2004 *Symposium on Applications and the Internet (SAINT'04)*, 2004.
14. Vasaka Visoottiviseth, Niwat Bureenok, "Performance Comparison of ISATAP Implementations on FreeBSD, RedHat, and Windows 2003," *Advanced Information Networking and Applications Workshops, International Conference on*, pp. 547-552, *22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications - Workshops (aina workshops 2008)*, 2008.
15. Mudji, Basuki. (2001). *VoIP dan Chat Masa Depan*. mudji@mudji.net.

Konfigurasi PC Client

```
netsh interface ipv6>add address interface=4 address=2001:0:0:a::1
```

Ok.

```
netsh interface ipv6>add route ::/0 "Local Area Connection" 2001:0:0:b::2
```

Ok.

```
netsh interface ipv6>
```

Konfigurasi Router IPv4 Murni

```
ROUTER_1#sh run
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 754 bytes
```

```
version 12.3
```

```
service timestamps debug datetime msec
```

```
service timestamps log datetime msec
```

```
no service password-encryption
```

```
hostname ROUTER_1
```

```
boot-start-marker
```

```
boot-end-marker
```

```
enable secret 5 $1$KiQ$Rk75mM3dd7vJOfrkd7.Sh1
```

```
no aaa new-model
```

```
ip subnet-zero
```

```
ip cef
```

```
interface FastEthernet0/0
```

```
description LAN to Server
```

```
ip address 192.168.1.1 255.255.255.248
```

```
duplex auto
```

```
speed auto
```

```
interface FastEthernet0/1
```

```
description WAN to ROUTER_2
```

```
ip address 192.168.2.1 255.255.255.252
```

```
duplex auto
```

```
speed auto
```



```
no ip http server
ip classless
ip route 192.168.3.0 255.255.255.248 192.168.2.2
dial-peer cor custom
line con 0
line aux 0
line vty 0 3
password cisco
login
line vty 4
login
end
```

```
=====
ROUTER_2#sh run
Building configuration...
Current configuration : 795 bytes
version 12.3
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname ROUTER_2
boot-start-marker
boot-end-marker
enable secret 5 $1$jm1F$OdXyoeUTQgs8GkTpLyt9t.
memory-size iomem 15
no aaa new-model
ip subnet-zero
no ip domain lookup
ip cef
```

```
interface FastEthernet0/0
description LAN to Client
ip address 192.168.3.1 255.255.255.248
duplex auto
speed auto
interface FastEthernet0/1
description WAN to ROUTER_1
ip address 192.168.2.2 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
no ip http server
ip classless
ip route 192.168.1.0 255.255.255.248 192.168.2.1
dial-peer cor custom
line con 0
line aux 0
line vty 0 3
password cisco
login
line vty 4
login
end
```

Konfigurasi Router IPv6 Murni

```
ROUTER_1#sh run
Building configuration...
Current configuration : 794 bytes
version 12.3
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname ROUTER_1
```

```
boot-start-marker
boot-end-marker
enable secret 5 $1$KiQ$Rk75mM3dd7vJOfrkd7.Sh1
no aaa new-model
ip subnet-zero
ip cef
ipv6 unicast-routing
interface FastEthernet0/0
description LAN to Server
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:A::1/64
ipv6 enable
interface FastEthernet0/1
description WAN to ROUTER_2
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:C::2/64
ipv6 enable
no ip http server
ip classless
ipv6 route ::/0 2001:0:0:C::1
dial-peer cor custom
line con 0
line aux 0
line vty 0 3
password cisco
login
line vty 4
login
```

end

=====
=====

```
ROUTER_2#sh run
Building configuration...
Current configuration : 835 bytes
version 12.3
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname ROUTER_2
boot-start-marker
boot-end-marker
enable secret 5 $1$jmlF$OdXyoeUTQgs8GkTpLyt9t.
memory-size iomem 15
no aaa new-model
ip subnet-zero
no ip domain lookup
ip cef
ipv6 unicast-routing
interface FastEthernet0/0
description LAN to Client
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:B::1/64
ipv6 enable
interface FastEthernet0/1
description WAN to ROUTER_1
no ip address
duplex auto
```

```
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:C::1/64
ipv6 enable
no ip http server
ip classless
ipv6 route ::/0 2001:0:0:C::2
dial-peer cor custom
line con 0
line aux 0
line vty 0 3
password cisco
login
line vty 4
login
end
```

Konfigurasi Router IPv6 Tunneling 6to4

```
C2600-ROUTER1#sh run
Building configuration...
Current configuration : 1126 bytes
version 12.3
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname C2600-ROUTER1
boot-start-marker
boot-end-marker
no logging buffered
enable secret 5 $1$jmlF$OdXyoeUTQgs8GkTpLyt9t.
memory-size iomem 15
no aaa new-model
ip subnet-zero
```

```
no ip domain lookup
ip cef
ipv6 unicast-routing
interface Tunnel0
no ip address
no ip redirects
ipv6 address 2002:C0A8:1:1::1/64
ipv6 enable
tunnel source FastEthernet0/1
tunnel mode ipv6ip 6to4
interface FastEthernet0/0
description LAN to Server
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:A::1/64
ipv6 enable
ipv6 rip process1 enable
interface FastEthernet0/1
description WAN to ROUTER_2
ip address 192.168.0.1 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
router rip
version 2
network 192.168.0.0
no ip http server
ip classless
ipv6 route 2002::/16 Tunnel0
ipv6 route ::/0 2002:C0A8:2:1::1
ipv6 router rip process
!
```

```
dial-peer cor custom
```

```
line con 0
```

```
line aux 0
```

```
line vty 0 3
```

```
password cisco
```

```
login
```

```
line vty 4
```

```
login
```

```
end
```

```
=====
```

```
====
```

```
C2600-ROUTER2#sh run
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 1104 bytes
```

```
version 12.3
```

```
service timestamps debug datetime msec
```

```
service timestamps log datetime msec
```

```
no service password-encryption
```

```
hostname C2600-ROUTER2
```

```
boot-start-marker
```

```
boot-end-marker
```

```
no logging buffered
```

```
enable secret 5 $1$KiQARk75mM3dd7vJOfk7.Sh1
```

```
no aaa new-model
```

```
ip subnet-zero
```

```
no ip domain lookup
```

```
ip cef
```

```
ipv6 unicast-routing
```

```
interface Tunnel0
no ip address
no ip redirects
ipv6 address 2002:C0A8:2:1::1/64
ipv6 enable
tunnel source FastEthernet0/1
tunnel mode ipv6ip 6to4
interface FastEthernet0/0
description LAN to Client
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:B::1/64
ipv6 enable
ipv6 rip process1 enable
interface FastEthernet0/1
description WAN-to-ROUTER1
ip address 192.168.0.2 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
router rip
version 2
network 192.168.0.0
no ip http server
ip classless
ipv6 route 2002::/16 Tunnel0
ipv6 route ::/0 2002:C0A8:1:1::1
ipv6 router rip process1
dial-peer cor custom
line con 0
line aux 0
line vty 0 3
```



```
password cisco
login
line vty 4
login
end
```

Konfigurasi Router IPv6 Tunneling ISATAP

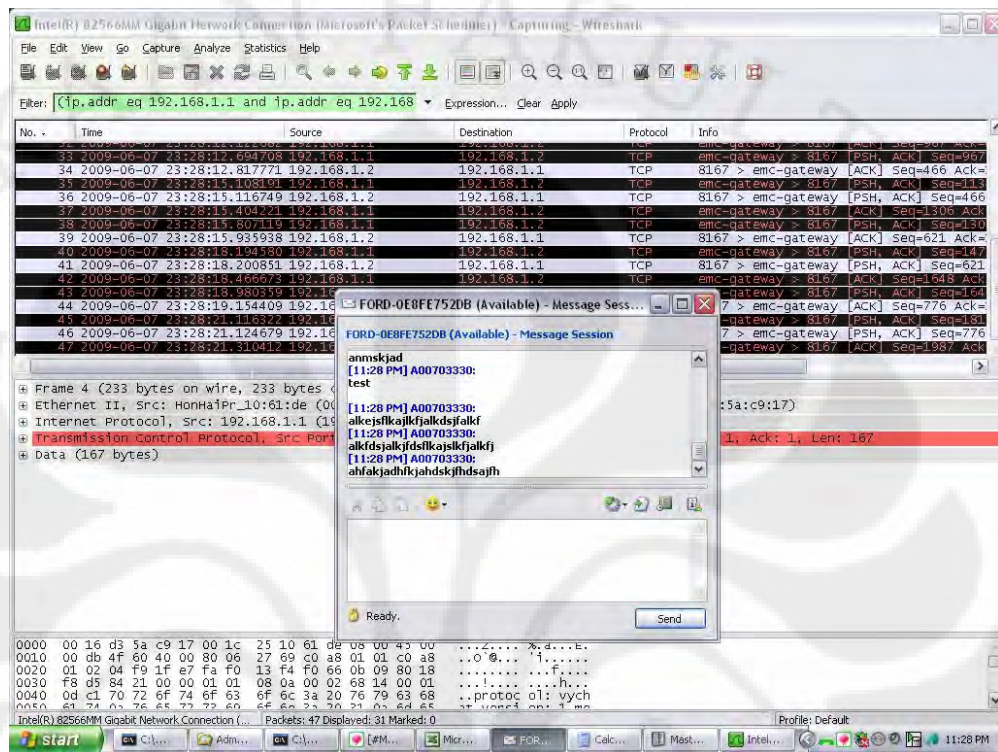
```
C2600-ROUTER1#sh run
Building configuration...
Current configuration : 1119 bytes
version 12.3
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname C2600-ROUTER1
boot-start-marker
boot-end-marker
no logging buffered
enable secret 5 $1$jmlF$OdXyoeUTQgs8GkTpLyt9t.
memory-size iomem 15
no aaa new-model
ip subnet-zero
no ip domain lookup
ip cef
ipv6 unicast-routing
interface Tunnel0
no ip address
no ip redirects
ipv6 address 2001:DB8:0:7:0:5EFE:C0A8:1/64
ipv6 enable
tunnel source FastEthernet0/1
tunnel mode ipv6ip isatap
```

```
interface FastEthernet0/0
description LAN to Server
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:A::1/64
ipv6 enable
ipv6 rip process1 enable
interface FastEthernet0/1
description WAN to ROUTER_2
ip address 192.168.0.1 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
router rip
version 2
network 192.168.0.0
no ip http server
ip classless
ipv6 route ::/0 2001:DB8:0:7:0:5EFE:C0A8:2
ipv6 router rip process1
dial-peer cor custom
line con 0
line aux 0
line vty 0 3
password cisco
login
line vty 4
login
end
```

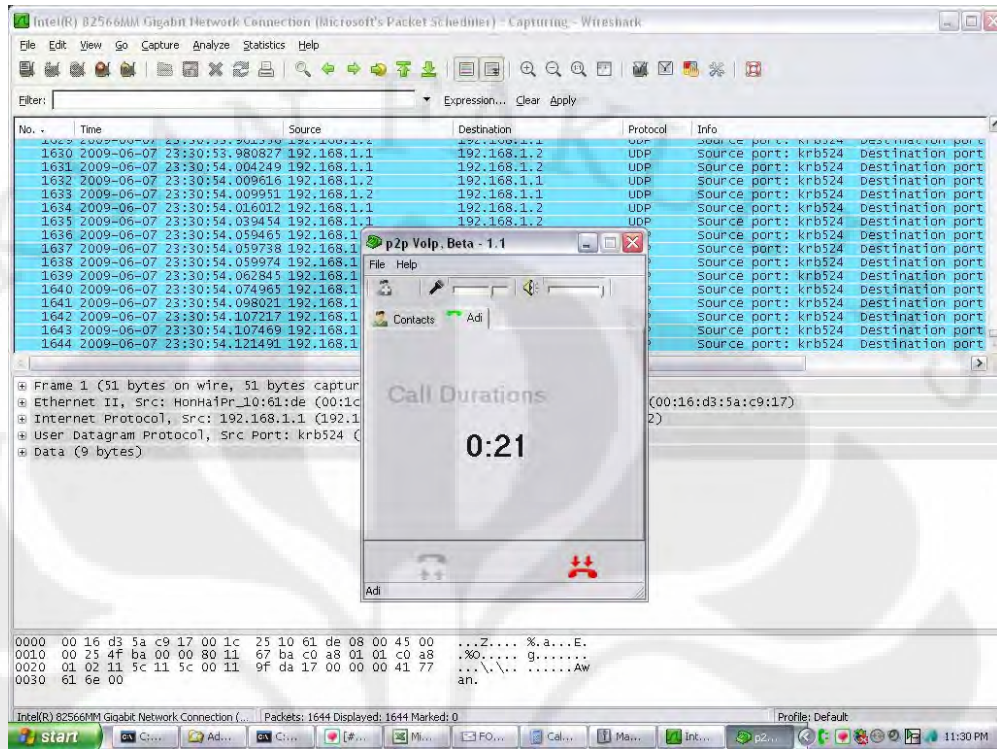
```
C2600-ROUTER2#sh run
Building configuration...
Current configuration : 1097 bytes
version 12.3
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname C2600-ROUTER2
boot-start-marker
boot-end-marker
no logging buffered
enable secret 5 $1$KiQA$Rk75mM3dd7vJOfkrd7.Sh1
no aaa new-model
ip subnet-zero
no ip domain lookup
ip cef
ipv6 unicast-routing
interface Tunnel0
no ip address
no ip redirects
ipv6 address 2001:DB8:0:7:0:5EFE:C0A8:2/64
ipv6 enable
tunnel source FastEthernet0/1
tunnel mode ipv6ip isatap
interface FastEthernet0/0
description LAN to Client
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:0:0:B::1/64
ipv6 enable
ipv6 rip process1 enable
```

```
interface FastEthernet0/1
description WAN-to-ROUTER1
ip address 192.168.0.2 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
router rip
version 2
network 192.168.0.0
no ip http server
ip classless
ipv6 route ::/0 2001:DB8:0:7:0:5EFE:C0A8:1
ipv6 router rip process1
dial-peer cor custom
line con 0
line aux 0
line vty 0 3
password cisco
login
line vty 4
login
end
```

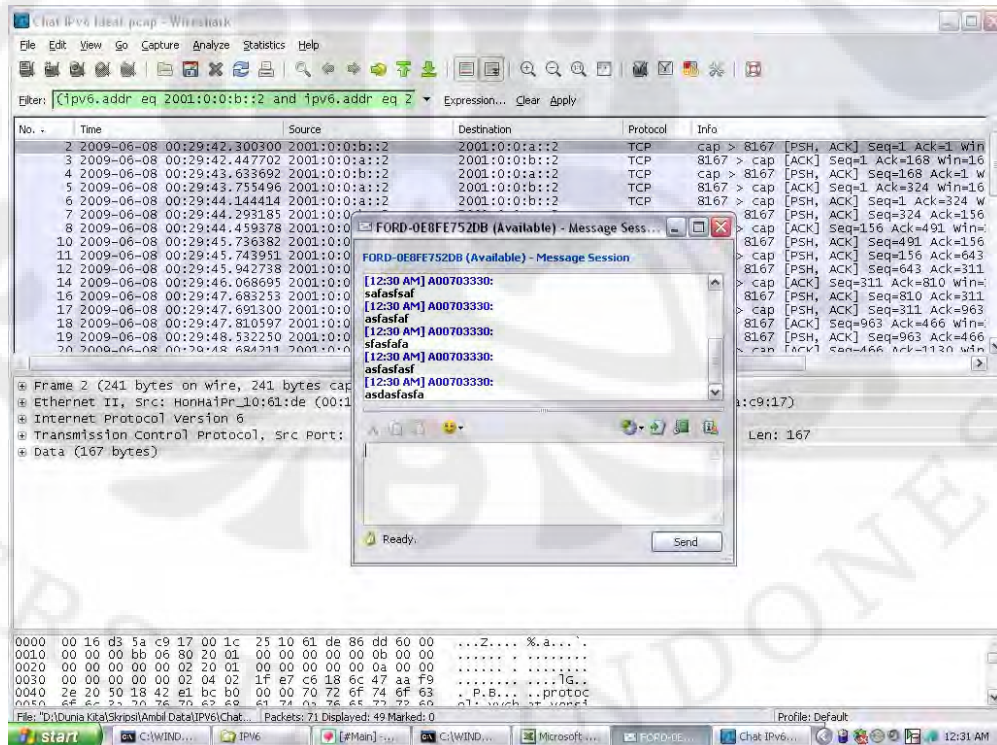
Data Wireshark IPv4



Gambar Wireshark IPv4 Chat Tanpa Beban



Gambar Wireshark IPv4 VoIP Tanpa Beban



Gambar Wireshark IPv4 Chat Tanpa Beban

Tabel IPv4 Chat Response Time Tanpa Beban

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	IPv4 Response Time Tanpa Beban										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.141	0.201	0.193	0.149	0.204	0.138	0.253	0.089	0.1687	0.1733	0.171
2	10	0.143	0.203	0.195	0.151	0.206	0.14	0.255	0.091	0.1707	0.1753	0.173
3	20	0.148	0.208	0.2	0.156	0.211	0.145	0.26	0.096	0.1757	0.1803	0.178
4	30	0.151	0.211	0.203	0.159	0.214	0.148	0.263	0.099	0.1787	0.1833	0.181
5	40	0.153	0.213	0.205	0.161	0.216	0.15	0.265	0.101	0.1807	0.1853	0.183
6	50	0.166	0.226	0.218	0.174	0.229	0.163	0.278	0.114	0.1937	0.1983	0.196
7	100	0.196	0.256	0.248	0.204	0.259	0.193	0.308	0.144	0.2237	0.2283	0.226
8	200	0.211	0.271	0.263	0.219	0.274	0.208	0.323	0.159	0.2387	0.2433	0.241
9	300	0.216	0.276	0.268	0.224	0.279	0.213	0.328	0.164	0.2437	0.2483	0.246
10	500	0.223	0.283	0.275	0.231	0.286	0.22	0.335	0.171	0.2507	0.2553	0.253

Tabel IPv6 Chat Response Time Tanpa Beban

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	IPv6 Response Time Tanpa Beban										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.517	0.577	0.569	0.525	0.58	0.514	0.629	0.465	0.5447	0.5493	0.547
2	10	0.521	0.581	0.573	0.529	0.584	0.518	0.633	0.469	0.5487	0.5533	0.551
3	20	0.523	0.583	0.575	0.531	0.586	0.52	0.635	0.471	0.5507	0.5553	0.553
4	30	0.532	0.592	0.584	0.54	0.595	0.529	0.644	0.48	0.5597	0.5643	0.562
5	40	0.538	0.598	0.59	0.546	0.601	0.535	0.65	0.486	0.5657	0.5703	0.568
6	50	0.543	0.603	0.595	0.551	0.606	0.54	0.655	0.491	0.5707	0.5753	0.573
7	100	0.552	0.612	0.604	0.56	0.615	0.549	0.664	0.5	0.5797	0.5843	0.582
8	200	0.557	0.617	0.609	0.565	0.62	0.554	0.669	0.505	0.5847	0.5893	0.587
9	300	0.566	0.626	0.618	0.574	0.629	0.563	0.678	0.514	0.5937	0.5983	0.596
10	500	0.588	0.648	0.64	0.596	0.651	0.585	0.7	0.536	0.6157	0.6203	0.618

Tabel 6to4 Chat Response Time Tanpa Beban

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	6to4 Response Time Tanpa Beban										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.797	0.857	0.849	0.805	0.86	0.794	0.909	0.745	0.8247	0.8293	0.827
2	10	0.801	0.861	0.853	0.809	0.864	0.798	0.913	0.749	0.8287	0.8333	0.831
3	20	0.803	0.863	0.855	0.811	0.866	0.8	0.915	0.751	0.8307	0.8353	0.833
4	30	0.819	0.879	0.871	0.827	0.882	0.816	0.931	0.767	0.8467	0.8513	0.849
5	40	0.825	0.885	0.877	0.833	0.888	0.822	0.937	0.773	0.8527	0.8573	0.855
6	50	0.834	0.894	0.886	0.842	0.897	0.831	0.946	0.782	0.8617	0.8663	0.864
7	100	0.839	0.899	0.891	0.847	0.902	0.836	0.951	0.787	0.8667	0.8713	0.869
8	200	0.843	0.903	0.895	0.851	0.906	0.84	0.955	0.791	0.8707	0.8753	0.873
9	300	0.852	0.912	0.904	0.86	0.915	0.849	0.964	0.8	0.8797	0.8843	0.882
10	500	0.861	0.921	0.913	0.869	0.924	0.858	0.973	0.809	0.8887	0.8933	0.891

Tabel ISATAP Chat Response Time Tanpa Beban

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	ISATAP Response Time Tanpa Beban										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.753	0.813	0.805	0.761	0.816	0.75	0.865	0.701	0.7807	0.7853	0.783
2	10	0.755	0.815	0.807	0.763	0.818	0.752	0.867	0.703	0.7827	0.7873	0.785
3	20	0.756	0.816	0.808	0.764	0.819	0.753	0.868	0.704	0.7837	0.7883	0.786
4	30	0.763	0.823	0.815	0.771	0.826	0.76	0.875	0.711	0.7907	0.7953	0.793
5	40	0.767	0.827	0.819	0.775	0.83	0.764	0.879	0.715	0.7947	0.7993	0.797
6	50	0.773	0.833	0.825	0.781	0.836	0.77	0.885	0.721	0.8007	0.8053	0.803
7	100	0.782	0.842	0.834	0.79	0.845	0.779	0.894	0.73	0.8097	0.8143	0.812
8	200	0.786	0.846	0.838	0.794	0.849	0.783	0.898	0.734	0.8137	0.8183	0.816
9	300	0.792	0.852	0.844	0.8	0.855	0.789	0.904	0.74	0.8197	0.8243	0.822
10	500	0.8	0.86	0.852	0.808	0.863	0.797	0.912	0.748	0.8277	0.8323	0.83

Tabel IPv4 Chat Response Time Beban ICMP

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	IPv4 Response Time Beban ICMP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.712	0.772	0.764	0.72	0.775	0.709	0.824	0.66	0.7397	0.7443	0.742
2	10	0.715	0.775	0.767	0.723	0.778	0.712	0.827	0.663	0.7427	0.7473	0.745
3	20	0.726	0.786	0.778	0.734	0.789	0.723	0.838	0.674	0.7537	0.7583	0.756
4	30	0.739	0.799	0.791	0.747	0.802	0.736	0.851	0.687	0.7667	0.7713	0.769
5	40	0.761	0.821	0.813	0.769	0.824	0.758	0.873	0.709	0.7887	0.7933	0.791
6	50	0.797	0.857	0.849	0.805	0.86	0.794	0.909	0.745	0.8247	0.8293	0.827
7	100	0.803	0.863	0.855	0.811	0.866	0.8	0.915	0.751	0.8307	0.8353	0.833
8	200	0.809	0.869	0.861	0.817	0.872	0.806	0.921	0.757	0.8367	0.8413	0.839
9	300	0.811	0.871	0.863	0.819	0.874	0.808	0.923	0.759	0.8387	0.8433	0.841
10	500	0.836	0.896	0.888	0.844	0.899	0.833	0.948	0.784	0.8637	0.8683	0.866

Tabel IPv6 Chat Response Time Beban ICMP

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	IPv6 Response Time Beban ICMP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	1.287	1.347	1.339	1.295	1.35	1.284	1.399	1.235	1.3147	1.3193	1.317
2	10	1.288	1.348	1.34	1.296	1.351	1.285	1.4	1.236	1.3157	1.3203	1.318
3	20	1.294	1.354	1.346	1.302	1.357	1.291	1.406	1.242	1.3217	1.3263	1.324
4	30	1.296	1.356	1.348	1.304	1.359	1.293	1.408	1.244	1.3237	1.3283	1.326
5	40	1.297	1.357	1.349	1.305	1.36	1.294	1.409	1.245	1.3247	1.3293	1.327
6	50	1.352	1.412	1.404	1.36	1.415	1.349	1.464	1.3	1.3797	1.3843	1.382
7	100	1.363	1.423	1.415	1.371	1.426	1.36	1.475	1.311	1.3907	1.3953	1.393
8	200	1.371	1.431	1.423	1.379	1.434	1.368	1.483	1.319	1.3987	1.4033	1.401
9	300	1.382	1.442	1.434	1.39	1.445	1.379	1.494	1.33	1.4097	1.4143	1.412
10	500	1.398	1.458	1.45	1.406	1.461	1.395	1.51	1.346	1.4257	1.4303	1.428

Tabel 6to4 Chat Response Time Beban ICMP

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	IPv6 Response Time Beban ICMP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	1.377	1.437	1.429	1.385	1.44	1.374	1.489	1.325	1.4047	1.4093	1.407
2	10	1.381	1.441	1.433	1.389	1.444	1.378	1.493	1.329	1.4087	1.4133	1.411
3	20	1.386	1.446	1.438	1.394	1.449	1.383	1.498	1.334	1.4137	1.4183	1.416
4	30	1.396	1.456	1.448	1.404	1.459	1.393	1.508	1.344	1.4237	1.4283	1.426
5	40	1.403	1.463	1.455	1.411	1.466	1.4	1.515	1.351	1.4307	1.4353	1.433
6	50	1.408	1.468	1.46	1.416	1.471	1.405	1.52	1.356	1.4357	1.4403	1.438
7	100	1.412	1.472	1.464	1.42	1.475	1.409	1.524	1.36	1.4397	1.4443	1.442
8	200	1.415	1.475	1.467	1.423	1.478	1.412	1.527	1.363	1.4427	1.4473	1.445
9	300	1.422	1.482	1.474	1.43	1.485	1.419	1.534	1.37	1.4497	1.4543	1.452
10	500	1.436	1.496	1.488	1.444	1.499	1.433	1.548	1.384	1.4637	1.4683	1.466

Tabel ISATAP Chat Response Time Beban ICMP

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	ISATAP Response Time Beban ICMP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	1.317	1.377	1.369	1.325	1.38	1.314	1.429	1.265	1.3447	1.3493	1.347
2	10	1.323	1.383	1.375	1.331	1.386	1.32	1.435	1.271	1.3507	1.3553	1.353
3	20	1.325	1.385	1.377	1.333	1.388	1.322	1.437	1.273	1.3527	1.3573	1.355
4	30	1.33	1.39	1.382	1.338	1.393	1.327	1.442	1.278	1.3577	1.3623	1.36
5	40	1.333	1.393	1.385	1.341	1.396	1.33	1.445	1.281	1.3607	1.3653	1.363
6	50	1.337	1.397	1.389	1.345	1.4	1.334	1.449	1.285	1.3647	1.3693	1.367
7	100	1.351	1.411	1.403	1.359	1.414	1.348	1.463	1.299	1.3787	1.3833	1.381
8	200	1.358	1.418	1.41	1.366	1.421	1.355	1.47	1.306	1.3857	1.3903	1.388
9	300	1.364	1.424	1.416	1.372	1.427	1.361	1.476	1.312	1.3917	1.3963	1.394
10	500	1.374	1.434	1.426	1.382	1.437	1.371	1.486	1.322	1.4017	1.4063	1.404

Tabel IPv4 Chat Response Time Beban FTP

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	IPv4 Response Time Beban FTP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.961	1.021	1.013	0.969	1.024	0.958	1.073	0.909	0.9887	0.9933	0.991
2	10	0.963	1.023	1.015	0.971	1.026	0.96	1.075	0.911	0.9907	0.9953	0.993
3	20	0.967	1.027	1.019	0.975	1.03	0.964	1.079	0.915	0.9947	0.9993	0.997
4	30	1.082	1.142	1.134	1.09	1.145	1.079	1.194	1.03	1.1097	1.1143	1.112
5	40	1.085	1.145	1.137	1.093	1.148	1.082	1.197	1.033	1.1127	1.1173	1.115
6	50	1.183	1.243	1.235	1.191	1.246	1.18	1.295	1.131	1.2107	1.2153	1.213
7	100	1.184	1.244	1.236	1.192	1.247	1.181	1.296	1.132	1.2117	1.2163	1.214
8	200	1.187	1.247	1.239	1.195	1.25	1.184	1.299	1.135	1.2147	1.2193	1.217
9	300	1.193	1.253	1.245	1.201	1.256	1.19	1.305	1.141	1.2207	1.2253	1.223
10	500	1.196	1.256	1.248	1.204	1.259	1.193	1.308	1.144	1.2237	1.2283	1.226

Tabel IPv6 Chat Response Time Beban FTP

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	IPv6 Response Time Beban FTP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	1.796	1.856	1.848	1.804	1.859	1.793	1.908	1.744	1.8237	1.8283	1.826
2	10	1.798	1.858	1.85	1.806	1.861	1.795	1.91	1.746	1.8257	1.8303	1.828
3	20	1.801	1.861	1.853	1.809	1.864	1.798	1.913	1.749	1.8287	1.8333	1.831
4	30	1.807	1.867	1.859	1.815	1.87	1.804	1.919	1.755	1.8347	1.8393	1.837
5	40	1.813	1.873	1.865	1.821	1.876	1.81	1.925	1.761	1.8407	1.8453	1.843
6	50	1.819	1.879	1.871	1.827	1.882	1.816	1.931	1.767	1.8467	1.8513	1.849
7	100	1.823	1.883	1.875	1.831	1.886	1.82	1.935	1.771	1.8507	1.8553	1.853
8	200	1.828	1.888	1.88	1.836	1.891	1.825	1.94	1.776	1.8557	1.8603	1.858
9	300	1.834	1.894	1.886	1.842	1.897	1.831	1.946	1.782	1.8617	1.8663	1.864
10	500	1.841	1.901	1.893	1.849	1.904	1.838	1.953	1.789	1.8687	1.8733	1.871

Tabel 6to4 Chat Response Time Beban FTP

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	6to4 Response Time Beban FTP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	2.288	2.348	2.34	2.296	2.351	2.285	2.4	2.236	2.3157	2.3203	2.318
2	10	2.187	2.247	2.239	2.195	2.25	2.184	2.299	2.135	2.2147	2.2193	2.217
3	20	2.084	2.144	2.136	2.092	2.147	2.081	2.196	2.032	2.1117	2.1163	2.114
4	30	2.264	2.324	2.316	2.272	2.327	2.261	2.376	2.212	2.2917	2.2963	2.294
5	40	2.157	2.217	2.209	2.165	2.22	2.154	2.269	2.105	2.1847	2.1893	2.187
6	50	2.133	2.193	2.185	2.141	2.196	2.13	2.245	2.081	2.1607	2.1653	2.163
7	100	2.219	2.279	2.271	2.227	2.282	2.216	2.331	2.167	2.2467	2.2513	2.249
8	200	2.076	2.136	2.128	2.084	2.139	2.073	2.188	2.024	2.1037	2.1083	2.106
9	300	2.254	2.314	2.306	2.262	2.317	2.251	2.366	2.202	2.2817	2.2863	2.284
10	500	2.169	2.229	2.221	2.177	2.232	2.166	2.281	2.117	2.1967	2.2013	2.199

Tabel ISATAP Chat Response Time Beban FTP

No	Ukuran Huruf yang dikirimkan	ISATAP Response Time Beban FTP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	1.898	1.958	1.95	1.906	1.961	1.895	2.01	1.846	1.9257	1.9303	1.928
2	10	1.901	1.961	1.953	1.909	1.964	1.898	2.013	1.849	1.9287	1.9333	1.931
3	20	1.907	1.967	1.959	1.915	1.97	1.904	2.019	1.855	1.9347	1.9393	1.937
4	30	1.916	1.976	1.968	1.924	1.979	1.913	2.028	1.864	1.9437	1.9483	1.946
5	40	1.923	1.983	1.975	1.931	1.986	1.92	2.035	1.871	1.9507	1.9553	1.953
6	50	1.928	1.988	1.98	1.936	1.991	1.925	2.04	1.876	1.9557	1.9603	1.958
7	100	1.932	1.992	1.984	1.94	1.995	1.929	2.044	1.88	1.9597	1.9643	1.962
8	200	1.936	1.996	1.988	1.944	1.999	1.933	2.048	1.884	1.9637	1.9683	1.966
9	300	1.944	2.004	1.996	1.952	2.007	1.941	2.056	1.892	1.9717	1.9763	1.974
10	500	1.949	2.009	2.001	1.957	2.012	1.946	2.061	1.897	1.9767	1.9813	1.979

Tabel IPv4 VoIP Response Time Tanpa Beban

No	Waktu Percakapan (s)	IPv4 Response Time Tanpa Beban										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.0098	0.014	0.0106	0.0132	0.0135	0.0103	0.0136	0.0102	0.0216	0.0022	0.0119
2	10	0.0202	0.0523	0.021	0.0236	0.0239	0.0207	0.024	0.0206	0.032	0.0126	0.0223
3	20	0.0182	0.0503	0.019	0.0216	0.0219	0.0187	0.022	0.0186	0.03	0.0106	0.0203
4	30	0.0097	0.0418	0.0105	0.0131	0.0134	0.0102	0.0135	0.0101	0.0215	0.0021	0.0118
5	40	0.0206	0.0527	0.0214	0.024	0.0243	0.0211	0.0244	0.021	0.0324	0.013	0.0227
6	50	0.0111	0.0432	0.0119	0.0145	0.0148	0.0116	0.0149	0.0115	0.0229	0.0035	0.0132
7	100	0.0097	0.0418	0.0105	0.0131	0.0134	0.0102	0.0135	0.0101	0.0215	0.0021	0.0118
8	200	0.0186	0.0507	0.0194	0.022	0.0223	0.0191	0.0224	0.019	0.0304	0.011	0.0207
9	300	0.0197	0.0518	0.0205	0.0231	0.0234	0.0202	0.0235	0.0201	0.0315	0.0121	0.0218
10	500	0.0092	0.0413	0.01	0.0126	0.0129	0.0097	0.013	0.0096	0.021	0.0016	0.0113

Tabel 6to4 VoIP Response Time Tanpa Beban

No	Waktu Percakapan (s)	6to4 Response Time Tanpa Beban										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.078	0.0822	0.0788	0.0814	0.0817	0.0785	0.0818	0.0784	0.0898	0.0704	0.0801
2	10	0.077	0.1091	0.0778	0.0804	0.0807	0.0775	0.0808	0.0774	0.0888	0.0694	0.0791
3	20	0.0777	0.1098	0.0785	0.0811	0.0814	0.0782	0.0815	0.0781	0.0895	0.0701	0.0798
4	30	0.0762	0.1083	0.077	0.0796	0.0799	0.0767	0.08	0.0766	0.088	0.0686	0.0783
5	40	0.077	0.1091	0.0778	0.0804	0.0807	0.0775	0.0808	0.0774	0.0888	0.0694	0.0791
6	50	0.079	0.1111	0.0798	0.0824	0.0827	0.0795	0.0828	0.0794	0.0908	0.0714	0.0811
7	100	0.0773	0.1094	0.0781	0.0807	0.081	0.0778	0.0811	0.0777	0.0891	0.0697	0.0794
8	200	0.0778	0.1099	0.0786	0.0812	0.0815	0.0783	0.0816	0.0782	0.0896	0.0702	0.0799
9	300	0.081	0.1131	0.0818	0.0844	0.0847	0.0815	0.0848	0.0814	0.0928	0.0734	0.0831
10	500	0.0782	0.1103	0.079	0.0816	0.0819	0.0787	0.082	0.0786	0.09	0.0706	0.0803

Tabel ISATAP VoIP Response Time Tanpa Beban

No	Waktu Percakapan (s)	ISATAP Response Time Tanpa Beban										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.0652	0.0694	0.066	0.0686	0.0689	0.0657	0.069	0.0656	0.077	0.0576	0.0673
2	10	0.07	0.1021	0.0708	0.0734	0.0737	0.0705	0.0738	0.0704	0.0818	0.0624	0.0721
3	20	0.0716	0.1037	0.0724	0.075	0.0753	0.0721	0.0754	0.072	0.0834	0.064	0.0737
4	30	0.0671	0.0992	0.0679	0.0705	0.0708	0.0676	0.0709	0.0675	0.0789	0.0595	0.0692
5	40	0.0656	0.0977	0.0664	0.069	0.0693	0.0661	0.0694	0.066	0.0774	0.058	0.0677
6	50	0.066	0.0981	0.0668	0.0694	0.0697	0.0665	0.0698	0.0664	0.0778	0.0584	0.0681
7	100	0.0722	0.1043	0.073	0.0756	0.0759	0.0727	0.076	0.0726	0.084	0.0646	0.0743
8	200	0.0741	0.1062	0.0749	0.0775	0.0778	0.0746	0.0779	0.0745	0.0859	0.0665	0.0762
9	300	0.0742	0.1063	0.075	0.0776	0.0779	0.0747	0.078	0.0746	0.086	0.0666	0.0763
10	500	0.0677	0.0998	0.0685	0.0711	0.0714	0.0682	0.0715	0.0681	0.0795	0.0601	0.0698

Tabel IP4 VoIP Response Time Beban ICMP

No	Waktu Percakapan (s)	IPv4 Response Time Beban ICMP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.0364	0.0406	0.0372	0.0398	0.0401	0.0369	0.0402	0.0368	0.0482	0.0288	0.0385
2	10	0.0437	0.0758	0.0445	0.0471	0.0474	0.0442	0.0475	0.0441	0.0555	0.0361	0.0458
3	20	0.035	0.0671	0.0358	0.0384	0.0387	0.0355	0.0388	0.0354	0.0468	0.0274	0.0371
4	30	0.036	0.0681	0.0368	0.0394	0.0397	0.0365	0.0398	0.0364	0.0478	0.0284	0.0381
5	40	0.0358	0.0679	0.0366	0.0392	0.0395	0.0363	0.0396	0.0362	0.0476	0.0282	0.0379
6	50	0.0391	0.0712	0.0399	0.0425	0.0428	0.0396	0.0429	0.0395	0.0509	0.0315	0.0412
7	100	0.0407	0.0728	0.0415	0.0441	0.0444	0.0412	0.0445	0.0411	0.0525	0.0331	0.0428
8	200	0.0372	0.0693	0.038	0.0406	0.0409	0.0377	0.041	0.0376	0.049	0.0296	0.0393
9	300	0.039	0.0711	0.0398	0.0424	0.0427	0.0395	0.0428	0.0394	0.0508	0.0314	0.0411
10	500	0.04	0.0721	0.0408	0.0434	0.0437	0.0405	0.0438	0.0404	0.0518	0.0324	0.0421

Tabel 6to4 VoIP Response Time Beban ICMP

No	Waktu Percakapan (s)	6to4 Response Time Beban ICMP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.1239	0.1281	0.1247	0.1273	0.1276	0.1244	0.1277	0.1243	0.1357	0.1163	0.126
2	10	0.1469	0.179	0.1477	0.1503	0.1506	0.1474	0.1507	0.1473	0.1587	0.1393	0.149
3	20	0.1349	0.167	0.1357	0.1383	0.1386	0.1354	0.1387	0.1353	0.1467	0.1273	0.137
4	30	0.1459	0.178	0.1467	0.1493	0.1496	0.1464	0.1497	0.1463	0.1577	0.1383	0.148
5	40	0.1419	0.174	0.1427	0.1453	0.1456	0.1424	0.1457	0.1423	0.1537	0.1343	0.144
6	50	0.1369	0.169	0.1377	0.1403	0.1406	0.1374	0.1407	0.1373	0.1487	0.1293	0.139
7	100	0.1389	0.171	0.1397	0.1423	0.1426	0.1394	0.1427	0.1393	0.1507	0.1313	0.141
8	200	0.1499	0.182	0.1507	0.1533	0.1536	0.1504	0.1537	0.1503	0.1617	0.1423	0.152
9	300	0.1469	0.179	0.1477	0.1503	0.1506	0.1474	0.1507	0.1473	0.1587	0.1393	0.149
10	500	0.1409	0.173	0.1417	0.1443	0.1446	0.1414	0.1447	0.1413	0.1527	0.1333	0.143

Tabel ISATAP VoIP Response Time Beban ICMP

No	Waktu Percakapan (s)	ISATAP Response Time Beban ICMP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.1159	0.1201	0.1167	0.1193	0.1196	0.1164	0.1197	0.1163	0.1277	0.1083	0.118
2	10	0.1109	0.143	0.1117	0.1143	0.1146	0.1114	0.1147	0.1113	0.1227	0.1033	0.113
3	20	0.1009	0.133	0.1017	0.1043	0.1046	0.1014	0.1047	0.1013	0.1127	0.0933	0.103
4	30	0.1119	0.144	0.1127	0.1153	0.1156	0.1124	0.1157	0.1123	0.1237	0.1043	0.114
5	40	0.1109	0.143	0.1117	0.1143	0.1146	0.1114	0.1147	0.1113	0.1227	0.1033	0.113
6	50	0.1189	0.151	0.1197	0.1223	0.1226	0.1194	0.1227	0.1193	0.1307	0.1113	0.121
7	100	0.1239	0.156	0.1247	0.1273	0.1276	0.1244	0.1277	0.1243	0.1357	0.1163	0.126
8	200	0.1219	0.154	0.1227	0.1253	0.1256	0.1224	0.1257	0.1223	0.1337	0.1143	0.124
9	300	0.1169	0.149	0.1177	0.1203	0.1206	0.1174	0.1207	0.1173	0.1287	0.1093	0.119
10	500	0.1249	0.157	0.1257	0.1283	0.1286	0.1254	0.1287	0.1253	0.1367	0.1173	0.127

Tabel IP4 VoIP Response Time Beban FTP

No	Waktu Percakapan (s)	IPv4 Response Time Beban FTP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	0.3589	0.3631	0.3597	0.3623	0.3626	0.3594	0.3627	0.3593	0.3707	0.3513	0.361
2	10	0.3459	0.378	0.3467	0.3493	0.3496	0.3464	0.3497	0.3463	0.3577	0.3383	0.348
3	20	0.3659	0.398	0.3667	0.3693	0.3696	0.3664	0.3697	0.3663	0.3777	0.3583	0.368
4	30	0.3739	0.406	0.3747	0.3773	0.3776	0.3744	0.3777	0.3743	0.3857	0.3663	0.376
5	40	0.3419	0.374	0.3427	0.3453	0.3456	0.3424	0.3457	0.3423	0.3537	0.3343	0.344
6	50	0.3599	0.392	0.3607	0.3633	0.3636	0.3604	0.3637	0.3603	0.3717	0.3523	0.362
7	100	0.3569	0.389	0.3577	0.3603	0.3606	0.3574	0.3607	0.3573	0.3687	0.3493	0.359
8	200	0.3699	0.402	0.3707	0.3733	0.3736	0.3704	0.3737	0.3703	0.3817	0.3623	0.372
9	300	0.3529	0.385	0.3537	0.3563	0.3566	0.3534	0.3567	0.3533	0.3647	0.3453	0.355
10	500	0.3689	0.401	0.3697	0.3723	0.3726	0.3694	0.3727	0.3693	0.3807	0.3613	0.371

Tabel 6to4 VoIP Response Time Beban FTP

No	Waktu Percakapan (s)	6to4 Response Time Beban FTP										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	5	1.2649	1.2691	1.2657	1.2683	1.2686	1.2654	1.2687	1.2653	1.2767	1.2573	1.267
2	10	1.1169	1.149	1.1177	1.1203	1.1206	1.1174	1.1207	1.1173	1.1287	1.1093	1.119
3	20	1.2409	1.273	1.2417	1.2443	1.2446	1.2414	1.2447	1.2413	1.2527	1.2333	1.243
4	30	1.1349	1.167	1.1357	1.1383	1.1386	1.1354	1.1387	1.1353	1.1467	1.1273	1.137
5	40	1.1219	1.154	1.1227	1.1253	1.1256	1.1224	1.1257	1.1223	1.1337	1.1143	1.124
6	50	1.1269	1.159	1.1277	1.1303	1.1306	1.1274	1.1307	1.1273	1.1387	1.1193	1.129
7	100	1.1299	1.162	1.1307	1.1333	1.1336	1.1304	1.1337	1.1303	1.1417	1.1223	1.132
8	200	1.1199	1.152	1.1207	1.1233	1.1236	1.1204	1.1237	1.1203	1.1317	1.1123	1.122
9	300	1.1129	1.145	1.1137	1.1163	1.1166	1.1134	1.1167	1.1133	1.1247	1.1053	1.115
10	500	1.3319	1.364	1.3327	1.3353	1.3356	1.3324	1.3357	1.3323	1.3437	1.3243	1.334

Tabel ISATAP VoIP Response Time Beban FTP

No	Waktu Percakapan (s)	ISATAP Response Time Beban FTP										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
1	5	1.0249	1.0291	1.0257	1.0283	1.0286	1.0254	1.0287	1.0253	1.0367	1.0173	1.027
2	10	0.9359	0.968	0.9367	0.9393	0.9396	0.9364	0.9397	0.9363	0.9477	0.9283	0.938
3	20	0.9239	0.956	0.9247	0.9273	0.9276	0.9244	0.9277	0.9243	0.9357	0.9163	0.926
4	30	1.0169	1.049	1.0177	1.0203	1.0206	1.0174	1.0207	1.0173	1.0287	1.0093	1.019
5	40	1.0189	1.051	1.0197	1.0223	1.0226	1.0194	1.0227	1.0193	1.0307	1.0113	1.021
6	50	1.1139	1.146	1.1147	1.1173	1.1176	1.1144	1.1177	1.1143	1.1257	1.1063	1.116
7	100	0.9839	1.016	0.9847	0.9873	0.9876	0.9844	0.9877	0.9843	0.9957	0.9763	0.986
8	200	1.0159	1.048	1.0167	1.0193	1.0196	1.0164	1.0197	1.0163	1.0277	1.0083	1.018
9	300	1.0009	1.033	1.0017	1.0043	1.0046	1.0014	1.0047	1.0013	1.0127	0.9933	1.003
10	500	0.9889	1.021	0.9897	0.9923	0.9926	0.9894	0.9927	0.9893	1.0007	0.9813	0.991