

ANALISA DAN DESAIN REKAYASA ULANG JARINGAN KAMPUS UNIVERSITAS BUNDA MULIA DENGAN MENGUNAKAN IPv6

Hoga Saragih¹, Indra Priyandono²

¹Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

²Program Studi Teknik Informatika, Universitas Bunda Mulia

ABSTRAK

Sejak pelepasan IPv4 pada awal tahun 90-an, pengalamatan 32 bit IP lama kelamaan akan habis. Dalam kurung waktu yang tidak lama untuk menambah pengalamatan IP telah datang yang disebut dengan IPv6 atau IP Next Generation.

IPv6 adalah versi baru protokol Internet yang dikembangkan untuk menggantikan IPv4. Alasan utama dikembangkannya IPv6 adalah untuk meningkatkan ruang alamat Internet sehingga mampu mengakomodasi perkembangan jumlah pengguna Internet yang sangat cepat. Penyebaran IPv6 membutuhkan banyak waktu dan usaha, sehingga terdapat suatu masa transisi di mana IPv6 dan IPv4 berjalan bersamaan. Pada masa ini dibutuhkan teknik-teknik yang dapat diimplementasikan oleh IPv6 untuk dapat kompatibel dengan IPv4, teknik-teknik ini disebut mekanisme transisi.

Interkoneksi dari IPv4 ke IPv6 memperoleh kinerja throughput yang hampir sepadan dengan antara dua jenis protokol ini. Hasil pengujian RTT pun juga demikian, hasil yang tidak terlalu jauh perbedaannya antara kedua protokol ini. Sedangkan pada pengujian waktu resolusi nama IPv6 sedikit lebih unggul walaupun tidak terlalu signifikan. Di lain pihak, untuk pengujian layanan aplikasi dapat berjalan dengan baik dan normal, semua aplikasi atau layanan dapat memberikan fungsinya dengan benar.

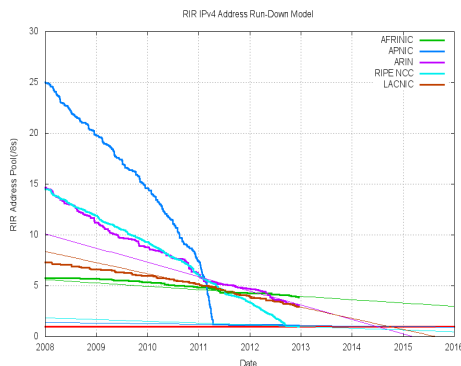
Kata Kunci : IPv6, Tunnel Broker, IP Next Generation, Tunneling, Dual IP Stack

PENDAHULUAN

Internet telah berkembang dari sebuah jaringan computer sederhana yang terhubung ke platform yang menyediakan berbagai jenis layanan. Sebagian besar jaringan komunikasi saat ini didasarkan pada Internet Protocol versi 4 (IPv4) (Postel, J, 1981). Protokol ini telah deploy sejak September 1981, ketika IETF RFC 791 diciptakan untuk standarisasi protokol ini[2]. Semua perangkat di jaringan IPv4 diidentifikasi oleh 32-bit alamat IP, memberikan ruang alamat dari 232 alamat atau 4.294.967.296 host yang unik. Para desainer dari protokol ini tidak mengantisipasi adanya perluasan

Internet seperti yang kita kenal sekarang ini, karena pada saat itu angka tersebut dianggap cukup untuk memenuhi kebutuhan akan alamat unik pada internet. Tetapi kenyataannya pada tahun 1990-an internet komersial mulai muncul dan berkembang dengan pesatnya. Menurut Internet World Stats, hingga 31 desember 2000 ada sekitar 360.985.492 pengguna internet dan dari data terakhir hingga 31 desember 2011 ada sekitar 2.267.233.742 pengguna internet diseluruh dunia. Sedangkan jumlah penduduk dunia ada 6.930.055.154, berarti angka pertumbuhan internet sekitar 528.1 %. Bisa dibayangkan jika setiap penduduk

dunia menggunakan internet., maka IPv4 tidak akan mampu memberikan alamat unik tersebut untuk setiap orang. Hal ini telah menyebabkan masalah pada ruang pengalamatan IP. Permintaan masyarakat yang unik akan alamat IP sangatlah tinggi dan ruang alamat IPv4 yang tersisa menurun dengan cepat. Dan kecenderungan ini terus berlanjut, sedangkan saat ini alokasi alamat IPv4 telah habis pada Januari 2011 (Free Pool of IPv4 Address Space Depleted. Web page [Online]. [Cited 3 Februari 2011] URL: <http://www.nro.net/news/ipv4-free-pool-depleted>). Sebagai ilustrasi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Proyeksi konsumsi address pool yang tersisa dari RIR.

Bagaimanapun juga mengubah infrastruktur Internet dunia dari protokol IPv4 ke IPv6 bukanlah suatu pekerjaan yang mudah dan pasti akan memakan waktu yang lama. Pada masa transisi ini terdapat keadaan di mana jaringan Internet yang mengimplementasikan IPv6, berdampingan dengan jaringan yang masih menggunakan IPv4 sebagai protokol Internetnya. Tantangan utama yang dihadapi pada masa transisi ini adalah bagaimana agar jaringan IPv6 yang sedang dikembangkan ini mampu berinteraksi dengan jaringan IPv4 yang sudah ada sebelumnya. Masa transisi ini dilakukan sampai seluruh jaringan Internet dunia mengimplementasikan protokol IPv6. Untuk memastikan integrasi IPv6 yang sukses kedalam

infrastruktur IPv4, Internet Engineering Task Force (IETF) mengembangkan beberapa strategi dan mekanisme transisi.

Manfaat Penelitian

Dengan hasil rekayasa ulang dan implementasinya akan menjadikan sebuah dokumen panduan atau pedoman untuk pelaksanaan rekayasa ulang IPv6. Hasil dari dokumentasi dan implementasi yang telah dilakukan dapat memfasilitasi pelaksanaan di lembaga atau tempat lainnya. Disamping itu juga untuk memberikan alternatif untuk solusi teknologi yang membatasi pelaksanaan protokol ini. Dan mendorong IPv6 sebagai standar masa depan Protocol Internet.

LANDASAN TEORI

Internet Protocol

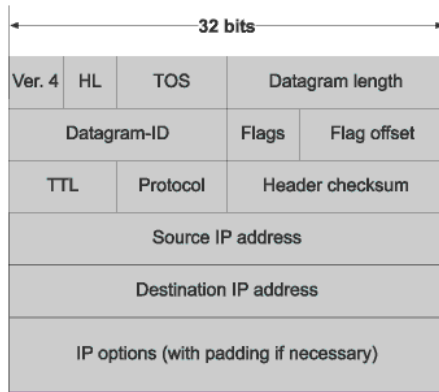
Internet Protocol (IP) adalah protokol berorientasi data yang digunakan secara luas di Internet. IP terutama digunakan sebagai pengenal unik yang diberikan untuk setiap antarmuka pada jaringan IP. Jadi pada dasarnya, penggunaan yang ideal dari jaringan IP adalah bahwa setiap komputer memiliki alamat IP yang unik.

Arsitektur IPv4

IPv4 terdiri dari 32 bit informasi. Mereka dibagi menjadi empat bagian, disebut sebagai oktet. Protokol IP mendefinisikan lima kelas alamat yang berbeda: Kelas A, Kelas B, Kelas C, Kelas D, dan Kelas E. Tiga kelas pertama, kelas A, B, dan C menggunakan ukuran yang berbeda untuk ID jaringan dan bagian host ID. Kelas D adalah untuk tipe khusus dari alamat yang disebut multicast dan kelas E adalah untuk eksperimental saja, dan tidak digunakan.

Struktur Header IPv4

Leon-Garcia dan Widjaja (2003) dan dalam RFC791^[38] menjelaskan masing-masing field header pada gambar 2.



Gambar 2 Struktur header IPv4.

- Version (4-bit), mengindikasikan versi Internet Protocol, bernilai 4.
- Internet Header Length (4-bit), merupakan panjang header Internet.
- Type of Service (8-bit), menandakan jenis layanan yang diinginkan oleh paket bersangkutan.
- Total Length (16-bit), merupakan panjang total paket IPv4 yang terdiri dari header dan data.
- Identification (16-bit), mengidentifikasi nilai yang ditetapkan pengirim untuk membantu reassembly fragmen data.
- Flags (3-bit), menandakan flag-flag untuk proses fragmentasi.
- Fragment Offset (13-bit), mengindikasikan posisi fragmen.
- Time to Live (8-bit), jumlah jalur maksimal di mana paket IPv4 dapat berjalan sebelum dibuang.
- Protocol (8-bit), mengidentifikasi protokol di lapisan yang lebih tinggi.
- Header Checksum (16-bit), memberi kemampuan pengecekan error terhadap header IPv4 saja.
- Source Address (32-bit), menyimpan alamat pengirim.
- Destination Address (32-bit), menyimpan alamat penerima.

Options + Padding (32-bit), memungkinkan paket untuk meminta opsi layanan tambahan.

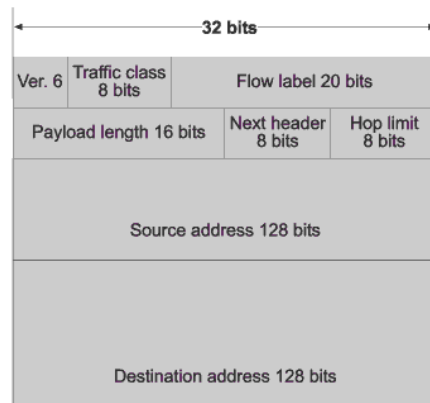
Arsitektur IPv6

IETF mengembangkan IPv6 pada awal '90-an dengan tujuan utama mengatasi masalah ruang alamat Internet yang lambat laun semakin berkurang, karena perkembangan jumlah pengguna Internet yang tak terkendali. Ada beberapa tujuan utama dikembangkannya IPv6 ini:

- Mendukung bermilyar-milyar host, bahkan dengan alokasi pengalaman yang tidak efisien,
- Mengurangi ukuran tabel routing
- Menyederhanakan protokol agar router dapat memproses paket lebih cepat,
- Menyediakan aspek keamanan yang lebih baik daripada IPv4
- Mengizinkan protokol yang lama dan baru tetap eksis bersama selama beberapa tahun transisi.

Struktur Header IPv6

Secara umum elemen-elemen header IPv6 lebih sederhana dibandingkan dengan IPv4, karena dilakukan perampingan. Leon-Garcia dan Widjaja (2003) menjelaskan masing-masing field header IPv6 dalam Gambar 3.



Gambar 3. Struktur header IPv6

- Version (4-bit), mengindikasikan versi Internet Protocol, bernilai 6.
- Traffic Class (8-bit), mengindikasikan kelas prioritas paket.
- Flow Label (20-bit), digunakan pengirim untuk memberi urutan rangkaian paket-paket.
- Payload Length (16-bit), merupakan panjang data yang dibawa setelah header.
- Next Header (8-bit), mengidentifikasi tipe header selanjutnya setelah header IPv6 utama.
- Hop Limit (8-bit), merupakan jumlah jalur maksimal di mana paket IPv6 dapat berjalan sebelum dibuang.
- Source Address (128-bit), menyimpan alamat pengirim.
- Destination Address (128-bit), menyimpan alamat penerima.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada analisa interoperabilitas aplikasi dan interkoneksi jaringan kampus Universitas Bunda Mulia dengan menggunakan IPv6 dan implementasinya di Universitas Bunda Mulia, penelitian ini menggunakan penelitian tindakan (action Research). Penelitian tindakan ditujukan untuk memberikan andil pada pemecahan masalah praktis dalam situasi problematik yang mendesak. Dalam hal ini peneliti harus membagi Action research dalam 5 tahapan yang merupakan siklus (p.65–86, 2004)[56], sebagai berikut ini:

1. Melakukan diagnosa (diagnosing)
2. Membuat rencana tindakan (action planning)
3. Melakukan tindakan (action taking)
4. Melakukan evaluasi (evaluating)
5. Pembelajaran (learning)

Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini, maka penulis menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut:

- Observasi
- Studi Kepustakaan
- Dokumentasi Data

Analisa Kebutuhan

Untuk melakukan pengujian disusun beberapa sistem uji yang tercantum dalam Tabel 1

Tabel 1 Peralatan Hardware untuk pengujian

Perangkat	Tipe	Merk/Spesifikasi
Perangkat 1	PC Personal	Intel Core2Duo, 2GB DDR3, 320GB SATA
Perangkat 2	Router	Cicso Router 2811
Perangkat 3	Router	Mikrotik RH1000
Perangkat 4	Server	HP ML110 G5, Intel Xeon 3200, 1GB DDR2, 160GB SAS HDD

Paramater Pengujian

Perangkat lunak atau tools yang digunakan dalam proses pengujian ini, yaitu:

- Iperf, merupakan pembangkit trafik yang dapat mengirimkan paket-paket TCP maupun UDP dalam jumlah sangat besar. Iperf juga memiliki kemampuan untuk menghitung throughput suatu jaringan berdasarkan paket-paket yang telah dikirimkannya.
- Ping/Ping6, merupakan aplikasi jaringan standar yang biasa digunakan untuk mengecek konektivitas antara dua host dalam jaringan. Ping mengirim sebuah paket ICMP berupa Echo Request dan akan menerima Echo Reply jika terhubung dengan host yang dituju. Ping juga melaporkan waktu yang dibutuhkan oleh proses tersebut.
- Dig, merupakan aplikasi yang melakukan permintaan alamat IP

kepada server DNS dengan mengirimkan nama host dan menampilkan jawaban yang diberikan server DNS. Dig juga dapat melakukan hal yang sebaliknya.

- Ethereal, merupakan aplikasi penangkap informasi tentang paket-paket yang berlalu-lalang dalam jaringan. Ethereal dapat membantu mencari dan menyelesaikan masalah yang terjadi pada jaringan dengan informasi yang ditangkapnya.
- Gnuplot, merupakan perangkat lunak pembuatan grafik berbasis commandline. Perangkat lunak ini mampu menghasilkan berbagai macam grafik dengan banyak pilihan untuk mengubah tampilan grafik.
- Selain tool diatas pengujian juga dilakukan dari sisi luar atau dari sisi internet untuk menguji konektivitas layanan web, email, ftp dan DNS yang sudah mendukung IPv6.

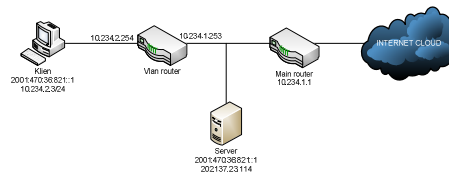
Perancangan dan Implentasi Sistem

Pada perancangan pertama ini sistem disusun dengan menggunakan alamat IPv4 statik dan alamat IPv6 yang didapatkan melalui metode tunnel-broker yang diberikan kepada masing-masing komputer. Konfigurasi alamat untuk sistem pengujian pertama adalah sebagai berikut.

- Komputer Klien merupakan node IPv4 dan IPv6 dikonfigurasi dengan alamat statik IPv4 10.234.2.3/24 dan alamat dinamik IPv6 2001:470:36:821::1, IPv6 ini didapatkan dari Komputer server yang menjalankan Dynamic Host Configuration v6 Server (dhcp6s) yang memberikan IPv6 kepada klien secara otomatis.
- Komputer Server merupakan Server yang dikonfigurasi dengan alamat statik IPv4 202.137.23.114 dan alamat IPv6 2001:470:36:821::1, pada komputer ini diaplikasikan perangkat DHCP6s, Nginx Webserver, Postfix Mail Server,

BIND DNS server yang semua aplikasi tersebut dijalankan pada system IPv4 dan IPv6.

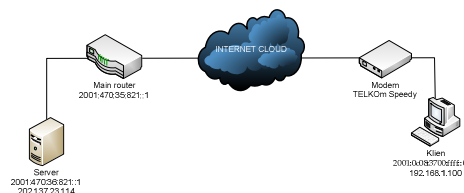
Pengujian ini menggunakan kapasitas jalur transmisi 100Mbps akan dilakukan dari sisi dalam yaitu dari sisi klien menuju server dengan beberapa parameter pengujian. Seperti yang diperagakan pada gambar 4.



Gambar 4 Rancangan system pengujian pertama

Pada perancangan kedua ini yang dapat dilihat pada gambar 5, system yang diuji masih tersusun sama seperti pada pengujian pertama hanya saja proses pengujian dilakukan dari sisi luar atau dari internet. Untuk konfigurasi klien yang bertindak sebagai penguji adalah sebagai berikut:

- Komputer Klien merupakan node IPv4 dan IPv6 dikonfigurasi dengan alamat statik IPv4 192.168.1.100/24 dan alamat dinamik IPv6 2001:0c08:3700:ffff::00f3, IPv6 ini didapatkan dari jasa penyedia IPv6 melalui tunnel broker milik freenet6.net yang memberikan IPv6 kepada klien secara otomatis dan gratis.
- Pengujian ini menggunakan kapasitas jalur transmisi 384Kbps dengan menggunakan koneksi broadband dari ISP Telkom Speedy.



Gambar 5 Rancangan system pengujian kedua

Pengujian ini akan dilakukan dari sisi klien melewati internet cloud terlebih dahulu kemudian menuju server dengan beberapa parameter pengujian untuk membuktikan apakah layanan layanan atau aplikasi aplikasi webserver, ftpserver dan mailserver yang terinstall di server dapat berfungsi dengan baik.

Analisa Kinerja Sistem

Proses pengujian yang dilakukan untuk setiap ukuran kinerja yang diamati berbeda beda, baik dalam penggunaan perangkat lunak maupun beberapa parameter khusus untuk setiap pengujian.

Thoughtput

Untuk ukuran kinerja throughput dilakukan pengujian dengan trafik TCP dilakukan dengan variasi ukuran paket seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Pengujian ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak iperf. Iperf selain mengalirkan trafik juga menghitung throughput berdasarkan banyaknya paket yang berhasil dikirimkan. Masing-masing pengujian dilakukan per 1 detik dan dilakukan sebanyak 30 kali ulangan.

RTT

Pengukuran kinerja RTT dilakukan dengan bantuan perangkat lunak ping/ping6. Variasi ukuran paket yang sama juga diberlakukan untuk pengujian ini. Perbedaan terletak pada lama waktu pengujian. Pengujian kinerja RTT ini dilakukan sebanyak 10 ulangan, dalam kurun waktu tersebut dikirimkan sebanyak 10 paket ICMP. Kemudian RTT yang dihasilkan pada masing-masing pengujian akan dirata rata.

Waktu Resolusi Nama (Name Resolution Time)

Pengukuran waktu resolusi nama dilakukan hanya untuk sistem interkoneksi IPv4-IPv6, hal ini perlu dilakukan karena resolusi nama merupakan salah satu proses yang terjadi ketika sebuah host IPv4 ingin berkomunikasi dengan host IPv6. Hanya dengan resolusi nama inilah komunikasi dari arah IPv4 ke IPv6 dimungkinkan, karena host IPv4 tidak mengenali format pengalamatan IPv6.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi dig, gawk. Dig mengirimkan permintaan sebuah alamat IP dengan memberikan nama host kepada server DNS dan menampilkan hasilnya. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang sebanyak 30 kali.

Pengujian Tambahan (Services dan Aplikasi)

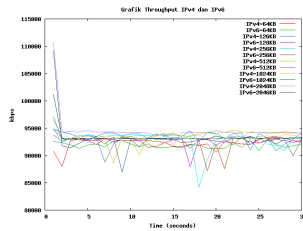
Pengujian tambahan ini berupa keberhasilan dari sebuah layanan atau aplikasi berjalan pada IPv6 hal ini dapat dibuktikan dengan dapat berfungsinya aplikasi aplikasi tersebut dengan baik.

• Hasil Pembahasan

Hasil-hasil pengukuran pada penelitian ini ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan melihat perbedaan kinerja yang terjadi antara beberapa jenis koneksi dan interkoneksi menggunakan IPv6 maupun IPv4 yang diujikan. Hasil pengujian dalam bentuk tabel dapat dilihat pada Lampiran.

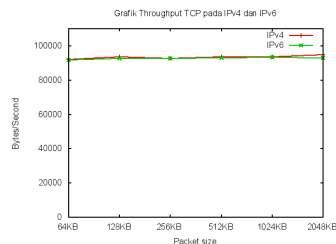
Throughput

Dari pengujian dengan menggunakan iperf pada IPv4 dan IPv6 dengan besaran besaran packet yang berbeda beda jika dijadikan dalam satu grafik dengan menggunakan tool GNUPlot akan dihasilkan seperti grafik perbandingan seperti berikut ini



Gambar 6 Grafik Pengujian IPv4 dan IPv6

Jika semua pengukuran tersebut di jumlah akan didapat hasil rata rata dari tiap tiap protocol IPv4 dan IPv6 akan dihasilkan sebuah grafik yang lebih sederhana seperti gambar 7.



Gambar 7 Grafik Throughput Total IPv4 dan IPv6

Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian throughput TCP. Pada gambar terlihat throughput TCP untuk IPv6 dan IPv4 hampir sama rata untuk setiap ukuran paket. Secara umum IPv6 dan IPv4 memberikan kinerja yang hampir sama. Hasil yang bervariasi untuk masing-masing ukuran paket menandakan perbedaan kondisi jaringan mempengaruhi hasil throughput yang didapatkan.

RTT (Round Trip Time)

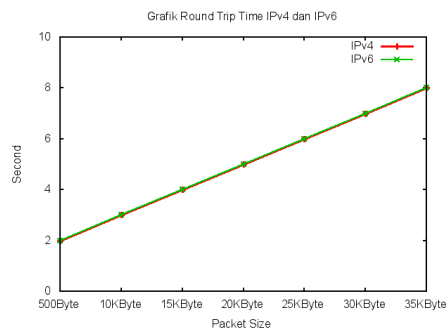
Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan paket rotocol ICMP yang dilakukan dengan aplikasi program ping6. Pada aplikasi ping6 apabila interkoneksi tunneling sudah terbentuk maka akan menghasilkan keluaran sebagai berikut:

```
C:\Users\Indra>ping -6 v6.ubm.ac.id -n 10 -l 5000
```

```
Pinging v6.ubm.ac.id [2001:470:36:821::1] with 5000 bytes of data:
Reply from 2001:470:36:821::1: time=2ms
Reply from 2001:470:36:821::1: time=2ms
Reply from 2001:470:36:821::1: time=2ms
Reply from 2001:470:36:821::1: time=2ms
Reply from 2001:470:36:821::1: time=2ms
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 2ms, Maximum = 2ms, Average = 2ms
```

Dalam pengukuran ini kita menggunakan beberapa ukuran paket ICMP 500Byte sampai 35000 bytes.

Kinerja waktu resolusi nama menunjukkan kemampuan server DNS untuk menjawab permintaan klien untuk sebuah alamat yang sesuai ketika diberikan sebuah nama. Tabel 10 menunjukkan hasil perhitungan kinerja waktu resolusi nama untuk IPv4 dan IPv6. Pada tabel terlihat kinerja IPv6 mengungguli IPv6 hingga mencapai 1 ms. Ini merupakan perbedaan yang sangat signifikan. walaupun pada kenyataannya pada sisi pengguna perbedaan 1 ms tidak akan banyak berpengaruh.



Gambar 8 Grafik Pengujian RTT pada IPv4 dan IPv6

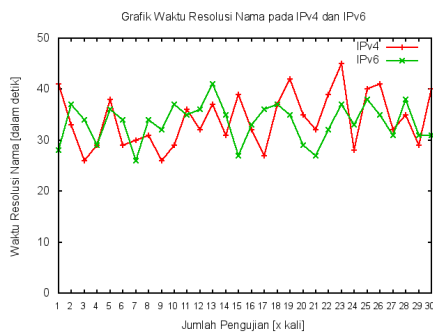
Dari gambar 8 menunjukkan bahwa pertambahan waktu kirim berbanding lurus dengan pertambahan ukuran paket

ICMP. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk paket ICMP yang lebih besar membutuhkan waktu kirim yang lebih lama.

Analisa RTT sangat tergantung keadaan jaringan, termasuk salah satunya adalah besarnya bandwidth dan waktu memproses paket. bila kita uji waktu respon ping pada jaringan yang luang (kosong) dan memiliki bandwidth cukup besar - maka perubahan respon RTT yang didapat memang tidak/kurang signifikan. tapi bila melakukan uji RTT dengan kondisi jaringan yang cukup saturated/kurang baik (misalnya bandwidth, CPU, firewall/NAT, protokol routing dan kondisi kabel kurang baik) kemungkinan akan terlihat hasil RTT pingnya akan terjadi perbedaan yang cukup signifikan.

Waktu Resolusi Nama

Pengujian waktu resolusi nama dilakukan sebanyak 30 kali pengujian, baik itu dilakukan pada protocol IPv4 maupun protocol IPv6.

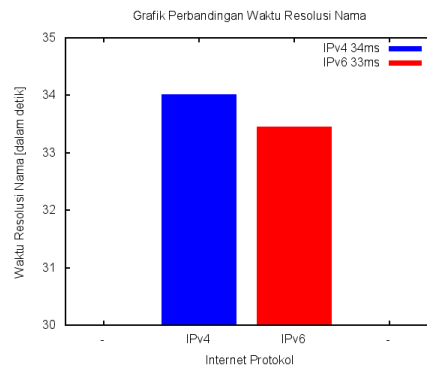


Gambar 9 Grafik resolusi nama pada IPv4 dan IPv6

Setelah didapatkan hasil dari masing masing penujian kemudian diambil rata ratanya dari masing pengujian tersebut. Setelah itu dilakukan komparasi dari hasil rata rata waktu pengujian resolusi nama, sehingga didapatkan hasil seperti grafik pada gambar 10.

Kinerja waktu resolusi nama menunjukkan kemampuan server DNS untuk menjawab permintaan klien untuk sebuah alamat yang sesuai ketika

diberikan sebuah nama. Tabel 10 menunjukkan hasil perhitungan kinerja waktu resolusi nama untuk IPv4 dan IPv6. Pada tabel terlihat kinerja IPv6 mengungguli IPv4 hingga mencapai 1 ms. Ini merupakan perbedaan yang sangat signifikan. walaupun pada kenyataannya pada sisi pengguna perbedaan 1 ms tidak akan banyak berpengaruh.



Gambar 10 Grafik waktu resolusi nama pada IPv4 dan IPv6

Kinerja waktu resolusi nama menunjukkan kemampuan server DNS untuk menjawab permintaan klien untuk sebuah alamat yang sesuai ketika diberikan sebuah nama. Tabel 10 menunjukkan hasil perhitungan kinerja waktu resolusi nama untuk IPv4 dan IPv6. Pada tabel terlihat kinerja IPv6 mengungguli IPv4 hingga mencapai 1 ms. Ini merupakan perbedaan yang sangat signifikan. walaupun pada kenyataannya pada sisi pengguna perbedaan 1 ms tidak akan banyak berpengaruh.

Tabel 2 Perbandingan Waktu Resolusi Nama pada IPv4 dan IPv6

Arah Komunikasi	Waktu resolusi nama (rata-rata ms)
IPv4	34ms
IPv6	33ms

Layanan Web Server

Pengujian aplikasi web server bertujuan menguji apakah website yang telah di install sebelumnya bias berjalan dengan normal jika menggunakan IPv6 dan apakah website tersebut dapat diakses dengan baik. Disini pengujian menggunakan tool secara online yang telah banyak disediakan di internet, salah satunya adalah dari <http://www.ipv6-test.com>. Dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 6. Tool Online Validasi

Setelah diuji dengan tool online tersebut dapat dibuktikan bahwa website <http://v6.ubm.ac.id> telah berhasil di akses dengan menggunakan IPv6.

Layanan Email

Pengujian pada layanan email dengan menggunakan IPv6 dengan mengirim email dari client melalui mail server v6.ubm.ac.id yang telah di install Postfix + Dovecot sebagai program SMTP dan POP mailservernya yang telah di setup dengan menggunakan IPv6. Pengujian cara mengirim email dari klien ke email account di gmail.com, dalam hal ini gmail.com telah menggunakan IPv6, begitu juga sebaiknya dari account di gmail.com ke account di v6.ubm.ac.id Berikut potongan header dari v6.ubm.ac.id ke gmail.com

```
Delivered-To: raynfasya@gmail.com
Received: by 10.60.149.227 with SMTP id
ud3csp21004oeb;
Thu, 9 May 2013 07:45:54 -0700 (PDT)
X-Received: by 10.49.35.132 with SMTP id
h4mr9991417qe.j.29.1368110754272;
Thu, 09 May 2013 07:45:54 -0700 (PDT)
Return-Path: <indra@v6.ubm.ac.id>
```

```
Received: from ipv6.ubm.ac.id (ndok-2-
pt.tunnel.tserv25.sin1.ipv6.he.net.
[2001:470:35:821::2])
by mx.google.com with ESMTMP di
n3si758553qct.70.2013.05.09.07.45.51
for <raynfasya@gmail.com>;
```

Begitu juga sebaliknya

```
Return-Path: <raynfasya@gmail.com>
Delivered-To: indra@v6.ubm.ac.id
Received: from mail-ob0-x22a.google.com (mail-ob0-
x22a.google.com [IPv6:2607:f8b0:4003:c01::22a])
by ipv6.ubm.ac.id (Postfix) with
ESMTMP id ED21C5F6C43
for <indra@v6.ubm.ac.id>; Thu, 9 May
2013 21:54:58 +0700 (WIT)
Received: by mail-ob0-f170.google.com with SMTP id
er7so1651035obc.15
for <indra@v6.ubm.ac.id>;
```

Pengujian ini juga berjalan dengan sukses, hal ini dibuktikan dengan diterimanya email dari server gmail.com pada server v6.ubm.ac.id. proses tersebut dapat dilihat pada pesan yang di highlight dengan warna kuning pada source header email yan diterima oleh server v6.ubm.ac.id. Pada pesan tersebut email diterima dari server mail-ob0-x22a.google.com dengan alamat IPv6 2607:f8b0:4003:c01::22a.

Layanan FTP

Pengujian FTP dilakukan dengan menjalin hubungan antara ftp client dengan ftp server menggunakan protocol IPv6.

```
C:\Users\Indra>ftp
ftp> open [2001:470:36:821::1]
Connected to 2001:470:36:821::1.
220 ProFTPD 1.3.3g Server (UBM IPv6
ProFTPD Flight Test)
[2001:470:36:821::1]
User (2001:470:36:821::1:(none)):
indra
331 Password required for indra
Password:
230 User indra logged in
```

Dari hasil pengujian FTP diatas dapat dikatakan bahwa pengujian berhasil dilakukan dengan menggunakan FTP diatas protocol IPv6, dan dapat disimpulkan bahwa protocol FTP pada server v6.ubm.ac.id dapat berjalan dengan normal dengan menggunakan IPv6.

SIMPULAN

Dari hasil perancangan, implementasi dan analisa IPv6 dan IPv4 dengan

menggunakan sisten IPv6 Tunnel Broker dan dilakukan dalam beberapa macam pengujian yang telah dilakukan sebelumnya ada beberapa kesimpulan yang dapat dikemukakan, yaitu

Dari hasil analisa pengujian dan membandingkan paket-paket data yang dihasilkan tidaklah terjadi sebuah perbedaan performa yang cukup berarti antara IPv4 maupun IPv6. Hal ini karena percobaan atau penelitian ini dilakukan dalam jaringan kecil yang memiliki kondisi jaringan yang cukup baik tanpa melalui proses routing yang cukup panjang.

Sedangkan pada pengujian layanan atau aplikasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa aplikasi layanan-layanan yang umum digunakan dapat berjalan dengan baik pada protocol IPv6 maupun IPv4 sehingga dalam masa transisi nantinya aplikasi atau layanan tersebut dapat berjalan secara bersama sama menggunakan IPv4 maupun IPv6 secara bersamaan hingga proses transisi ke IPv6 selesai.

Internet, yang memainkan lebih dan lebih penting peran dalam hidup kita, tumbuh pada kecepatan yang mencolok. Untuk memenuhi persyaratan aplikasi baru muncul, itu ditakdirkan untuk menemukan arah masa depan khusus untuk penggantian IP versi saat ini, dan hasil layak tampaknya menjadi IPv6. Ini tidak hanya memecahkan masalah kekurangan alamat IPv4 saat ini, tetapi juga membawa pada beberapa keuntungan, seperti keamanan jaringan, konfigurasi otomatis, diperpanjang, mobilitas, dan sebagainya.

Untuk aplikasi dan layanan IPv4 tidak dapat digantikan oleh IPv6 dalam jangka pendek, integrasi dan koeksistensi merupakan prasyarat untuk memungkinkan transisi yang mulus. Sebagai masa transisi akan panjang, kita secara kasar dapat dibagi menjadi tiga fase, yang membutuhkan teknik transisi yang sesuai pada setiap tahap. Meneliti kinerja jaringan di bawah teknik transisi

tertentu membawa kita ke pemahaman yang lebih baik dari sifat teoritis dan empiris dari teknik ini.

Saran

1. Menggunakan metode IPv6 Tunnel Broker merupakan pilihan yang cukup baik untuk melakukan transisi karena metode ini cukup mudah untuk di implementasikan tanpa meurangi performa paket data yang di alirkan.
2. Sistem ini masih mempunyai kekurangan karena masih belum menganalisa pada beberapa parameter lebih dalam antara lain mengenai analisa keamanan dalam pengiriman paket dalam sebuah jaringan
3. Dukungan industri terhadap hardware maupun software yang telah mendukung IPv6 tersebut semakin besar. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka diharapkan penyelenggara internet (ISP) perlu segera mempersiapkan sebuah cara atau strategi untuk implementasi IPv6 baik pada system jaringan IP maupun pada level aplikasi.

TERIMA KASIH

Akhir dari jurnal ini, peneliti mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan Rahmat-Nya maka penelitian ini dapat dilakukan dan semoga dapat bermanfaat bagi para pembaca. Tidak lupa juga peneliti mengucapkan terima kasih kepada rekan peneliti yang telah bersama-sama menyelesaikan penelitian ini serta semua pihak yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] POSTEL, J. Internet Protocol. Request for Comments (RFC) 791, Internet Engineering Task Force, Sept. 1981. [URL:http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt](http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt)

- [18] Ioan Raicu, Sherali Zeadally, "Evaluating IPv4 to IPv6 Transition Mechanisms", 0-7803-7661-7/03/ IEEE, p1.091-1098 vol.2, 2003
- [19] Yuk-Nam Law, Man-Chiu Lai, Wee Lum Tan, Wing Cheong Lau, "Empirical Performance of IPv6 vs. IPv4 under a Dual-Stack Environment", IEEE International Conference, 978-1-4244-2075-9/08 IEEE, p.5924-5929, 2008
- [20] Eun-Young Park, Jae-Hwoon Lee, Byoung-Gu Choe, "An IPv4-to-IPv6 Dual Stack Transition Mechanism Supporting Transparent Connections between IPv6 Hosts and IPv4 Hosts in Integrated IPv6/IPv4 Network", IEEE Communications Society, 0-7803-8533-0/04 IEEE, p.1024-1027, 2004
- [21] Yi Wang, Shaozhi Ye, Xing Li, "Understanding Current IPv6 Performance: A Measurement Study", Computers and Communications, 0-7695-2373-0 IEEE, p.71-76, 2005
- [22] Nazrulazhar Bahaman, "Establishment of IPv6 Network on Intranet Environment", International Journal of Network and Mobile Technologies, 1832-6758, p.67-73, 2010
- [23] Bouras, P. Ganos, A. Karaliotas, "The deployment of IPv6 in an IPv4 world and transition strategies", Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy, Vol.13 No.2, DOI 10.1108/10662240310469033, pp.86-93, 2003
- [24] Thomas Narten, "Neighbor Discovery and Stateless Autoconfiguration in IPv6", IEEE Internet Computing, 1089-7801/99 IEEE, p.54-62, 1999
- [25] Rajveer Kaur, Raman Maini, "Study of Various Issues of Internet Protocol Version 6", International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Vol.12 No.1, p.19-23, 2010
- [26] A.Sankara Narayanan, M.Syed Khaja Mohideen, M.Chithik Raja, "IPv6 Tunneling Over IPV4", IJCSI International Journal of Computer Science Issues (1694-0814), Vol.9, Issue 2, No.2, p.599-604, 2012
- [27] A.J. Thalmann, N.G. Harris, "Internet Protocol version 6 Network Migration and Performance Analysis", <http://www.satnac.org.za/proceedings/2003/core/core2/544%20-%20Thalmann.pdf>
- [28] M. Mehran Arshad Khan, "Network Migration and Performance Analysis of IPv4 and IPv6", European Scientific Journal March edition vol.8, No.5 ISSN: 1857 – 7881, p.72-84, 2012
- [29] Tushar M. Raste, D.B. Kulkarni, "Design and implementation scheme for deploying IPv4 over IPv6 tunnel", Journal of Network and Computer Applications, DOI:10.1016/j.jnca.2006.06.009, p.66-72, 2006
- [30] Ibikunle Frank. A, Oshin Babasanjo, "Transition Techniques of the Future Internet Protocol-IPv6", American Journal of Scientific Research, p. 117-126, 2011
- [31] Cebrail C, Ali Gezer, Abdullah Tuncay, "Packet traffic features of IPv6 and IPv4 protocol traffic", Turk J Elec Eng & Comp Sci, Vol.20,

- No.5,DOI:10.3906/elk-1008-696, p.727-749, 2012
- [32] Ala Hamarshah, Marnix Goossens, Rafe Alasem, "Deploying IPv6 Service Across Local IPv4 Access Networks", Recent Researches in Telecommunications, Informatics, Electronics and Signal Processing, p.94-100, 2011
- [33] Yujun Zhang, Zhongcheng Li, "IPv6 Conformance Testing: Theory and Practice" ITC International Test Conference, 0-7803-8580-2/04 IEEE, p.718-727, 2004
- [34] Joo-Chul Lee, Hyong-Jun Kim, "Implementation of IPv6 Prefix Delegation Mechanism using DHCPv6 Protocol", DOI: 10.1109/ICACT.2005.245951, p.635-640, 2005
- [35] Yao-Chung Chang, Reen-Cheng Wang, Han-Chieh Chao, Jiann-Liang Chen, "Performance Investigation of IPv4/IPv6 Transition Mechanisms" Journal of Internet Technology, Vol.5, No.2, p.163-170, 2004
- [36] (14 Oktober 2012 23:14) Working with IP Addresses URL: http://www.cisco.com/web/about/ac123/ac147/archived_issues/ipj_9-1/ip_addresses.html
- [37] (14 Oktober 2012 23:14) Addressing the Network - IPv4, url: http://www.highteck.net/EN/Network/Addressing_the_Network-IPv4.html
- [38] (25 November 2012 21:14) Internet Header Format - url: <http://tools.ietf.org/html/rfc791#section-3.1>
- [39] http://www.juniper.net/techpubs/en_US/junose10.0/information-products/topic-collections/swconfig-ip-ipv6/ipv4-and-ipv6-header-differences.html
- [40] (25 November 2012 21:30) Classical IP Addressing Architecture - url: <http://tools.ietf.org/html/rfc1812#section-2.2.5.1>
- [41] (26 November 2012 23:21) Addressing the Network - IPv4, url: http://www.highteck.net/EN/Network/Addressing_the_Network-IPv4.html
- [42] (26 November 2012 23:40) Address Allocation for Private Internets - url: <http://tools.ietf.org/html/rfc1918>
- [43] (27 November 2012 21:30) Requirements for IP Version 4 Routers - Subnetting - url: <http://tools.ietf.org/html/rfc1812#section-4.2.3.4>
- [44] (27 November 2012 21:50) IP Version 6 Addressing Architecture - url: <http://tools.ietf.org/html/rfc4291>
- [45] (27 November 2012 01:12) IP Version 6 Addressing Architecture - Addressing Model - url: <http://tools.ietf.org/html/rfc4291#section-2.1>
- [46] Dictionary of networking, copyright © 2000 Sybex Inc, www.sybex.com
- [47] (28 November 2012 21:51) Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification - url: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>
- [48] (28 November 2012 22:43) IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) version 6 - url: <http://tools.ietf.org/html/rfc3633>
- [49] (1 Desember 2012 10:14) Internet Protocol Version 6 (IPv6) Addressing Architecture - Unicast Addresses - url :

- <http://tools.ietf.org/html/rfc3513#section-2.5>
- [50] (1 Desember 2012 11:33) Internet Protocol Version 6 (IPv6) Addressing Architecture - Multicast Addresses – url: <http://tools.ietf.org/html/rfc3513#section-2.7>
- [51] (1 Desember 2012 17:47) Internet Protocol Version 6 (IPv6) Addressing Architecture - Anycast Addresses – url: <http://tools.ietf.org/html/rfc3513#section-2.6>
- [52] (1 Desember 2012 22:01) IPv6 Stateless Address Autoconfiguration – url: <http://tools.ietf.org/html/rfc2462>
- [53] (1 Desember 2012 22:46) Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers – url: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4213.txt>
- [54] (1 Desember 2012 23:06) Kaushik Das, IPv6 Transition Technologies – url: <http://www.ipv6.com/articles/gateways/IPv6-Tunnelling.htm>
- [55] (2 Desember 2012 11:54) IPv6 Tunnel Broker – url: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3053.txt>
- [56] Robert M. Davison, Maris G. Martinsons, Ned Kock, “Principles of canonical action research” Blackwell Publishing Ltd, Information Systems Journal 14, p.65–86, 2004