

SIMULASI PENGGUNAAN IPV6 PADA PD. PUMAS JAYA MENGGUNAKAN METODE MANUAL TUNNELING

Elidjen; Shellyana Tanun; Budi Santoso; Cipto Citronegoro

¹ Lecturer and Thesis Supervisor, Bina Nusantara University,
Jln. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480
elidjen@binus.edu

ABSTRACT

Internet usage trends with IPv4 addresses that only have 32-bit addresses could no longer cope with the large allocation of the required addresses. Internet Engineering Task Force (IETF) has issued a new standard of Internet protocol called IPv6 to anticipate this problem. PD. Pumas Jaya, which started in 1996 in the field of marine products in particular marinated seafood, such as salted fish, rebon shrimp, cuttlefish, anchovies and other marine products to anticipate the need for this in its network. However, IPv6 can not simply be used to replace IPv4 as the existing network infrastructure with IPv4. This research discussed IPv6 simulation tunneling with manual methods so that an IPv6 site can communicate with other IPv6 site even if separated by an infrastructure that supports only IPv4.

Keywords: IPv4, IPv6, transition, manual tunneling

ABSTRAK

Tren penggunaan internet yang telah IPv4 yang hanya memiliki alamat 32-bit suatu waktu tidak mampu lagi mengatasi semakin besarnya alokasi alamat yang dibutuhkan. Internet Engineering Task Force (IETF) telah mengeluarkan standar internet protokol terbaru yang disebut IPv6 untuk mengantisipasi masalah ini. PD. Pumas Jaya yang memulai usahanya pada 1996 di bidang hasil laut khususnya hasil laut yang telah diasinkan, seperti ikan asin, udang rebon, sotong, teri nasi dan hasil laut lainnya ingin mengantisipasi kebutuhan akan hal ini pada jaringannya. Namun IPv6 tidak bisa begitu saja digunakan untuk menggantikan IPv4 karena infrastruktur jaringan yang ada dengan IPv4. Pada penelitian ini akan dibahas simulasi IPv6 dengan metode manual tunneling sehingga suatu site IPv6 dapat berkomunikasi dengan site IPv6 lain walaupun dipisahkan oleh infrastruktur yang hanya mendukung IPv4.

Kata kunci: IPv4, IPv6, transisi, manual tunneling

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Setelah IPv4 (Internet Protocol version 4.0) sukses penggunaannya oleh para pengguna internet, kemudian timbul suatu permasalahan baru dimana IPv4 hanya dapat menampung sebanyak 232 alamat atau 4,3 milyar pengguna internet, sedangkan diperkirakan menjelang era globalisasi para pengguna internet akan mengalami lonjakan yang cukup tajam yang akhirnya akan membuat para pengguna internet baru akan kehabisan alamat IPv4 (ARIN, 1997). Krisis alamat inilah yang memicu direncananya internet protokol baru yang dinamakan IPnext generation (IPng). Seiring dengan perkembangan perusahaan ini dan adanya kekhawatiran dan perlunya mengantisipasi akan terjadinya krisis alamat di masa yang akan datang: D. Pumas Jaya yang memulai usahanya pada 1996 di bidang hasil laut khususnya hasil laut yang telah diasinkan, seperti ikan asin, udang rebon, sotong, teri nasi dan hasil laut lainnya membutuhkan sebuah solusi yang dapat mengatasi kebutuhan di masa yang akan datang akan permasalahan keterbatasan alamat IPv4.

Tinjauan Pustaka

Pengertian Internet

Internet adalah suatu jaringan antar komputer yang saling dihubungkan (Strauss, Adel, & Frost, 2003: 8). Media penghubung tersebut bisa melalui kabel, kanal satelit maupun frekuensi radio, sehingga komputer-komputer yang terhubung tersebut dapat saling berkomunikasi. Setiap komputer yang terhubung dengan jaringan tersebut, diberikan sebuah nomor yang unik, dan berkomunikasi satu sama lainnya dengan bahasa komunikasi yang sama. Bahasa komunikasi yang sama ini disebut protokol. Protokol yang digunakan di internet adalah TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol).

Jaringan

Jaringan atau network merupakan dua komputer atau lebih yang saling berhubungan satu sama lain, saling berkomunikasi secara elektronik, saling membagi sumber daya (misalnya: cd-rom: rinter, file sharing: ertukaran file, internet dan lainnya) dan juga dapat saling mempergunakan sumber daya yang sama (Norton & Kearns, 1999: 5).

Komputer yang terhubung satu sama lain tersebut biasanya dapat dihubungkan melalui berbagai macam media seperti media kabel, gelombang radio, satelit, sinar infra merah. Ada tiga macam jenis jaringan, yaitu *Local Area Network* (LAN), *Metropolitan Area Network* (MAN), dan *Wide Area Network* (WAN). Saat ini jaringan komputer terus berkembang semakin pesat. Hampir setiap perusahaan di berbagai bidang sudah menggunakan jaringan dalam kegiatan usaha mereka. Termasuk pada area perumahan di seluruh dunia untuk saling berkomunikasi.

Model Referensi OSI (*Open System Interconnection*)

Model Referensi OSI adalah model jaringan komputer yang paling utama. Meskipun ada beberapa model jaringan komputer lainnya, Model Referensi OSI adalah model jaringan komputer yang paling banyak diadopsi oleh beberapa pembuat peralatan jaringan komunikasi. Model Referensi OSI memungkinkan kita untuk melihat fungsi dari jaringan pada setiap layer-nya. Yang lebih penting lagi, model OSI adalah sebuah framework yang dapat mempermudah mengerti bagaimana perjalanan sebuah informasi ke dalam jaringan. Model Referensi OSI dapat digunakan untuk memvisualisasikan

bagaimana informasi atau packet data berjalan di dalam aplikasi atau program melalui media komunikasi menuju ke aplikasi atau program lainnya yang terletak pada komputer yang lain pada satu jaringan meskipun penerima maupun pengirim memiliki media jaringan yang berbeda.

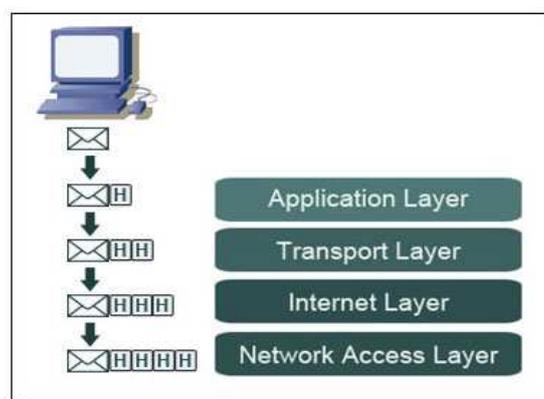


Gambar 1 Seven Layer OSI Model (Feit, 1998: 110).

Pada Model Referensi OSI, ada 7 buah layer yang pada tiap layernya mengilustrasikan fungsi-fungsi jaringan. Pembagian fungsi-fungsi jaringan ini disebut layering. Membagi sebuah jaringan ke dalam 7 buah layer memiliki keuntungan sebagai berikut: memecah komunikasi jaringan ke bagian yang lebih kecil atau sederhana, standarisasi komponen-komponen jaringan yang dikembangkan oleh beberapa perusahaan yang berbeda, memungkinkan peralatan jaringan dan software yang berbeda dapat berkomunikasi satu sama lain, mencegah perubahan pada satu layer yang dapat mengganggu kinerja layer yang lain, dan memecah model komunikasi jaringan ke bentuk yang lebih sederhana untuk lebih mudah dipelajari.

Model Referensi TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol)

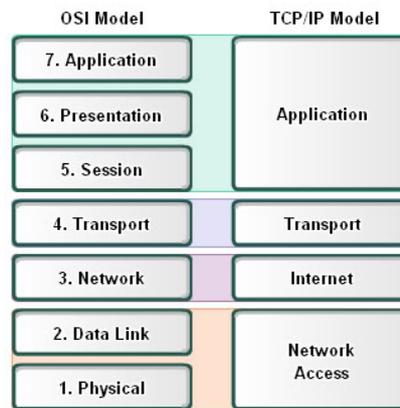
Model Referensi TCP/IP diciptakan oleh Departement Pertahanan Amerika (DARPA) karena mereka menginginkan jaringan yang dapat bertahan dalam kondisi apapun, sekalipun perang nuklir. DOD menginginkan network yang dapat mengirimkan packet setiap saat, dalam kondisi apapun, dari satu titik ke titik lainnya. Masalah desain yang sangat sulit inilah yang menghasilkan Model TCP/IP, yang mana menjadi standard pertumbuhan internet.



Gambar 2 TCP/IP Model (Feit, 1998: 120).

Model TCP/IP Memiliki 4 layer : Layer Aplikasi (SMTP, FTP,HTTP, dll), Layer Transport (TCP, UDP), Internet Layer (IP, ICMP, ARP), dan Layer Network Access (Ethernet, X.25, SLIP,PPP). Penting untuk diperhatikan bahwa beberapa Layer pada Model TCP/IP memiliki nama yang sama dengan layer pada Model OSI. Jangan keliru layer antar kedua model, karena Layer aplikasi memiliki fungsi yang berbeda pada kedua model.

Perbandingan Model OSI dan Model TCP/IP



Gambar 3 OSI vs TCP Model (Feit, 1998: 127)

Topologi Jaringan

Topologi jaringan komputer adalah suatu cara menghubungkan komputer yang satu dengan komputer lainnya sehingga membentuk jaringan. Dalam suatu jaringan komputer jenis topologi yang dipilih akan mempengaruhi kecepatan komunikasi. Untuk itu maka perlu dicermati kelebihan dan kekurangan dari masing-masing topologi berdasarkan karakteristiknya. Ada dua bagian penting dari definisi topologi (The Cisco Certified Network Associate Curriculum, 2004): *Physical Topology*, dimana kondisi sebenarnya jaringan dihubungkan secara langsung dan *Logical Topology*, dimana didefinisikan bagaimana cara media jaringan dapat diakses oleh komputer. Contoh *Physical Topology* adalah Bus, Ring, Star, Extended Star, Hierarchical, dan Mesh. Topologi logikal dari jaringan adalah bagaimana sebuah host berkomunikasi melalui medium. Dua tipe topologi logikal yang sering digunakan adalah Broadcast dan Token Passing (The Cisco Certified Network Associate Curriculum, 2004).

Protocol TCP/IP

Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) merupakan kombinasi dari dua protokol terpisah. IP adalah protokol layer 3 - suatu service connectionless yang menyediakan layanan pengantar data terbaik dalam jaringan. TCP adalah protokol layer 4 - suatu service connection-oriented yang menyediakan pengontrolan aliran data yang sering disebut sebagai reliability. Penggabungan kedua protokol ini memungkinkan disediakan layanan yang meluas. TCP/IP adalah protokol layer 3 dan layer 4 dimana internet dibangun.

IPv4 (Internet Protocol version 4)

IPv4 adalah sebuah jenis pengalamatan jaringan yang digunakan pada protokol jaringan TCP/IP yang menggunakan protokol IP versi 4. Panjang totalnya adalah 32-bit dan berdasarkan teori dapat mengamati hingga 4 miliar host computer di seluruh dunia (Rafiudin, 2005: 185).

IPv6 (Internet Protocol version 6)

Alamat IP versi 6 (sering disebut sebagai alamat IPv6) adalah sebuah jenis pengalamatan jaringan yang digunakan di dalam protokol jaringan TCP/IP yang menggunakan protokol IP versi 6 (Rafiudin, 2005: 263). Berbeda dengan IPv4 yang hanya memiliki panjang 32-bit dengan jumlah pengalamatan hingga 4,294,967,296, alamat Ipv6 memiliki panjang 128-bit dengan yang secara teoritis dapat mengalami hingga 4 miliar. Namun, kenyataannya ada batasan yang jika diimplementasikan ternyata mempunyai mengalami hingga $2^{128} = 3,4 \times 10^{38}$ host komputer di seluruh dunia. Contoh alamat IP versi 6 adalah 21DA:00D3:0000:2F3B:02AA:00FF:FE28:9C5A.. Total alamat yang sangat besar ini ditujukan untuk mengantisipasi pertumbuhan potensial kebutuhan alamat di masa yang akan datang. Ipv6 juga mempunyai infrastruktur *routing* yang hirarkis sehingga dapat mengurangi kompleksitas proses proses routing dan tabel routing.

Sama seperti halnya IPv4, IPv6 juga mengizinkan adanya DHCP Server sebagai pengatur alamat otomatis. Jika dalam IPv4 terdapat *dynamic address* dan *static address*, maka dalam 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, dalam IPv6 juga terjadi hal serupa. 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*, yang ada hanyalah *Format Prefix*. Pengalamatan IPv6 didefinisikan dalam RFC 2373.

Arsitektur Pengalamatan IPv6

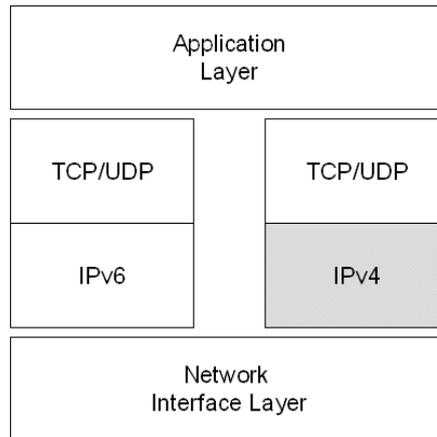
Alamat IPv6 adalah pengidentifikasi sepanjang 128-bit untuk interface dan sekumpulan interface. Ada tiga tipe dari alamat IPv6: *unicast*, *anycast*, dan *multicast*. Unicast: engidentifikasi untuk interface tunggal. Paket yang dikirimkan ke alamat unicast adalah paket yang dikirimkan ke sebuah interface yang diidentifikasi oleh alamat tersebut. Anycast: engidentifikasi untuk sekumpulan interface (umumnya milik node yang berbeda). Paket yang dikirimkan ke alamat anycast adalah paket yang dikirimkan ke salah satu dari sekumpulan interface yang diidentifikasi oleh alamat tersebut (alamat yang paling dekat, mengacu pada pengukuran jarak dari protokol routing). Multicast: engidentifikasi untuk sekumpulan interface (umumnya milik node yang berbeda). Paket yang dikirimkan ke alamat multicast adalah paket yang dikirimkan ke semua interface yang diidentifikasi oleh alamat tersebut.

Tidak ada alamat broadcast dalam IPv6, fungsi alamat broadcast digantikan oleh alamat multicast.

Mekanisme Transisi

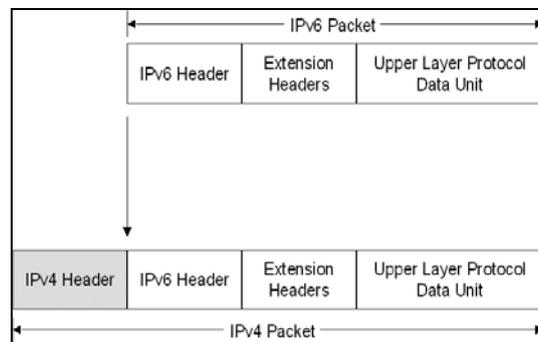
Terdapat tiga macam metode transisi IPv4 ke IPv6: dual stack, tunneling, dan translation.

- Dual Stack, dimana dalam mekanisme ini: Perangkat yang ada pada jaringan mendukung kedua protokol, baik IPv4 maupun IPv6. Dengan demikian perangkat memiliki dua alamat yaitu IPv4 dan IPv6 tanpa saling bertindihan satu sama lainnya serta memiliki gateway yang berbeda. Routing table yang ada pun terdiri dari routing table IPv4 dan IPv6. Proses pengiriman dan penerimaan packet data berlangsung secara terpisah. Syarat utama untuk dual stack ini adalah sistem operasi harus mendukung IPv6. Jika tidak, maka harus di-upgrade versinya.



Gambar 4 Dual Stack (Rafiudin, 2005)

- Tunneling, dalam mekanisme ini, node IPv6 yang akan berkomunikasi membuat suatu tunnel untuk melewati jaringan IPv4 yang ada di antaranya. Prinsip dasar tunnel ini adalah membungkus (encapsulate) packet data IPv6 ke dalam format tunnel IPv4 untuk dikirim ke penerima dan dibuka lagi bungkusnya (decapsulate) yang sebelumnya terlebih dahulu dilakukan setting koneksi tunnel IPv4 ini dari pengirim ke penerima serta sebaliknya. Prinsip ini juga dikembangkan oleh Penyedia Tunnel Broker IPv6, terutama diperuntukkan bagi user personal menggunakan software (gratis maupun lisensi) untuk mempermudah koneksi ke jaringan internet berbasis IPv6.



Gambar 5 6 to 4 Tunneling (Rafiudin, 2005)

- Translation, memungkinkan node IPv6 untuk berkomunikasi dengan node IPv4 dengan menterjemahkan protokol pada lapis jaringan. Metode ini tidak begitu umum dilakukan karena memerlukan perangkat tambahan untuk melakukan translasi paket IPv4 ke IPv6 dan sebaliknya, Application Layer Gateway untuk teknik NAT dan Dual Stack Relay Router untuk teknik TCP/UDP Relay.

METODE

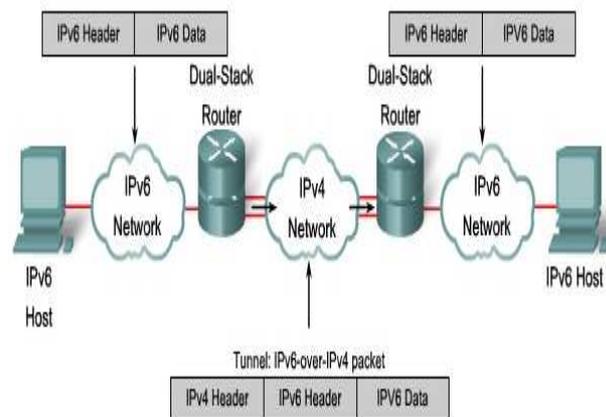
Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi metode analisis, metode perancangan, studi kepustakaan, dan metode pengujian dan evaluasi. Metode analisis dilakukan dengan mempelajari jaringan yang ada saat ini melalui wawancara kepada beberapa orang pimpinan pada PD. Humas Jaya.

Analisis dilakukan sedemikian rupa untuk memahami permasalahan yang terdapat pada jaringan yang sehingga dapat dibuatkan solusi yang tepat. Dari solusi yang diusulkan dibuatlah rancangan jaringan yang baru. Studi kepustakaan dilakukan dengan membaca berbagai literatur untuk meningkatkan pemahaman mengenai berbagai teori yang dibutuhkan dari membuat rancangan hingga melakukan pengujian dan evaluasi serta menyimpulkan hasil evaluasi.

PEMBAHASAN

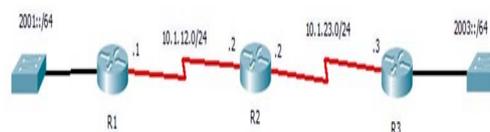
Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan melakukan simulasi jaringan dan mengkonfigurasi router. Simulasi jaringan dilakukan untuk membuktikan bahwa suatu PC host dengan basis IPv6 dapat terhubung dengan PC host lain yang juga berbasis IPv6 melalui jaringan IPv4. Simulasi dilakukan dengan bantuan software GNS3, 2 buah PC host dan 3 buah router CISCO C3600. Spesifikasi hardware yang digunakan adalah sebagai berikut : *Processor Intel Core 2 CPU 2.16GHz, Harddisk Seagate 320 GB 7200 rpm, Memory 1024 MB, 1 Ethernet Card Realtek, VGA Mobile Intel 945 Express Chipset Family*. Sedangkan spesifikasi software yang digunakan dalam simulasi ini: *Microsoft Windows XP Professional version 2002 Service Pack 2 IPv6 Support, GNS3-0.6.1, dan CISCO IOS 12.4*. Berikut ini adalah gambaran umum simulasi yang dilakukan:



Gambar 6 Susunan Komputer dalam Percobaan

Simulasi jaringan dilakukan menggunakan software GNS3 yang telah diinstal sebelumnya. Gambar simulasi topologi jaringan yang akan dilakukan sebagai berikut :



Gambar 7 Topology Jaringan

Keterangan :

H1 : PC host 1 dengan ip address v6 2001::1/64

H2 : PC host 2 dengan ip address v6 2003::3/64

R1 : Router CISCO C3600 pertama

R2 : Router CISCO C3600 kedua

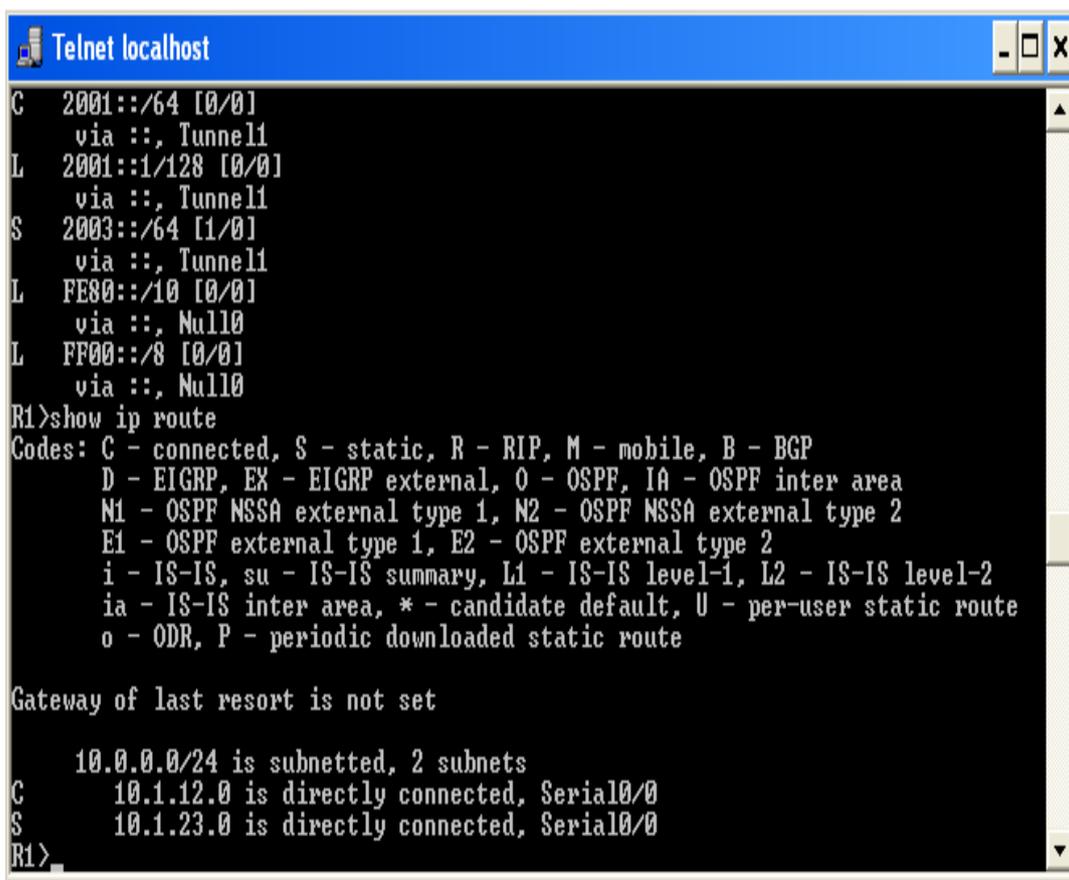
R3 : Router CISCO C3600 ketiga

Simulasi dilakukan dengan tujuan agar PC host 1 dapat terhubung dan mengirim paket data kepada PC host 2 atau sebaliknya, dimana kedua host tersebut sudah menggunakan IPv6 melalui jaringan yang belum mendukung IPv6. Pengiriman data tersebut dilakukan dengan menggunakan metode manual tunneling dimana host pertama mengirim data kepada host kedua melalui jaringan IPv4 atau sebaliknya.

Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan melakukan percobaan pengiriman paket data sebanyak 4 kali untuk mengetahui apakah pengiriman paket selalu sukses atau terkadang mengalami kegagalan. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan ping sebanyak 4 kali melalui simulasi pada software GNS3.

Percobaan Pertama



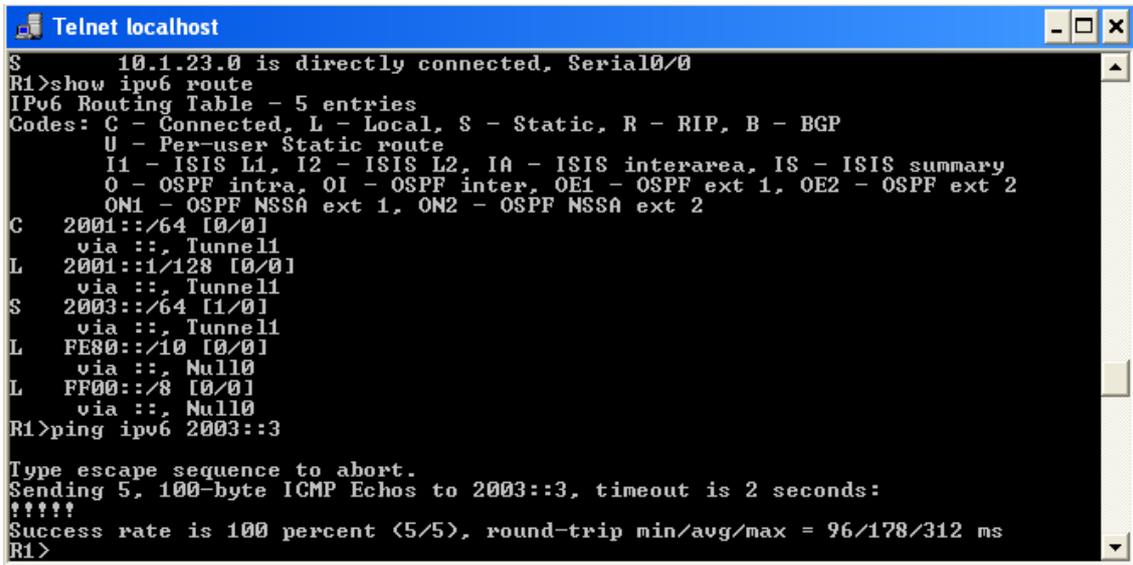
```
Telnet localhost
C 2001::/64 [0/0]
  via ::, Tunnel1
L 2001::1/128 [0/0]
  via ::, Tunnel1
S 2003::/64 [1/0]
  via ::, Tunnel1
L FE80::/10 [0/0]
  via ::, Null0
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0
R1>show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

 10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    10.1.12.0 is directly connected, Serial0/0
S    10.1.23.0 is directly connected, Serial0/0
R1>
```

Gambar 8 Hasil Percobaan Pertama

Percobaan Kedua

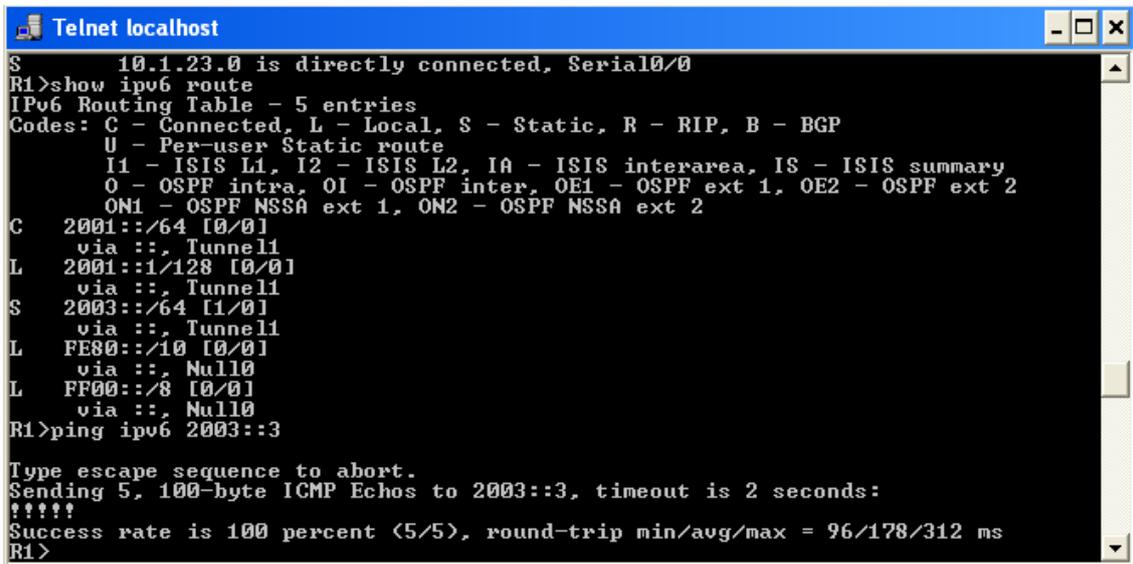


```
Telnet localhost
S 10.1.23.0 is directly connected, Serial0/0
R1>show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 5 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
C 2001::/64 [0/0]
  via ::, Tunnel1
L 2001::1/128 [0/0]
  via ::, Tunnel1
S 2003::/64 [1/0]
  via ::, Tunnel1
L FE80::/10 [0/0]
  via ::, Null0
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0
R1>ping ipv6 2003::3

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2003::3, timeout is 2 seconds:
?????
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 96/178/312 ms
R1>
```

Gambar 9 Hasil Percobaan Kedua

Percobaan Ketiga



```
Telnet localhost
S 10.1.23.0 is directly connected, Serial0/0
R1>show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 5 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
C 2001::/64 [0/0]
  via ::, Tunnel1
L 2001::1/128 [0/0]
  via ::, Tunnel1
S 2003::/64 [1/0]
  via ::, Tunnel1
L FE80::/10 [0/0]
  via ::, Null0
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0
R1>ping ipv6 2003::3

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2003::3, timeout is 2 seconds:
?????
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 96/178/312 ms
R1>
```

Gambar 10 Hasil Percobaan Ketiga

Percobaan Keempat

```

Telnet localhost
S 10.1.23.0 is directly connected, Serial0/0
R1>show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 5 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
C 2001::/64 [0/0]
   via ::, Tunnel1
L 2001::1/128 [0/0]
   via ::, Tunnel1
S 2003::/64 [1/0]
   via ::, Tunnel1
L FE80::10 [0/0]
   via ::, Null0
L FF00::8 [0/0]
   via ::, Null0
R1>ping ipv6 2003::3

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2003::3, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 96/178/312 ms
R1>
  
```

Gambar 11 Hasil Percobaan Keempat

Dapat dilihat dari empat kali percobaan pengiriman paket data: aket selalu diterima dengan sukses oleh host yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa simulasi berjalan dengan lancar dan berjalan 100 persen tanpa kegagalan. Kegagalan mungkin bisa terjadi bila salah satu router dalam kondisi down atau mati.

Tabel 1 Tabel Hasil Proses Ping

Proses Ping	Hasil
Percobaan ke-1	Sukses 100%
Percobaan ke-2	Sukses 100%
Percobaan ke-3	Sukses 100%
Percobaan ke-4	Sukses 100%

Dari seluruh simulasi sebelumnya, untuk melakukan transisi dengan menggunakan metode manual tunneling pada PD. Pumas Jaya, yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan konfigurasi router untuk melakukan tunneling dan routing table.
2. Melakukan konfigurasi client pada interface tunnel.
3. Mengganti program aplikasi yang sedang berjalan dengan program aplikasi yang berbasiskan IPv6.

Bila terjadi kegagalan jaringan, hal yang harus dilakukan adalah :

1. Melakukan konfigurasi ulang router untuk menonaktifkan fungsi tunneling dan mengatur ulang routing table.
2. Melakukan konfigurasi ulang interface tunnel pada client.
3. Mengganti ulang program aplikasi yang berbasiskan IPv6 dengan program aplikasi lama yang berbasiskan IPv4.

Oleh karena perbedaan tahap-tahap yang harus dilakukan dalam melakukan transisi dan pada kasus kegagalan jaringan, tipe node yang disarankan pada host dalam perancangan ini adalah tipe node

IPv6/IPv4, yang memungkinkan host dapat melanjutkan penggunaan address IPv4 mereka dengan tetap memiliki address IPv6.

Adapun hasil perancangan prototype jaringan IPv6 ini, akan diimplementasikan di PD. Pumas Jaya. Dalam pengimplementasiannya di masa mendatang: D. Pumas Jaya perlu memperhatikan beberapa hal berikut:

1. Penambahan beberapa hardware untuk memenuhi gambaran topologi jaringan yang disarankan.
2. Penggantian beberapa Operating System yang ada.
3. Penggantian beberapa program yang masih menggunakan koneksi jaringan IPv4.

Dalam penerapan jaringan yang berbasis IPv6, strategi implementasi yang diajukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan testing implementasi IPv6 pada VLAN divisi marketing, finance, dan operasional pada PD. Pumas Jaya.
2. Mengganti program yang masih menggunakan koneksi jaringan via IPv4 dengan program baru yang menggunakan IPv6.
3. Melakukan testing program baru tersebut untuk mendapat bukti bahwa program tersebut dapat berjalan normal sebelum diimplementasikan di jaringan yang sebenarnya.
4. Penyediaan hardware yang dibutuhkan.
5. Melakukan setting dan konfigurasi pada router yang dibutuhkan untuk metode tunneling IPv6.
6. Pencatatan dokumentasi terhadap perubahan jaringan yang telah dilakukan.

Format Konversi IPv4 ke IPv6

Karena informasi mengenai daftar IP pada PD. Pumas Jaya merupakan informasi yang rahasia, maka tabel berikut ini disajikan dengan menggunakan data-data yang telah dimodifikasi tanpa mengubah tujuan dan hasil akhir skripsi.

Tabel 2 Tabel Konversi IPv4 ke IPv6

Jenis VLAN	IPv4	IPv6
Divisi Marketing	192.20.37.x	3ffe::192.20.37.x
Divisi Finance	192.20.81.x	3ffe::192.20.81.x
Divisi Operasionall	192.20.21.x	3ffe::192.20.21.x

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis dan perancangan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Jaringan IPv6 dapat diimplementasikan di atas jaringan IPv4 dengan menggunakan metode Manual Tunneling untuk mengantisipasi perubahan jaringan menjadi jaringan yang berbasis IPv6. Hasil evaluasi juga menunjukkan jaringan yang dirancang dapat bekerja secara maksimal tanpa adanya kegagalan pengiriman paket data.

Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang ditujukan untuk pengembangan dan implementasi IPv6 dengan metode Manual Tunneling pada PD. Pumas Jaya: lakukan pengujian konektivitas terhadap internet IPv6: ebaiki topology jaringan yang ada sesuai dengan hasil rancangan, dan tambahkan router untuk keperluan konfigurasi jaringan yang mendukung IPv6.

DAFTAR PUSTAKA

- Feit, S. (1998). *TCP/IP Architecture: Protocols, and Implementation with IPv6 and IP Security*, 2nd edition. McGraw-Hill.
- Norton, P., & Kearns, D. (1999). *Complete Guide to Networking*, 1st Edition. USA: Sams.
- Rafiudin, R. (2005). *IPv6 Addressing*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
- Strauss, J., Adel E., & Frost, R. (2003). *e-Marketing*. Third Edition. Pearson Education, Inc.