

# Implementasi Automatic Tunneling Ipv6

Arini

Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

arinizoel@yahoo.com

Dedi

Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

[dedi.it01@gmail.com](mailto:dedi.it01@gmail.com)

**Abstrak**—Pada sistem jaringan komputer, protokol merupakan suatu bagian yang paling penting. Protokol jaringan yang umum digunakan adalah IPv4, yang masih terdapat beberapa kekurangan dalam menangani jumlah komputer dalam suatu jaringan yang semakin kompleks. Telah dikembangkan protokol jaringan baru, yaitu IPv6 yang merupakan solusi dari masalah diatas. Protokol ini belum banyak diimplementasikan pada jaringan-jaringan yang ada di Indonesia. Mekanisme transisi automatic tunneling IPv6 merupakan suatu cara transisi IPv4 ke IPv6 dengan cara mengencapsulasi paket-paket IPv6 dengan header IPv4, sehingga paket-paket IPv6 dapat dikirim melalui infrastruktur IPv4. Dalam eksperimen IPv6 diperlukan tunnel broker sebagai penyedia layanan berbasis IPv6 yaitu freenet6 yang diimplementasikan didalam PC router berbasis open source. Dalam eksperimen ini menggunakan metode stateless conGambaruration dimana cara ini tidak perlu memerlukan server untuk pengelolaan pembagian IP address sehingga hanya perlu menseting router dimana host yang tersambung dengan router akan mendapatkan prefix alamat dari jaringan yang ada. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode PPDIOO (Prepare, Plan, Design, Implementation, Operate, Optimize) sebagai metode pengembangan sistem. Hasil dari penelitian ini dapat melakukan transisi dari IPv4 ke IPv6 sehingga didalam jaringan yang ada dapat mengakses situs-situs yang sudah menggunakan IPv6. Untuk pengembangan berikutnya dapat melakukan penerapan dan pengelolaan IP address secara ketat dalam hal range IP address dengan menerapkan metode automatic tunneling statefull conGambaruration yang membutuhkan server untuk pengelolaan alamat IP.

**Kata kunci** : IPv6; Tunneling IPv6; Stateless ConGambaruration; Tunnel Broker

## I. PENDAHULUAN

Protokol Internet versi 6 (IPv6) sebagai protokol baru yang digunakan dalam komunikasi internet, telah sampai pada tahap implementasi. IPv6 memiliki berbagai fitur untuk menangani berbagai masalah yang muncul saat penggunaan IPv4. Salah satu masalah utama yang muncul adalah keterbatasan jumlah alamat. IPv6 dibuat untuk mengatasi masalah tersebut. IPv6 mempunyai format alamat dan header yang berbeda dengan IPv4. Sehingga secara langsung IPv4 tidak bisa interkoneksi dengan IPv6. Hal ini tentunya akan menimbulkan masalah pada implementasi IPv6 pada jaringan internet IPv4 yang telah ada. Sebagai solusi masalah implementasi IPv6 ini diperlukan suatu mekanisme transisi IPv6. Tujuan pembuatan mekanisme transisi ini adalah supaya paket IPv6 dapat dilewatkan pada jaringan IPv4 yang

telah ada atau pun sebaliknya. Salah satu perusahaan yang menjadi kajian penulis adalah PT. Mnet Indonesia yaitu sebuah perusahaan penyedia jasa internet (ISP) yang pada saat penelitian ini berlangsung perusahaan ini masih menggunakan protokol IPv4 untuk melakukan proses pengiriman data antara komputer satu dengan yang lainnya. Melihat pesatnya penggunaan jaringan komputer dan perkembangan IPv6 untuk mengantisipasi kekurangan dari IPv4 dalam ketersediaan alokasi pengalamatan. Dengan permasalahan yang akan timbul yaitu berkurangnya persediaan IPv4 maka PT. Mnet Indonesia yang saat ini masih menggunakan IPv4 untuk komunikasi antar komputer akan bereksperimen dengan IPv6 dengan melakukan transisi ke IPv6 yang akan diimplementasikan pada jaringan LAN yang ada di PT. Mnet Indonesia. Untuk mengimplementasikan eksperimen transisi IPv6 maka penulis dalam tugas akhir ini akan “Mengimplementasikan Tunneling IPv6 Menggunakan Metode Automatic Tunneling”.

### A. Maksud dan Tujuan

Tujuan penulisan paper ini antara lain :

1. Mengimplementasikan IPv6 didalam jaringan IPv4.
2. Dapat mentransisikan jaringan IPv4 ke jaringan IPv6.
3. Dapat terkoneksi ke jaringan IPv6 dan mengakses situs-situs yang sudah menggunakan IPv6.

### B. Batasan Masalah

Agar pembahasan yang dilakukan dapat fokus terhadap permasalahan yang ada, maka batasan masalah yang akan dibahas, yaitu :

1. Dalam penelitian ini menggunakan tunnelbroker freenet6 sebagai penyedia layanan internet berbasis IPv6.
2. Metode transisi menggunakan metode automatic tunneling stateless conGambaruration.
3. Mekanisme transisi jaringan tunneling IPv4 diimplementasikan pada jaringan LAN yang ada di PT. Mnet Indonesia.

## II. LANDASAN TEORI

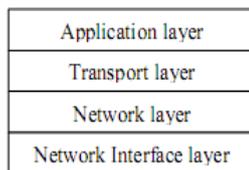
### A. Pengertian Jaringan

Jaringan komputer adalah himpunan “interkoneksi” antara 2 komputer autonomous atau lebih yang terhubung dengan media transmisi kabel atau tanpa kabel (wireless). Bila sebuah

komputer dapat membuat komputer lainnya restart, shutdown, atau melakukan pengawasan lainnya, maka komputer-komputer tersebut bukan autonomous (tidak melakukan pengawasan terhadap komputer lain dengan akses penuh. (Melwin Syahrizal, 2005:2)

**B. TCP dan IP**

TCP dan IP merupakan salah satu standar protokol yang dirancang untuk melakukan fungsi-fungsi komunikasi data dalam jaringan internet. TCP/IP terdiri atas sekumpulan protokol yang masing-masing bertanggung jawab atas bagian-bagian tertentu dalam komunikasi data. Dengan prinsip ini maka tugas masing-masing protokol menjadi jelas dan sederhana, sehingga mudah untuk diimplementasikan di seluruh perangkat dan perangkat lunak jaringan dan juga mudah dalam melakukan proses trouble shooting. Arsitektur TCP/IP dapat dimodelkan dalam empat lapisan TCP/IP, yaitu network interface layer, network layer, transport layer dan application layer. (Iwan Sofana, 2010:245)



Gambar 1. Arsitektur TCP/IP

1. Lapisan Pertama adalah Network Access Layer, pada lapisan ini didefinisikan bagaimana penyaluran data dalam bentuk frame-frame data pada benda fisik yang digunakan secara andal. Lapisan ini biasanya memberikan layanan untuk deteksi dan koreksi kesalahan dari data yang ditransmisikan.
2. Lapisan kedua adalah Interface Layer, lapisan ini bertugas menjamin agar suatu paket yang dikirimkan dapat menemukan tujuannya. Lapisan ini memiliki peranan penting terutama dalam mewujudkan internetworking yang meliputi wilayah luas. Beberapa tugas penting dalam lapisan ini adalah:
  - a) Addressing, yakni melengkapi setiap paket data dengan alamat internet atau yang dikenal dengan internet protokol address (IP address). Karena pengalaman berada pada level ini, maka jaringan TCP/IP independen dari jenis media, sistem operasi dan komputer yang digunakan.
  - b) Routing, yakni menentukan rute ke mana paket data akan dikirim akan mencapai tujuan yang diinginkan, routing merupakan fungsi penting dari internet protokol (IP). Proses routing sepenuhnya ditentukan oleh jaringan. Pengiriman tidak memiliki kendali terhadap paket yang dikirimkannya. Router-router pada jaringan TCP/IP-lah yang menentukan penyampaian paket data dari pengirim ke penerima.
3. Lapisan ketiga adalah Transport Layer, pada lapisan ini didefinisikan cara-cara untuk melakukan pengiriman data antara end to end host. Lapisan ini menjamin bahwa informasi yang diterima pada sisi penerima akan sama

dengan informasi informasi yang dikirim oleh pengirim. Lapisan ini memiliki beberapa fungsi antara lain:

- a) Flow Control, pengiriman data yang telah dipecahkan menjadi paket-paket data harus diatur sedemikian rupa agar pengirim tidak sampai mengirimkan data dengan kecepatan yang melebihi kemampuan penerima dalam menerima data.
- b) Error Detection, pengirim dan penerima juga melengkapi data dengan sejumlah informasi yang bisa digunakan untuk memeriksa apakah data yang telah dikirimkan telah bebas dari kesalahan.

4. Lapisan Keempat adalah Application Layer, sesuai dengan namanya, lapisan ini mendefinisikan aplikasi-aplikasi yang dijalankan pada jaringan. Misalkan FTP, email program dan web browser.

**C. Internet Protokol Versi6 (IPv6)**

Pada dasarnya IPv6 dikembangkan untuk mengantisipasi kelangkaan IP address yang disediakan oleh IPv4. Karena IPv6 ini tidak lagi menggunakan 32bit biner tetapi 128bit biner, sehingga alamat yang mampu disediakan yaitu  $2^{128}$  atau sebesar  $3 \times 10^{38}$  alamat. Selain itu juga dilakukan perubahan dalam penulisannya yaitu 128bit alamat dipisahkan menjadi masing-masing 16bit yang tiap bagian dipisahkan dengan “:” dan dituliskan dengan bilangan hexadesimal. Untuk mengetahui letak subnet dari alamat tersebut maka penulisan alamat IPv6 harus mempunyai format:

$$\underbrace{5AB4:3C12:5412:66DD:CA74:2176:22BB:6C77}_{\text{IPv6-Address}} / \underbrace{64}_{\text{Prefix Length}}$$

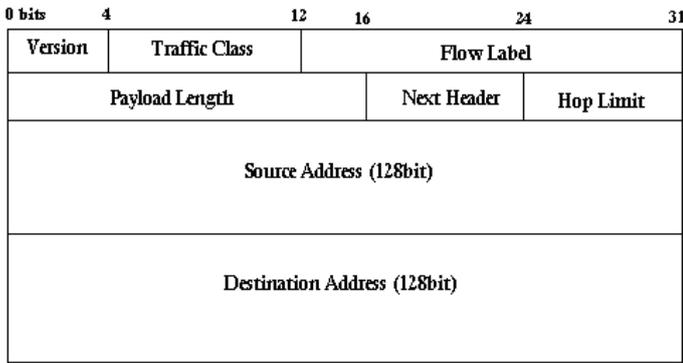
Dimana 64 merupakan jumlah bit yang menunjukkan alamat subnetnya yaitu 5Ab4:3C12:5412:66DD::/64

**D. Format Header IPv6**

IPv6 memiliki format header yang lebih sederhana jika dibandingkan dengan format header pada IPv4, diketahui bahwa header IPv6 memiliki ukuran atau size fix sebesar 40 byte. Dua field-nya (source dan destination address masing-masing menggunakan 16byte (128bit), sehingga hanya tersisa 8byte untuk keperluan informasi header umum. Berikut ini adalah perbedaan header dari IPv4 dan IPv6 :

0 bits	4	8	16	24	32
Version	IHL	Type Of Srevice	Total Length		
Identification			Flags	Fragment Offset	
Time to Live	Protocol		Header Checksum		
Source Address (32bit)					
Destination Address (32bit)					
Options				Padding	

Gambar 2. Format header IPv4 (Sumber. Rahmad Rafiudin 2005:22)



Gambar 3. Format header IPv6  
(Sumber. Rahmad Rafiudin 2005:22)

E. Kelebihan IPv6

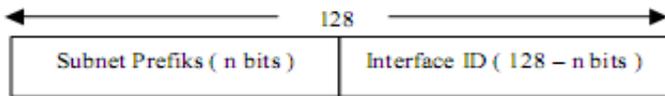
IPv6 sebagai hasil dari pengembangan IPv4 memiliki berbagai kelebihan, yaitu :

1. Perluasan ruang alamat karena menggunakan 128 bit.
2. Adanya pembagian jenis alamat unicast, multicast dan anycast.
3. Memiliki header yang lebih mudah dan efisien.
4. Adanya sistem penemuan node tetangga, konfigurasi alamat otomatis dan struktur routing bertingkat.
5. Mampu berinterkoneksi dengan IPv4.

F. Jenis-jenis alamat dalam IPv6

1. Alamat Unicast

Alamat unicast yaitu alamat yang menunjuk pada sebuah antarmuka atau host, digunakan untuk komunikasi satu lawan satu. Alamat unicast ini dibentuk dengan menambahkan subnet prefiks dengan interface identifier (64 bit).



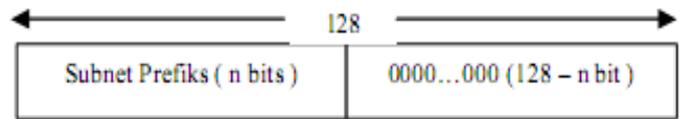
Gambar 4. Sistem pengalamatan unicast

Pada alamat unicast ada yang bersifat global (misalnya untuk provider), tetapi ada juga yang bersifat local, baik link local address maupun site local address. Link local address adalah alamat yang digunakan di dalam satu link yaitu jaringan lokal yang saling terhubung dalam satu level. Sedangkan site local address setara dengan alamat privat, yang dipakai terbatas didalam satu site sehingga tidak dapat digunakan untuk mengirimkan alamat diluar site ini.

2. Alamat Anycast

Alamat anycast yaitu alamat yang menunjukkan beberapa antarmuka (biasanya pada node yang berbeda). Paket yang dikirim ke alamat ini akan dikirim ke salah satu antarmuka yang paling dekat oleh router. Alamat ini berguna untuk beberapa server yang memberikan pelayanan yang sama, pada waktu ada permintaan layanan tersebut. Anycast address

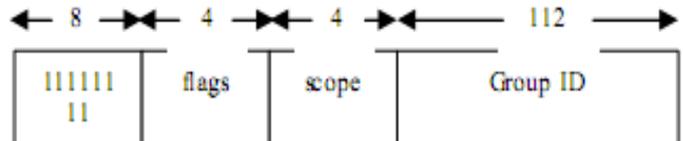
tidak mendapat alokasi subnet/prefiks yang sama maka alamat tersebut sudah merupakan alamat anycast.



Gambar 5. Sistem pengalamatan anycast

3. Alamat Multicast

Alamat multicast yaitu alamat yang menunjukkan beberapa antarmuka (biasanya untuk node yang berbeda). Paket yang dikirimkan ke alamat ini maka akan dikirimkan seluruh antarmuka yang ditunjukkan oleh alamat tersebut.



Gambar 6. Sistem pengalamatan multicast

Suatu host atau antarmuka dapat diberikan lebih dari satu jenis alamat, misalnya memiliki unicast address, link local address dan anycast address.

G. Mekanisme Transisi IPv4 ke IPv6

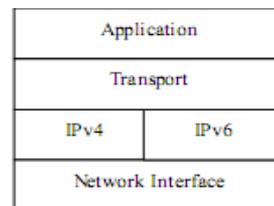
Pada dasarnya IPv4 dan IPv6 tidak kompatibel, sehingga memerlukan suatu mekanisme transisi dari IPv4 ke dalam IPv6. Mekanisme transisi tersebut mempunyai dua tujuan utama, yaitu :

1. Membuat agar terminal IPv6 dapat berkomunikasi dengan terminal IPv4.
2. Melewatkan paket IPv6 melalui jaringan IPv4 yang sudah ada.

Ada beberapa mekanisme transisi yang kita kenal antara lain Dual IP Stack, Tunneling dan Protokol Translator.

1. Dual IP Stack IPv6/IPv4

Dual IP stack adalah mekanisme yang mendukung untuk kedua protokol baik IPv6 maupun IPv4 untuk host dan router.

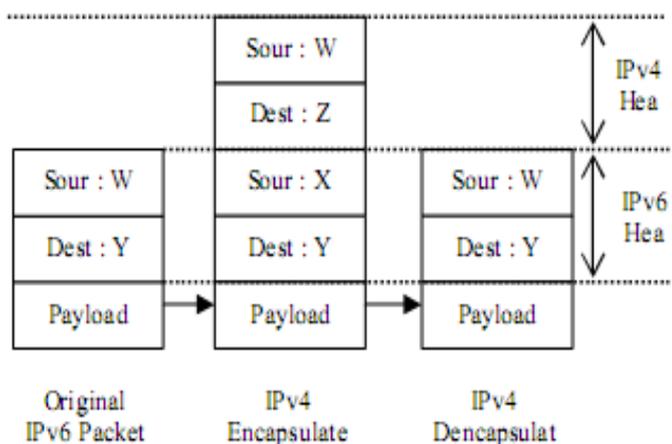


Gambar 7. Dual IP stack IPv4/IPv6

2. Tunneling

Mekanisme tunneling ini dilakukan dengan cara mengenkapsulasi paket IPv6 dengan header IPv4, kemudian paket tersebut langsung dikirimkan ke jaringan IPv4. enkapsulasi dilakukan oleh pengirim (misalnya R1), dan

penerima (misalnya R2) melakukan proses sebaliknya yaitu de-enkapsulasi.



Gambar 8. Proses enkapsulasi pada mekanisme transisi tunneling

Ada beberapa mekanisme tunneling, yaitu :

1. 6over4, dimana paket IPv6 dapat secara otomatis dienkapsulasi melalui jaringan IPv4 dengan menggunakan IP multicast.
2. 6to4, dimana alamat IPv6 dibuat berdasarkan alamat IPv4 atau sering disebut dengan IPv4-compatible IPv6 compatible address.
3. IPv6 Tunnel Broker, yang menyediakan server tersendiri untuk konfigurasi tunnel secara otomatis bagi klien IPv4, sehingga dapat terhubung dengan jaringan backbone IPv6.
4. DSTM (Dual Stack Transition Mechanism), yaitu Dual Stack IP dimana alokasi IPv4 dilakukan secara otomatis, penggunaan IPv4 over IPv6 untuk pengiriman melalui IPv6 sebelum tersambung ke jaringan IPv4.

#### H. Tipe-tipe Tunnel

Berdasarkan RFC 2893, terdapat dua tipe tunnel untuk penyelenggaraan tunneling, berikut adalah penjelasannya :

##### 1. Configured Tunnels

Configured tunnel atau “tunnel-tunnel konfigurasi” membutuhkan konfigurasi manual pada endpoint-endpoint tunnel. Pengalamanan IPv4 endpoint-endpoint tunnel tidak diperoleh dari pengalamanan yang diencode dalam pengalamanan IPv6 sumber atau tujuan, atau pengalamanan hop berikutnya (next-hop address) dari rute yang ditemukan. Tipikalnya, konfigurasi-router-to-router tunneling membutuhkan konfigurasi manual. Konfigurasi interface tunnel yang terdiri atas IPv4 pengalamanan endpoint-endpoint tunnel harus secara manual diterapkan bersama dengan rute-rute statis (static router) yang menggunakan interface tunnel tersebut.

##### 2. Automatic tunnel.

Automatic tunnel atau “tunnel otomatis” berbeda dengan configured tunnel, dimana tidak membutuhkan konfigurasi manual. Endpoint-endpoint tunnel ditetapkan oleh: penggunaan interface-interface tunnel logikal, rute-rute dan pengalamanan IPv6 sumber dan tujuan.

#### I. Tunnel Broker

Tunnel broker merupakan tempat koneksi user IPv4 untuk melakukan proses registrasi dan aktivasi tunnel. Tunnel broker bertugas untuk mengatur pembentukan, modifikasi dan pembubaran tunnel sesuai dengan permintaan user. Dalam prakteknya tunnel broker dapat membagi beban jaringan kepada beberapa tunnel server, dengan cara mengirimkan konfigurasi kepada tunnel server yang bersangkutan pada saat tunnel tersebut dibentuk, dimodifikasi ataupun dihapus. Selain itu tunnel broker juga berkewajiban untuk mendaftarkan alamat IPv6 user dan memasukkannya dalam DNS server. Tunnel broker harus mendukung IPv4 tetapi tidak harus mendukung IPv6, karena Tunnel Broker berhubungan langsung dengan IPv4 dan hubungan tunnel broker dan tunnel server dapat berupa IPv6 maupun IPv4.

#### J. Overview Protokol

Protokol ini memecahkan sejumlah masalah sebelumnya yang berhubungan dengan interaksi antara node-node yang terhubung dalam link yang sama. Protokol ini mendefinisikan mekanisme untuk memecahkan setiap masalah berikut:

1. Router Discovery, bagaimana host-host mencari router yang berkoneksi pada link.
2. Prefix Discovery, bagaimana host-host menemukan alamat prefix yang merupakan alamat atau pengidentifikasi link tempat host-host tersebut saling terinterkoneksi (node-node menggunakan prefix untuk membedakan apakah node yang akan tersebut berada pada link yang sama dengan node asal atau node yang akan dituju tersebut yang hanya dapat dijangkau melalui router).
3. Parameter Discovery, bagaimana node mempelajari parameter-parameter pada link seperti link MTU atau parameter-parameter internet seperti jumlah batasan hop yang akan ditempatkan pada paket yang akan dikirim.
4. Pengalamanan Autoconfiguration, bagaimana node-node secara otomatis mengkonfigurasi alamat IPv6 untuk interfacenya.
5. Pengalamanan Resolution, bagaimana node-node mencari alamat link layer dari node yang akan dituju yang masih berada pada link yang sama (misalnya node tetangga) hanya dengan diberikan alamat IP node tujuannya saja.
6. Next-Hop determination, algoritma untuk memerikan alamat IPv6 dari node tujuan ke dalam alamat IPv6 node tetangga. Trafik untuk node tujuan tersebut akan dikirimkan ke node tetangga tersebut. Next-Hop ini dapat berupa router atau host tujuan itu sendiri (bergantung pada ke mana trafik itu akan dikirim, jika ke tujuan yang masih dalam satu link yang sama maka next hop adalah node tujuan itu sendiri, jika tujuannya sudah berbeda link/prefix maka next hop tersebut adalah router).

7. Neighbor Unreachability Detection, bagaimana node mempelajari bahwa salah satu tetangga sudah tidak aktif lagi. Untuk node tetangga yang digunakan sebagai router, node tersebut dapat mencoba rute default alternatif. Untuk kedua router dan host, Pengalamatan resolution dapat dilakukan kembali.
8. Duplicate address Detection, bagaimana node mempelajari bahwa alamat yang ingin digunakan sedang tidak digunakan oleh node lain.
9. Redirect, bagaimana router memberitahu host tentang node pertama mana yang baik sebagai next hop untuk mencapai tujuan tertentu.

Neighbor Discovery mendefinisikan lima tipe paket ICMP yang berbeda, yaitu sepasang yang terdiri atas router solicitation dan router advertisement messages, sepasang yang terdiri atas neighbor solicitation dan neighbor advertisement messages dan terakhir pesan redirect. Pesan-pesan tersebut melayani beberapa tujuan berikut:

- a. Router Solicitation, ketika sebuah interface pada host menjadi diaktifkan, host-host boleh mengirimkan keluar router solicitation yang meminta router untuk mengirimkan router advertisement sesegera mungkin ke host tersebut.
- b. Router Advertisement, router mengumumkan keberadaan mereka dengan berbagai macam link dan parameter internet secara periodik atau dalam merespon pesan router solicitation. Router advertisement ini dikirim kepada host-host yang berada di sekitar router. Router advertisement berisi prefix-prefix yang digunakan untuk pengenalan/pencarian link dan/atau untuk konfigurasi alamat, nilai perkiraan batasan hop dan sebagainya.
- c. Neighbor Solicitation, dikirim oleh node untuk mencari alamat layer link node tetangga-tetangganya, atau untuk memeriksa apakah tetangga tersebut masih dapat dijangkau dengan alamat layer link yang berada dalam memori cache-nya atau tidak neighbor solicitation juga digunakan untuk mendeteksi alamat yang ganda.
- d. Neighbor Advertisement, adalah sebuah respon kepada pesan neighbor solicitation. Node boleh juga mengirimkan neighbor advertisement tanpa didahului oleh neighbor solicitation yang digunakan untuk mengumumkan perubahan alamat layer link pada tetangga tersebut.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Pengumpulan Data

Pada metode pengumpulan data, peneliti melakukan beberapa hal seperti studi pustaka dan studi lapangan menggunakan metode observasi dan wawancara.

##### 1. Studi Pustaka

Pada studi pustaka, melakukan kegiatan seperti membaca, meneliti dan menganalisa acuan dari buku-buku, majalah dan artikel yang berkaitan dengan penelitian yang akan dibahas yaitu transisi IPv4 ke IPv6. Selaian itu juga melakukan kajian studi sejenis dimana penulis membaca

penelitian sejenis yang pernah ada sebelumnya sebagai informasi atau dapat pula sebagai pembandingan pada penelitian yang akan dilaksanakan. Penulis melakukan penekanan pada kelebihan dan kekurangan yang dilihat dari sisi sistem yang ada.

#### 2. Studi Lapangan

Penulis mengumpulkan data dan informasi penunjang dan mengamati secara langsung bentuk penerapan objek penelitian. Studi lapangan yang penulis lakukan terbagi dalam dua tahap, yaitu :

##### a. Observasi

Pengumpulan data dan informasi mengenai jaringan yang sedang berjalan, dan mengetahui perangkat, aplikasi yang digunakan didalam jaringan ada sehingga dalam melakukan eksperimen transisi antara IPv4 ke IPv6 tidak mengganggu jaringan yang sudah ada dan mendapatkan hasil yang baik.

##### b. Wawancara

Peneliti melakukan wawancara dengan administrator jaringan untuk mendapatkan data dan informasi yang berkaitan dengan jaringan yang saat ini sudah ada yaitu di PT.Mnet Indonesia.

#### B. Metode Pengembangan Sistem

Penulis menggunakan model pengembangan sistem Life Cycle Approach PPDIIO (Prepare, Planning, Design, Implementation, Operate, Optimize) yang merupakan bentuk Cisco Life Cycle Approach PPDIIO merupakan model mendefinisikan proses pembangunan atau pengembangan sistem jaringan komputer.

##### 1. Prepare

Pada tahapan prepare ini adalah tahapan utama untuk mendefinisikan seluruh kebutuhan sistem yang digunakan untuk melakukan eksperimen transisi IPv6 yang akan dilakukan pada jaringan LAN PT. Mnet Indonesia. Proses utama yang dilakukan penulis adalah melakukan pengalamatan langsung pada sistem berjalan dimana hasil dari pengalamatan langsung ini penulis dapat mengetahui kebutuhan yang diperlukan untuk eksperimen transisi IPv6 diantaranya adalah tunnel broker yang akan digunakan dan perlengkapan yang diperlukan untuk eksperimen IPv6 ini.

##### 2. Plan

Tahapan perencanaan adalah proses kedua yang dilakukan penulis untuk merencanakan kebutuhan sistem yang akan digunakan untuk eksperimen IPv6 dimana perencanaan ini dilakukan atas data-data yang didapat dari proses pertama. Dalam eksperimen ini penulis akan menggunakan tunnel broker freenet6 sebagai penyedia jasa internet (ISP) berbasis IPv6 karena dalam eksperimen ini hanya dalam lingkup jaringan Lokal Area Network (LAN) yang berada di PT. Mnet Indonesia.

### 3. Design

Dari data-data yang didapatkan sebelumnya, tahap desain ini akan membuat gambar desain topologi jaringan interkoneksi yang akan dibangun diantaranya membangun PC Router yang digunakan untuk merutekan IP yang ada ke client dan juga tunnel broker akan diinstal pada PC router, diharapkan dengan gambar ini akan memberikan gambaran seutuhnya dari kebutuhan yang ada.

### 4. Implementation

Berdasarkan hasil dari tahapan-tahapan yang sudah berjalan, penulis akan menerapkan semua yang telah direncanakan dan didesain sebelumnya. Dimulai dengan melakukan instalasi jaringan, langkah awal dengan melakukan instalasi hardware berupa design tempat untuk topologi jaringan dan instalasi perlengkapan seperti freenet6, dhcp, radvd yang akan peneliti gunakan diteruskan dengan mengkonfigurasi perangkat yang akan digunakan.

### 6. Operate

Tahap operate atau operasional adalah tahapan pengujian dari eksperimen transisi IPv6 yang telah dibangun, dimana pengujian ini dilakukan tes konektivitas dari sistem yang telah dibangun antara PC router dan client dan pengujian tunnel broker yang dilakukan dengan mengakses situs-situs yang sudah menggunakan ipv6.

### 7. Optimize

Pada tahap optimize ini merupakan tahapan dimana perlu adanya pengawasan yang terus menerus pada tahapan optimize dilakukan oleh NOC yang ada di PT. Mnet Indonesia diantaranya dengan memperhatikan peengtime yang ada di PC router sehingga apa bila terjadi kerusakan ataupun jaringan terputus NOC dapat melakukan perbaikan.

## IV. PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menguraikan secara detail tahapan demi tahapan dari metode PPDIOO yang telah dipilih.

### 1. Prepare

Seperti telah dipaparkan pada tahap prepare sebelumnya juga, untuk bereksperimen dengan IPv6 penulis tidak bisa langsung dapat bereksperimen dengan IPv6 dikarenakan IPv6 mempunyai format alamat dan header yang berbeda dengan IPv4. Sehingga secara langsung IPv4 tidak bisa interkoneksi dengan IPv6. Sebagai solusi masalah implementasi IPv6 ini diperlukan suatu mekanisme transisi IPv6. Dalam melakukan eksperimen ini penulis terlebih dahulu menganalisa sistem yang sedang berjalan seperti hardware dan software yang digunakan pada sistem yang sedang berjalan dengan begitu penulis dapat mengetahui kebutuhan tambahan yang akan digunakan untuk melakukan eksperimen ini seperti tunnel broker yang akan digunakan sebagai penyedia IPv6 secara gratis. Perangkat hardware dan software dapat dilihat pada pembahasan berikut dibawah.

### 2. Plan

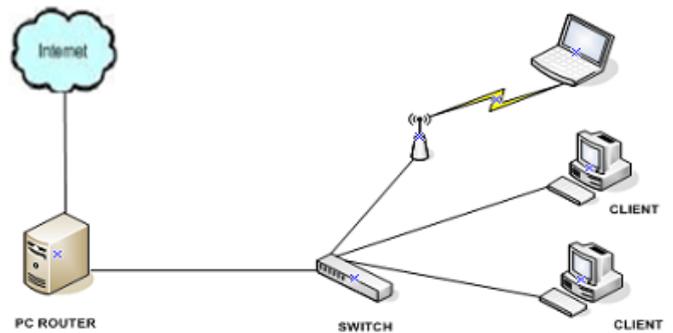
Tahapan ini meneruskan dari tahapan prepare sebelumnya, dengan perencanaan yang baik maka akan membantu untuk mengatur pekerjaan, resiko yang akan muncul, permasalahan yang akan ditemui, responsibility, dan kebutuhan sumber daya yang dibutuhkan untuk pengerjaan yang akan dilakukan. Proses akhir dari fase perencanaan ini adalah pelaporan rincian dari berbagai komponen atau elemen sistem yang dibutuhkan untuk eksperimen transisi IPv4 ke IPv6 dengan metode transisi automatic tunneling stateless conGambaruration di PT. Mnet Indonesia. Berbagai elemen atau komponen tersebut mencakup :

Tabel 1. Spesifikasi Software

No	Software	Keterangan
1.	Ubuntu 9.10	Sistem Operasi untuk PC router
2.	Freenet6 Application	Aplikasi Tunneling IPv6
3.	Radvd	Router Advertisement
4.	Iptables	Nat
5.	DHCP Server	Dhcp Server
6.	Open-ssh	Ssh Server

### 3. Desain

Pada skema jaringan komputer yang ada di PT.Mnet Indonesia, kami tidak mengadakan perubahan pada skema yang telah ada, namun mengadakan atau memasang PC Router pada gateway tunneling IPv6 di jaringan komputer tersebut.



Gambar 9. Topologi jaringan

Dalam perancangan sistem jaringan tunneling IPv6 yang berada di PT. Mnet Indonesia ini penyusun melakukan konGambarurasi terhadap komputer gateway untuk tunneling IPv6 yang berfungsi untuk meneruskan IPv6 dan melayani pengguna untuk dapat terkoneksi kedalam jaringan IPv6 global.

#### 4. Implementation

Setelah desain disetujui, pelaksanaan dan verifikasi dimulai. Jaringan dibangun, atau komponen tambahan yang dimasukkan, sesuai dengan desain spesifikasi. Penulis melakukan rancangan konfigurasi komputer server yang akan melayani permintaan dari pengguna yaitu berupa instalasi dan konfigurasi komputer yang akan difungsikan sebagai server sekaligus gateway untuk berhubungan ke jaringan luas. Sedangkan dari sisi pengguna akan dikonfigurasi agar mendukung protokol IPv6.

##### A. Instalasi dan Konfigurasi

###### 1. Instalasi DHCP

Pada tabel 4.1 di gambarkan untuk pengguna akan diberikan IP secara otomatis dari server. Oleh karena itu diperlukan paket `dhcp3-server` sebagai dhcp server.

Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Install paket `dhcp3-server`

```
# apt-get install dhcp3-server
```
- b. Konfigurasi file utama yang terletak pada direktori.

```
subnet 192.168.1.0 netmask
255.255.255.0 {
range 192.168.1.100 192.168.1.200;
option domain-name-servers
101.50.xxx.xxx;
option domain-name "mnet";
option routers 192.168.1.1;
option broadcast-address 192.168.1.255;
default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;
}
# /etc/dhcp/dhcpd.conf..
```
- c. Restart DHCP dengan perintah berikut :

```
# /etc/init.d/dhcp3-server restart
```

###### 2. Remote Server

Setelah setiap pengguna mendapatkan IP dari dhcp server, maka akan dibuat setiap konfigurasi dijalankan oleh komputer admin. Oleh karena itu diperlukan tool yang dapat melakukan remote ke dalam server. Dikarenakan sistem operasi yang digunakan admin menggunakan Windows, maka tool yang akan digunakan adalah menggunakan PUTTY. Aplikasi ini berjalan menggunakan protokol SSH untuk melakukan remote ke dalam server. Sebelumnya akan dilakukan konfigurasi terlebih dahulu di sisi server.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

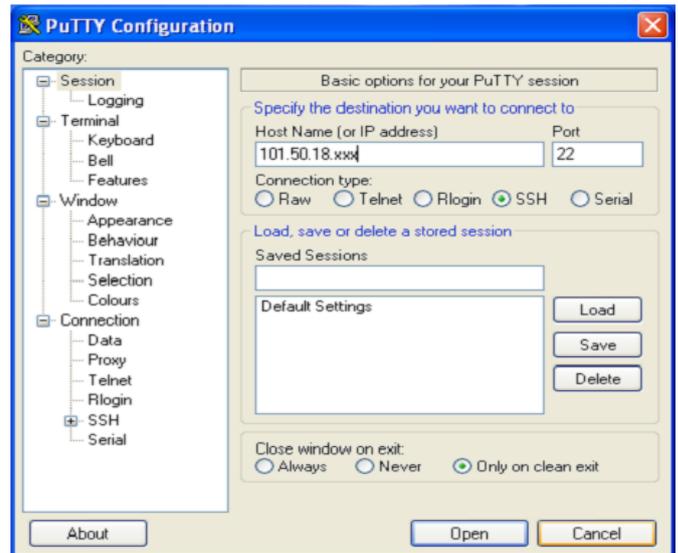
- a. Lakukan instalasi terlebih dahulu paket `open_ssh` pada sisi server.

```
# apt-get install open_ssh
```
- b. Konfigurasi utama pada file yang terletak pada direktori.

```
# /etc/ssh/sshd_config
```
- c. Restart `open_ssh`

```
# /etc/init.d/sshd start
```

Selanjutnya admin dapat melakukan login menggunakan aplikasi PUTTY dan segala kegiatan bisa di-remote oleh admin tanpa “menyentuh” server.



Gambar 10. Putty

###### 3. Gogonet

Sebelum menginstal aplikasi gogonet pastikan terlebih dahulu pengguna telah memiliki account pada [www.freenet6.net](http://www.freenet6.net) dimana dengan account yang telah dibuat pengguna dapat menggunakan layanan-layanan yang ada pada aplikasi gogonet.

Untuk menginstall aplikasi gogonet dilakukan dalam beberapa tahap yang ada dalam petunjuk dan pengguna dapat mengikuti petunjuk yang telah disediakan dengan syarat dalam penginstalan harus terkoneksi langsung dengan internet. Berikut adalah tahapan-tahapan dalam menginstall aplikasi gogonet. Sebelum menginstall aplikasi gogonet terlebih dahulu pengguna harus mendownload aplikasi yang akan digunakan, yaitu sebagai berikut :

```
$ Wget http://gogo6.com/downloads/gogoc-1_2-RELEASE.tar.gz
```

Setelah berhasil mendownload aplikasi yang akan digunakan langkah selanjutnya adalah mengekstrak file-file aplikasi kedalam folder yang kita buat.

```
$ Tar -zxvf gogoc-1_2-RELEASE.tar.gz
$ Cd ./gogoc-1_2-RELEASE
```

Setelah berhasil mengekstrak aplikasi yang telah didownload langkah selanjutnya adalah menginstall paket-paket atau aplikasi yang dibutuhkan untuk mengkompilasi aplikasi gogonet.

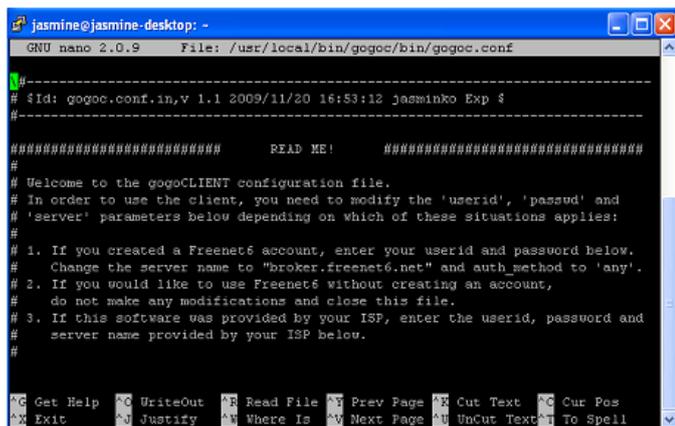
```
$ sudo apt-get install libssl-dev
lincrypto++-dev libpthread-stubs0-dev
make g++ libc6-dev.
```

Langkah selanjutnya adalah membuat folder dimana kita bisa menginstall aplikasi gogonet dan mengkompilasi aplikasi gogonet kedalam linux.

```
$ sudo mkdir /usr/local/bin/gogoc
$ sudo make platform=linux
installdir=/usr/local/bin/gogoc install
```

Langkah terakhir dalam menginstall aplikasi gogonet ini adalah menjalankan aplikasi gogonet dan mengkonfigurasi file utamanya sehingga pengguna mendapatkan IPv6 yang dibutuhkan untuk tahapan eksperimen IPv6.

```
$ sudo nano
usr/local/bin/gogoc/bin/gogoc.conf
```



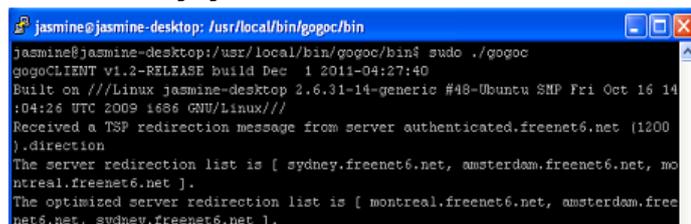
Gambar 11. Gogonet

Dalam mengkonfigurasi aplikasi gogonet, yaitu dengan mengubah username dan interface yang digunakan untuk terkoneksi ke jaringan global:

```
Userid=cybermine
Password=jakarta12
Server=authenticated.freenet6.net
Auth_method=any
If_prefix=eth0
```

Setelah aplikasi terkonfigurasi maka simpan dan tutup aplikasi tersebut. Untuk memulai atau menggunakan aplikasi gogonet dapat menggunakan perintah sebagai berikut:

```
$ cd /usr/local/bin/gogoc/bin
$ sudo ./gogoc
```



Gambar 12. Dial Up Gogonet

## B. RADVD

Router advertisement atau RADVD digunakan untuk memenuhi permintaan pengguna sehingga user mendapatkan IPv6. Untuk menggunakan RADVD terlebih dahulu pengguna harus menginstallnya dan mengkonfigurasi file utamanya:

- a. Install paket radvd
 

```
# apt-get install radvd
```
- b. Konfigurasi file utama yang terletak pada direktori `/etc/radvd.conf`.
 

```
Interface eth0
{
  AdvSendAdvert on;
  prefix 2001:5c0:1111:a700::1/64
  {
    AdvonLink on;
    AdvAutonomous on;
  };
};
```
- c. Restart radvd dengan perintah berikut :
 

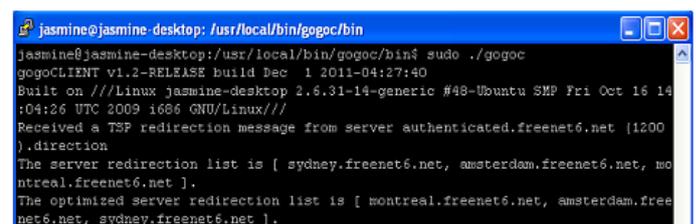
```
# /etc/init.d/radvd -radvd restart
```

## 5. Operate

Sebelum menjalankan eksperimen jaringan IPv6 pada PT. Mnet Indonesia, terlebih dahulu harus mengaktifkan aplikasi gogonet sehingga mendapatkan IPv6 yang akan digunakan untuk bereksperimen. Berikut adalah perintah untuk menjalankan aplikasi gogonet.

```
$ cd /usr/local/bin/gogoc/bin
$ sudo ./gogoc
```

Jika gogonet berjalan normal maka akan ditunjukkan seperti gambar berikut:



Gambar 13. Dial UP Gogonet

Selanjutnya konfigurasi gogonet dengan memasukan perintah-perintah yang dibutuhkan sehingga penggunaan gogonet bukan sebagai pengguna tetapi penggunaan gogonet sebagai router sehingga IPv6 yang didapat, dapat digunakan untuk bereksperimen.

```

jasmine@jasmine-desktop: ~$ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 74:ea:3a:84:52:da
          inet addr:192.168.1.1  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: 2001:5c0:1111:a700:1/64 Scope:Global
          inet6 addr: fe80::7ea:3aff:fe94:52da/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:8325376  errors:0  dropped:0  overruns:0  frame:0
          TX packets:8718368  errors:0  dropped:0  overruns:0  carrier:67
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:1384464368 (1.3 GB)  TX bytes:875294892 (875.2 MB)
          Interrupt:21 Base address:0xe800

eth1      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:1a:92:73:9a:07
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:0  errors:0  dropped:0  overruns:0  frame:0
          TX packets:0  errors:0  dropped:0  overruns:0  carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)
          Interrupt:123

eth2      Link encap:Ethernet  HWaddr 54:e6:fc:81:53:d3
          inet addr:101.50.18.6  Bcast:101.50.18.7  Mask:255.255.255.248
          UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:9  errors:0  dropped:0  overruns:0  frame:0
          TX packets:29  errors:0  dropped:0  overruns:0  carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:1178 (1.1 KB)  TX bytes:4182 (4.1 KB)
          Interrupt:22 Base address:0x6600

sit1     Link encap:IPv6-in-IPv4
          inet6 addr: 2001:5c0:1000:b::a57/128 Scope:Global
          inet6 addr: fe80::5532:1206/64 Scope:Link
          inet6 addr: fe80::c0a8:101/64 Scope:Link
          UP POINTOPOINT RUNNING NOARP  MTU:1280  Metric:1
          RX packets:0  errors:0  dropped:0  overruns:0  frame:0
          TX packets:0  errors:0  dropped:0  overruns:0  carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)

```

Gambar 14. Interface

Seperti gambar diatas terdapat terdapat interface SIT1 adalah interface tunnel IPv6- in-IPv4, Nama sit merupakan singkatan dari Simple Internet Transition. Perangkat ini memiliki kemampuan untuk mengencapsulasi paket IPv6 kedalam paket IPv4 dan ditunnelkan ke titik terakhir.

Jika Gogonet telah berhasil dijalankan maka langkah selanjutnya adalah menjalankan router advertisement yang digunakan untuk mengirim IPv6 yang dibutuhkan oleh client. Berikut adalah perintah untuk menjalankan router advertisement.

```

$ sudo /etc/init.d/radvd start

```

```

jasmine@jasmine-desktop: ~$ sudo /etc/init.d/radvd start
Starting radvd: /usr/sbin/radvd already running.
radvd.

```

Gambar 15. RADVD

Pengoperasian dilakukan pada :

a) Windows XP

Untuk percobaan pada windows xp terlebih dahulu periksa protokol tcp/ip apakah sudah mendukung IPv6. Jika belum maka dapat menginstal IPv6 pada comand promp.

```

C:\>ipv6 install
Installing...
Succeeded.
C:\>

```

Gambar 16. IPv6 Windows XP

Setelah berhasil di install, maka langkah selanjutnya melihat interface pada sisi pengguna, apakah sudah mendapatkan IPv6 yang telah diteruskan oleh router advertisement disisi router. Masukan perintah ipconGambar pada command promp.

```

Ethernet adapter Local Area Connection:

Connection-specific DNS Suffix . . : nnet
IP Address. . . . . : 192.168.1.100
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
IP Address. . . . . : 2001:5c0:1111:a700:dd35:707a:12c2:dece
IP Address. . . . . : 2001:5c0:1111:a700:3e4a:92ff:fe04:3dd12
IP Address. . . . . : fe80::3e4a:92ff:fe04:3dd12x4
Default Gateway . . . . . : fe80::56e6:f6ff:fe01:53d3x4

```

Gambar 17. Interface Windows XP

Seperti gambar di atas, pengguna telah mendapatkan IPv6 yang telah diteruskan oleh radvd. Untuk alamat global ada 2 alamat temporer dan 1 alamat publik. Alamat temporer ini dibangkitkan secara acak (interface identifier-nya) dengan tujuan keamanan, yaitu agar tidak mudah melacak pemilik IPv6 saat terkoneksi ke internet, interface identifier-nya dibentuk dari alamat fisik Ethernet atau MAC Address (EUI-64).

```

C:\Documents and Settings\M-Net>ping6 ipv6.google.com
Pinging ipv6.l.google.com [2404:6800:800b::68]
from 2406:a000:f007:9900:dd35:707a:12c2:dece with 32 bytes of data:
Reply from 2404:6800:800b::68: bytes=32 time=455ms
Reply from 2404:6800:800b::68: bytes=32 time=458ms
Reply from 2404:6800:800b::68: bytes=32 time=462ms
Reply from 2404:6800:800b::68: bytes=32 time=456ms

Ping statistics for 2404:6800:800b::68:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 455ms, Maximum = 462ms, Average = 457ms

```

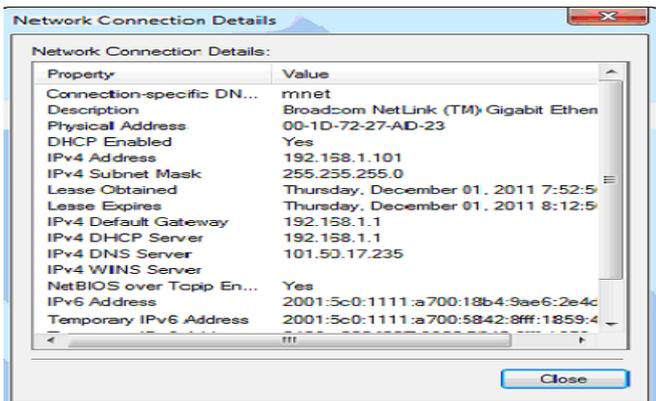
Gambar 18. Ping6 Ipv6.google.com



Gambar 19. Ping6 Ipv6.google.com

b) Windows Seven

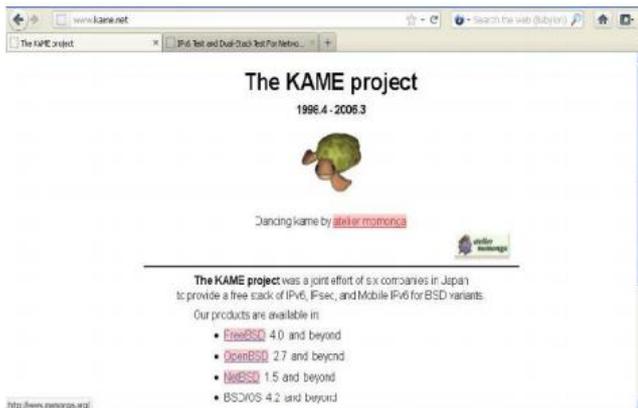
Berbeda dengan windows xp, windows seven telah support dengan IPv6 sehingga dengan menggunakan windows seven pengguna dapat langsung menjalankan IPv6 yang telah di forward radvd di sisi router. Dalam pengujian ini penulis akan melakukan pengujian dengan ping6 ke dalam situs yang sudah menggunakan IPv6 yaitu [www.kame.net](http://www.kame.net).



Gambar 20. Interface windows seven



Gambar 23. Ping6 Ipv6.google.com



Gambar 21. Ping6 www.kame.net

### c) Ubuntu

Dalam eksperimen ini pengujian dilakukan ke dalam tiga sistem operasi yang biasa digunakan yaitu windows xp, windows seven dan ubuntu dalam pengujian yang terakhir ini penulis melakukan pengujian pada sistem operasi ubuntu 9.10 Desktop yang digunakan sebagai klien.



Gambar 22. Ping6 Ipv6.google.com

### 6. Optimize

Pada tahap ini, kami melakukan monitoring jaringan dan hasil menunjukkan sistem dapat terpantau dengan baik, dengan mempertimbangkan :

1. Memonitoring perangkat jaringan yang sedang berjalan.
2. Memperhatikan jalannya paket data di jaringan dengan memperhatikan pekwaktu, latency dan peektime.

Namun berdasarkan informasi dari studi pustaka dan studi sejenis yang penulis gunakan terdapat beberapa kelemahan dari metode ini, yang pada dasarnya metode transisi automatic tunneling mempunyai kekurangan yaitu :

1. Menyebabkan penambahan delay (waktu proses).
2. Tidak dapat diimplementasikan jika klien transisi berada didalam router NAT.

Untuk mengatasi hal tersebut salah satu cara adalah dengan menggunakan jaringan IPv6 berjalan sendiri tanpa berjalan diatas jaringan IPv4 atau IPv6 only. Migrasi yang sempurna adalah dimana semua node IPv4 dikonversi kedalam node IPv6 only, namun untuk mengimplementasikan cara ini penulis terkendala oleh beberapa faktor berikut :

1. Penelitian masih menggunakan tunnel broker sebagai penyedia IPv6.
2. Keterbatasan perangkat yang digunakan untuk mendukung IPv6 only.

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

1. Sistem yang dibangun menggunakan IPv6 dapat diimplementasikan menggunakan sistem operasi baik windows maupun open source.
2. Implementasi metode transisi automatic tunneling dapat berjalan dengan baik pada jaringan IPv6 diatas jaringan IPv4
3. Interkoneksi ke alamat global telah dapat mengakses situs-situs berbasis IPv6 dengan menggunakan tunnel broker freenet6

## B. Saran

1. Melakukan pengelolaan dan pembagian pengalamatan IPv6 secara ketat dalam hal range IP address dapat dilakukan dengan metode transisi automatic tunneling statefull conGambaruration dengan menyediakan server untuk pengelolaan alamat IP.
2. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam tentang transisi IPv4 ke IPv6 sehingga dapat mempermudah dalam melakukan transisi IPv4 dan mengetahui aplikasi-aplikasi apa saja yang sudah mendukung IPv6 sehingga dapat diterapkan kedalam jaringan secara lebih luas dan berbasis IPv6.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Carpenter, C. Jung, 1999, Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels, Request for Comments 2529.
- [2] [Http://www.cisco.com/glo](http://www.cisco.com/glo)