

**STUDI DAN ANALISIS KINERJA IPV6 (STUDI KASUS: KAMPUS
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN)**



TUGAS AKHIR

*Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan
Untuk menyelesaikan program Strata-1 Departemen Informatika
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Makassar*

Disusun Oleh :

SITTI HARVIYANTHI RAHAYU SAKTI

D42115511

**DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**STUDI DAN ANALISIS KINERJA IPV6 (STUDI KASUS: KAMPUS
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN)**

Disusun dan diajukan oleh

**SITTI HARVIYANTHI RAHAYU SAKTI
D42115511**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 16 Agustus 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Dr. Eng. Muhammad Niswar, ST., M.I.T.,
Nip. 197309221999031001


Dr. Eng. Ady Wahyudi Paundu, S.T., M.T.
Nip. 197503132009121003

Plt. Ketua Program Studi,


Dr. Amir Ahmad Ilham, S.T., M.IT.
Nip. 19731010 199802 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SITTI HARVIYANTHI RAHAYU SAKTI

NIM : D421 15 511

Program Studi : TEKNIK INFORMATIKA

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

STUDI DAN ANALISIS KINERJA IPV6 (STUDI KASUS: KAMPUS FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN)

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 Agustus 2022

Yang Menyatakan




SITTI HARVIYANTHI RAHAYU SAKTI

ABSTRACT

This study discusses the comparison of two different mechanisms to be able to implement IPv6 on campus because the availability of internet services is a necessity for almost all people in finding various information needed. Therefore, researchers want to examine how the mechanism to develop IPv6 as a solution to overcome the weakness of IPv4 addresses. In this study, the author raised the formulation of the problem, namely, how the performance of dual stack interconnection and tunneling via 6to4 can be through the network infrastructure on the Campus of the Faculty of Engineering, Hasanuddin University. In this research, the writer uses dual stack and tunneling technique through 6to4. In this study, the test results obtained, it can be concluded that the network performance of the tunneling method via 6to4 that has been carried out has a better QoS value than the network performance of the dual stack method.

Keywords: IPv6, transition mechanism, dual stack, tunneling 6to4, QoS, GNS3, wireshark.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai perbandingan dua mekanisme yang berbeda untuk dapat menerapkan IPv6 di kampus ini dikarenakan ketersediaan layanan internet menjadi kebutuhan hampir semua kalangan dalam mencari berbagai informasi yang dibutuhkan. Oleh karena itu, peneliti ingin meneliti bagaimana mekanisme untuk mengembangkan IPv6 sebagai solusi mengatasi kelemahan alamat IPv4. Dalam penelitian ini penulis mengangkat rumusan masalah yakni, bagaimana kinerja interkoneksi *dual stack* dan *tunneling* melalui *6to4* bisa melalui infrastruktur jaringan pada Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam penelitian ini penulis menggunakan teknik *dual stack* dan *tunneling* melalui *6to4*. Dalam penelitian ini hasil pengujian yang diperoleh yaitu dapat disimpulkan performansi jaringan pada metode *tunneling* melalui *6to4* yang sudah dilakukan memiliki nilai QoS yang lebih baik dari performansi jaringan pada metode *dual stack*.

Kata Kunci: *IPv6, mekanisme transisi, dual stack, tunneling 6to4, QoS, GNS3, wireshark.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat, rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “*Studi dan Analisis Kinerja IPv6 (Studi Kasus: Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin)*” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata-1 (S-1) pada Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, baik secara moril maupun materi dari masa perkuliahan sampai dengan masa penyusunan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas semua berkat, karunia, serta pertolongan-Nya yang tiada batas, yang diberikan kepada penulis disetiap langkah dalam pembuatan program hingga penulisan laporan skripsi ini;
2. Kedua Orang tua penulis, Bapak Alm Abdul Sakti dan Ibu Sitti Halija yang selalu memberikan dukungan, doa, semangat dan kekuatan dalam menjalani perkuliahan ini terlebih pada saat mengerjakan Tugas Akhir;
3. Bapak Dr. Eng. Muhammad Niswar, S.T., M.IT., selaku pembimbing I dan Bapak Ady Wahyudi Paundu, S.T., M.T., selaku pembimbing II yang selalu menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian yang luar biasa untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir;

4. Bapak Adnan, ST., M.T., Ph.D., dan Bapak Dr. Eng Zulkifli Tahir, S.T., M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran sehingga laporan skripsi ini menjadi lebih baik;
5. Bapak Dr. Amil Ahmad Ilham, ST., M.IT., selaku Ketua Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama masa perkuliahan penulis;
6. Ibu Novy Nur R.A Mokobombang, S.T., Ms.TM., dan Bapak Bapak Dr. Eng. Muhammad Niswar, S.T., M.IT., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan selama masa perkuliahan penulis;
7. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Informatika dan Teknik Elektro serta segenap Staf Departemen Teknik Informatika yang telah membimbing dan membantu dalam masa perkuliahan penulis;
8. Kepada Keluarga Besar A. Rachim yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi dan semangat tentang kehidupan dan selama masa perkuliahan penulis;
9. Kepada Fandi Kurniawan S.H yang setia memberikan doa, semangat, motivasi dan waktu dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
10. Kepada Syaila Nur Amaliyah, S.S dan Keluarga, yang sudah memberikan semangat dan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir ini;
11. Kepada Kasmira Sari yang sudah memberikan semangat, dukungan, dan waktu selama penyusunan Tugas Akhir ini;
12. Kepada teman-teman HYPERVISOR FT-UH yang telah memberikan doa, semangat, masukkan dan waktu dalam penyusunan Tugas Akhir ini;

13. Serta seluruh pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan dan melimpahkan Rahmat-Nya kepada seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan pembaca khusus.

Makassar, Mei 2022

Penulis,

(Sitti Harvianthi Rahayu Sakti)

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| ABSTRAK | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| DAFTARGAMBAR | ix |
| DAFTAR GRAFIK | x |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5 Batasa Masalah | 3 |
| 1.6 Sistematisan Penulisan | 4 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Internet Protocol version 6 | 5 |
| 2.1.1 Format Alamat | 6 |
| 2.1.2 Format Header..... | 8 |
| 2.2 Mekanisme Transisi..... | 10 |
| 2.2.1 Mekanisme <i>Dual Stack</i> | 10 |
| 2.2.2 Mekanisme <i>Tunneling 6to4</i> | 12 |
| 2.3 Beban Pengukuran | 14 |
| 2.4 Parameter Pengukuran QoS | 15 |
| 2.5 Aplikasi Simulasi | 18 |
| | |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 20 |
| 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian | 20 |
| 3.2 Instrumen Penelitian..... | 21 |
| 3.3 Studi Literatur | 21 |
| 3.4 Perancangan Skenario Pengujian..... | 22 |

| | |
|---|-----------|
| 3.5 Pengujian Skenario..... | 25 |
| 3.6 Analisis Hasil Pengujian | 29 |
| 3.7 Flowchart..... | 30 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 32 |
| 4.1 Skenario Pengujian Berdasarkan Parameter <i>Delay</i> | 32 |
| 4.2 Skenario Pengujian Berdasarkan Parameter <i>Troughput</i> | 35 |
| 4.3 Skenario Pengujian Berdasarkan Parameter <i>Packet Loss</i> | 38 |
| BAB V PENUTUP | 41 |
| 5.1 Kesimpulan | 41 |
| 5.2 Saran..... | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA | 43 |
| LAMPIRAN..... | 44 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Kategori Delay | 16 |
| Tabel 2.2 | Kategori Troughput | 17 |
| Tabel 2.3 | Kategori Packet Loss | 17 |
| Tabel 3.1 | Spesifikasi Perangkat Keras | 21 |
| Tabel 3.2 | IP Address Pada Router | 24 |
| Tabel 4.1 | Nilai Rata-Rata Delay Berdasarkan Pengujian Protokol FTP | 32 |
| Tabel 4.2 | Nilai Rata-Rata Troughput Berdasarkan Pengujian Protokol FTP | 35 |
| Tabel 4.3 | Nilai Rata-Rata Packet Loss Berdasarkan Pengujian Protokol FTP.... | 39 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Format Header IPv4 dan IPv6 | 9 |
| Gambar 2.2 | Mekanisme Dual Stack | 11 |
| Gambar 2.3 | Struktur Dual Stack | 12 |
| Gambar 2.4 | Mekanisme Tunneling 6to4 | 13 |
| Gambar 2.5 | Jaringan Tunneling 6to4 | 14 |
| Gambar 3.1 | Tahapan Penelitian | 20 |
| Gambar 3.2 | Topologi Perancangan Skenario Pengujian | 22 |
| Gambar 3.3 | Topologi Jaringan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin | 23 |
| Gambar 3.4 | Ping IPv4 PC client ke PC server | 25 |
| Gambar 3.5 | Ping IPv4 PC server PC client | 26 |
| Gambar 3.6 | Ping IPv6 PC client ke PC server | 26 |
| Gambar 3.7 | Ping IPv6 PC server ke PC client | 27 |
| Gambar 3.8 | Proses Upload File | 28 |
| Gambar 3.9 | Proses Download File | 28 |
| Gambar 3.10 | Proses Capture Data | 29 |
| Gambar 3.11 | Nilai Pengambilan Data | 30 |
| Gambar 3.12 | Flowchart Dual Stack | 31 |
| Gambar 3.13 | Flowchart Tunneling 6to4 | 31 |

DAFTAR GRAFIK

| | | |
|------------|---|----|
| Grafik 4.1 | Nilai Rata-Rata Delay Berdasarkan Pengujian Protokol FTP Disetiap File | 33 |
| Grafik 4.2 | Perbandingan Metode Berdasarkan Nilai Rata-Rata Parameter Delay Semua Percobaan | 34 |
| Grafik 4.3 | Nilai Rata-Rata Troughput Berdasarkan Pengujian Protokol FTP Disetiap File | 36 |
| Grafik 4.4 | Perbandingan Metode Berdasarkan Nilai Rata-Rata Parameter Troughput Semua Percobaan | 37 |
| Grafik 4.5 | Nilai Rata-Rata Packet Loss Berdasarkan Pengujian Protokol FTP Disetiap File | 40 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan Internet di Indonesia secara signifikan akan terus-menerus bertambah setiap tahunnya dari berbagai aspek kehidupan yang dapat diperoleh melalui internet seperti komunikasi, informasi, pendidikan dan lain sebagainya. APJII (Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia) periode 2019-2020 telah melakukan survey kurang lebih total populasi mencapai 73.7%, sementara kondisi saat ini penggunaan terhadap internet semakin meningkat mencapai 25% sehingga banyak pengguna terkendala pada konektivitas jaringan yang lambat.

Pengalamatan perangkat jaringan yang diaplikasikan masih menggunakan teknologi *Internet Protocol version 4* (IPv4) yang hanya mampu menampung sebanyak 32-bit saja atau setara 4 milyar alamat. Sementara tingkat populasi manusia seiring berjalannya waktu akan semakin pesat, hal tersebut yang membuat penggunaan jaringan internet semakin melemah dan lambat. Teknologi tersebut juga akan semakin terbatas dan akan sulit diperoleh dimasa depan karena keterbatasan pengalamatan pada protokol IPv4, sehingga telah dilakukan berbagai macam demi menangani keterbatasan yang terdapat dalam alamat IPv4.

Oleh karena itu, untuk menangani keterbatasan alamat protokol IPv4 maka diperlukan teknologi yang dapat digunakan agar mampu mengatasi masalah yang terjadi pada pengalamatan perangkat jaringan internet. Sistem yang dibuat menerapkan protokol *Internet Protocol version 6* (IPv6) atau dikenal dengan *IP-Next generation* (IPng) sebagai pengalamatan terbaru yang memiliki kombinasi

alamat sebanyak 128-bit. Dalam mengimplementasi teknologi IPv6 akan dilakukan secara bertahap agar dapat terhubung dengan infrastruktur yang sudah ada, maka perlu digunakannya beberapa metode transisi dari protokol IPv4 ke IPv6 ialah menggunakan metode *Dual Stack* dan metode *Tunneling 6to4*. Dengan membandingkan metode tersebut maka teknologi IPv6 dapat digunakan karena memiliki kemampuan yang cepat dan dapat diakses oleh banyak pengguna Internet.

Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin merupakan salah satu institusi di Indonesia yang diharapkan dapat berencana aktif untuk mengoperasikan teknologi jaringan IPv6. Hal tersebut tentunya dapat mensosialisasikan dalam implementasi Ipv6 untuk memberikan nilai tambah di bidang Riset, Pendidikan dan Pengajaran serta untuk menciptakan citra baik bagi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Berdasarkan latar belakang diatas, penulis kemudian mengangkat sebuah penelitian dengan judul “**Studi dan Analisis Kinerja IPv6 (Studi Kasus: Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin)**”.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana kinerja interkoneksi *dual stack dan tunneling* melalui *6to4* bisa melalui infrastruktur jaringan pada Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui kinerja interkoneksi *dual stack dan tunneling* melalui *6to4* pada infrastruktur jaringan Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat dalam pendidikan baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara akademis, penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai referensi dalam pengembangan topik di bidang jaringan dan pengalaman awal dalam penelitian tentang teknologi terbaru IPv6 di Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Secara praktis, penelitian ini dapat memberi manfaat bagi seluruh pengguna internet yang berada dalam kawasan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dengan memiliki kemampuan akses internet yang cepat dan tanpa mengkhawatirkan jaringan kampus akan lambat ketika banyaknya pengguna yang mengakses jaringan tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian tepat sasaran, batasan-batasan permasalahan terhadap topik penelitian ditentukan sebagai berikut:

1. Menggunakan mekanisme *Dual Stack* dan *Tunneling 6to4* dalam membandingkan penerapan yang terbaik digunakan untuk jaringan IPv6.
2. Menggunakan *software Graphical Network Simulation (GNS3)* dan *Wireshark* sebagai simulasi penerapan jaringan IPv6
3. Keberhasilan interkoneksi jaringan IPv6 diukur dari analisis performansi berupa waktu respon pengujian *Delay*, *Troughput*, dan *Packet Loss*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa pokok bahasan, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang menjelaskan teori-teori yang menunjang sistem yang akan buat.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang analisis kebutuhan system, perancangan sistem, dan pengujian sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi hasil penelitian dan pembahasan implementasi dari penelitian yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

Ada bab ini berisi perihal kesimpulan dan hasil penelitian dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Internet Protocol version 6

Internet Protocol version 6 (IPv6) merupakan versi terbaru dari *Internet Protocol* (IP) yang dikembangkan oleh *Internet Engineering Task Force* (IETF) sebagai solusi dalam mengatasi masalah yang terdapat pada protokol IPv4. Protokol IPv6 juga sebagai protokol komunikasi yang menyediakan identifikasi dan lokasi *system* untuk setiap komputer dalam mengirim *traffic* yang terhubung ke dalam jaringan melalui internet. Meskipun dalam protokol IPv6 dan IPv4 secara umum memiliki banyak fungsi yang sama, namun dalam format pengalamatan, *header*, dan konfigurasinya terdapat perbedaan pada kedua protokol tersebut.

Dalam IPv6 terdapat fitur-fitur yang diharapkan dalam mengatasi kelemahan diperoleh pada *routing protocol* IPv4. Diantaranya sebagai berikut (Reza Fahlevi Zulkarnaen, 2018):

1. Format *header* yang lebih sederhana, dengan menghapus *field-field* yang dianggap tidak efisien dan menggantinya dengan *extension header*.
2. Format pengalamatan yang lebih luas, yakni sebanyak 2^{128} alamat.
3. Mendukung *Quality of Service*, dengan adanya *field* baru pada IPv6 yang berisi informasi bagaimana *traffic* ditangani.
4. Ekstensibilitas, dengan adanya *extension header* maka dapat mempermudah IPv6 dalam menambahkan fitur-fitur baru.
5. Fragmentasi paket dilakukan secara *end-to-end*.

6. Infrastruktur *routing* dan lebih efisien terhadap pengalamatan serta dalam bentuknya berbentuk hierarki.
7. Keamanan yang lebih baik, mendukung IPSec yang memiliki keamanan lebih baik dari IPv4.

Fitur-fitur diatas hanyalah beberapa fitur yang dimiliki IPv6 untuk mendukung dan menjadikan IPv6 sebagai *routing protocol* yang terpercaya di masa depan.

2.1.1 Format Alamat

Semua perangkat di Internet harus memiliki alamat IP yang ditetapkan agar dapat berkomunikasi dengan perangkat lain. Dengan begitu banyak perangkat baru yang terhubung ke Internet, maka permintaan ini jauh melebihi alamat IPv4 yang ada. Dalam alamat IPv6 menggunakan 128-bit yang memungkinkan 2^{128} atau 3.4×10^{38} alamat atau 7.9×10^{28} kali lebih banyak dari IPv4 yang hanya menggunakan alamat sebanyak 32-bit. Sementara alamat IPv4 hanya memungkinkan 4,3 miliar alamat saja, hal ini yang membuat proses transisi IPv6 menjadi sulit karena kedua protokol tersebut tidak dirancang agar dapat saling beroperasi.

Alamat IPv6 bertujuan sebagai penyediaan ruang alamat yang tidak akan habis sampai beberapa abad kedepan dan dapat membangun infrastruktur *routing* secara terstruktur, maka hal tersebut mampu mengurangi kerumitan dalam proses *routing* dan *tabel routing*. Selain jumlah bitnya, terdapat perubahan dalam cara penulisan alamat IPv6. Dalam penelitian Wafiah Hidni (2018), mengatakan bahwa untuk mempermudah dalam penulisannya maka 128-bit dibagi menjadi 8 segmen yang diantaranya terdiri dari 16-bit biner, diantara

segmennya dapat dipisahkan dengan menggunakan “:” dan dapat dituliskan kedalam bilangan hexadecimal. Berikut merupakan contoh alamat IPv6:

2001:0000:0000:0000:0000:0000:0001

Penulisan alamat tersebut dapat dipersingkat menjadi:

2001::1

Dalam format penulisan alamat IPv6 apabila terdapat angka “0” didepan dalam setiap bloknya maka bisa dihilangkan dan jika satu blok terdapat angka “0000” dan belok tersebut berurutan maka dapat dihilangkan lalu diganti dengan tanda titik dua “:”.

Pengalamatan pada IPv6 dan IPv4 terdapat perbedaan yang sangat besar, dikarenakan dalam *node* alamat IPv4 menggunakan suatu pengalamatan IP yang dapat dibagi menjadi 5 kelas namun hanya 3 kelas yang sering digunakan yaitu kelas a, b, dan c sedangkan dalam *node* alamat IPv6 hanya memiliki 3 jenis pengalamatan, sebagai berikut (Galih Yudhistira Nizam, 2018):

1. Alamat *Unicast* merupakan komunikasi antar *host* tunggal dengan penerima tunggal. Dalam alamat *unicast* terdapat 4 bagian yaitu:
 - a. Alamat *Global* yang pada umumnya digunakan untuk kebutuhan akan *address provide* atau *address geografis*.
 - b. Alamat *Link Local* yang digunakan dalam satu *link*, dimana link tersebut dimaksud merupakan jaringan *local* yang dapat saling terhubung dalam satu level. Untuk alamat ini dibuat secara otomatis oleh *host* yang belum mendapatkan alamat *global*.

c. *Site Local* merupakan alamat yang setara dengan alamat *private* dimana penggunaannya hanya untuk beberapa *site* saja

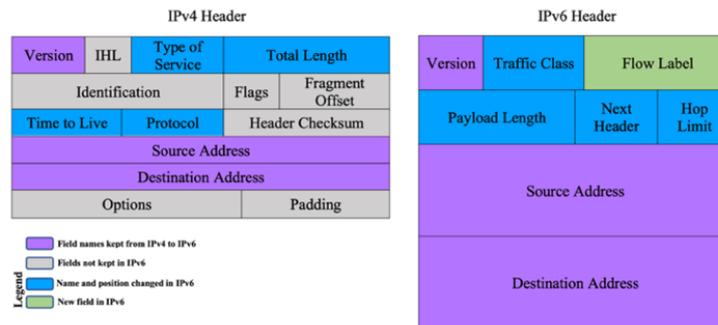
d. *Compatible*.

2. Alamat *Multicast* merupakan alamat yang digunakan sebagai komunikasi antara satu *host* dengan *multi* penerima. Alamat *multicast* yang terdapat dalam alamat IPv4 didefinisikan sebagai kelas D, sedangkan dalam alamat IPv6 terdapat ruang 8-bit, pertamanya dimulai dari “FF” yang disediakan untuk alamat *multicast*.

3. Alamat *Anycast* merupakan sebuah jenis alamat yang memberikan beberapa *host* untuk mendefinisikan kumpulan *node* dan jika terdapat paket yang dikirim ke alamat *anycast* maka *router* akan mengirim paket tersebut ke *host* terdekat dimana memiliki alamat *anycast* yang sama

2.1.2 Format Header

Perubahan terbesar yang ada pada IPv6 adalah desain ulang *header*, termasuk peningkatan jumlah alamat berawal dari 32-bit (IPv4) naik menjadi 128-bit (IPv6). Pada *header* IPv6 dapat diupayakan seminimal mungkin dalam pemrosesannya agar mampu mendukung komunikasi data secara *real-time*. Hal tersebut dikarenakan *layer* tiga yang bertanggung jawab atas *transfer* paket data secara *end-to-end* dengan menggunakan peruetan paket berbasis alamat. Dalam *header* IPv6, terdapat *header default (standart)* yang berisikan tentang *field-field* yang kerap muncul dalam setiap paket IPv6 dan juga terdapat *header extension* (tambahan) yang berisikan tentang *field-field* tambahan ketika dibutuhkan saja.



Gambar 2.1 Format *header* IPv4 dan IPv6

Pada Gambar 2.1 bahwa dalam *header* IPv6 memiliki kapasitas yang lebih besar jika dibandingkan dengan *header* IPv4. *Header* IPv6 mempunyai 40 octet yang terdiri dari 8 *field* yang merupakan penyederhanaan dari format *header* IPv4. Dalam penelitian Gulam Fakhri (2019) mengatakan bahwa berikut ini merupakan penjelasan yang lebih detail tentang fungsi dari tiap *header* IPv6 tersebut:

1. *Version* (4bit), digunakan untuk mendefinisikan versi *protocol* IP.
2. *Traffic Class/Packet Priority* (8bit) adalah *header* yang digunakan untuk kepentingan QoS.
3. *Flow Label* (20bit) adalah *field* untuk digunakan untuk kepentingan *flow* dan *field* ini diharapkan dapat membuat *router* tidak perlu *lookup* paket lebih dalam untuk memperlakukan sebuah paket.
4. *Payload Length* (16bit) berisi informasi *layer* 4 keatas dari OSI *layer*. Jumlah *field* ini tetap 40 *bytes* agar pada saat proses *lookup* oleh *router* lebih cepat, dikarenakan *route* tidak perlu melakukan pengecekan *variable-length header*.

5. *Next Header* (8bit) berisi informasi nomor *port* pada *layer* atasnya atau *layer* 4 yaitu *transport*.
6. *Hop Limit* (8bit) *Field Time to Live* (TTL) untuk mencegah *looping* pada *layer* 3.
7. *Source Address* (128bit) berisi informasi alamat IPv6 pengirim.
8. *Destination Address* (128bit) berisi informasi alamat IPv6 penerima.
9. *Extension Header* berisi informasi *header* tambahan *network layer*, seperti *routing header*, *encapsulating security payload* (ESP) *header*.

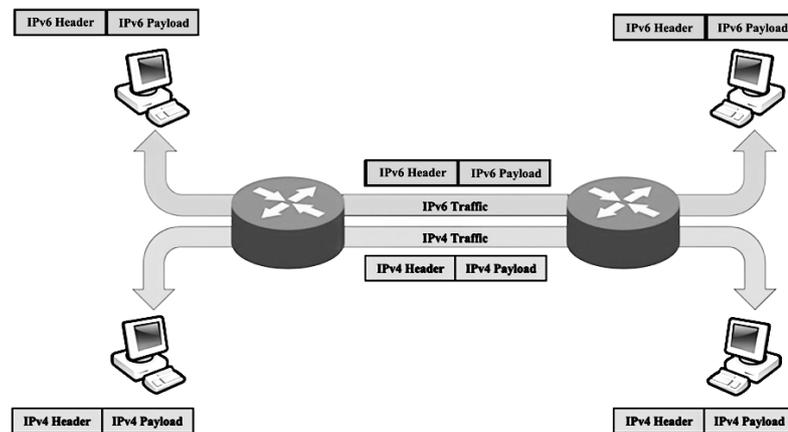
2.2. Mekanisme Transisi

Pada awalnya mekanisme transisi dideskripsikan sebagai rangkaian teknik yang mampu implementasikan protokol IPv6 agar dapat diterima oleh protokol IPv4 yang banyak digunakan saat ini. Tujuan mekanisme transisi ini untuk mewujudkan infrastruktur yang ada dalam IPv4 tetap konsisten berjalan selama masa peralihan menghadapi penggunaan IPv6. Mekanisme transisi sebagai penyedia interaksi secara langsung antara protokol IPv6 dengan IPv4. Terdapat tiga acara metode transisi atau migrasi yang dikembangkan untuk interkoneksi dari IPv4 ke IPv6 yaitu *dual stack*, *tunneling*, dan *translasi* protokol, namun dalam penelitian ini hanya meliputi metode *dual stack* dan *tunneling* melalui *6to4*.

2.2.1 Mekanisme *Dual Stack*

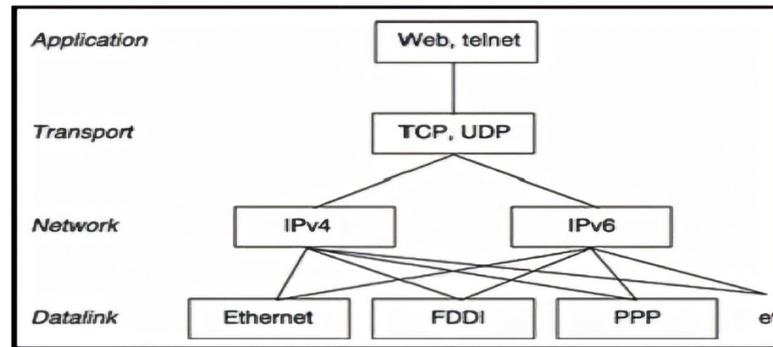
Dual Stack biasa dikenal dengan *Dual Stack Transition Mechanism* (DSTM) merupakan suatu mekanisme tumpukan ganda yang berisikan dua jaringan berbeda yaitu IPv4 dan IPv6 dalam satu *interface*. Adanya mekanisme transisi tersebut, maka tidak diperlukan untuk mengupgrade semua node secara

bersamaan karena jaringan IPv4 dan IPv6 akan beroperasi secara berdampingan dalam beberapa waktu sehingga dalam transit IPv6 pengguna dapat menerapkan sebuah metode *dual-stack*. Dalam proses mengirim dan menerima paket terdapat header IP yang memiliki peran penting dalam proses transisi IPv6 dengan mengenkapsulasi IPv6 ke dalam IPv4. Mekanisme tersebut merupakan pilihan terbaik dalam transisi dikarenakan terdapat banyak sistem operasi yang sudah menerapkan IP protokol *dual-stack*.



Gambar 2.2 Mekanisme *Dual Stack*

Berdasarkan Gambar 2.2 apabila dalam koneksi yang menggunakan IPv4, maka *host* akan berkerja menjadi *host* IPv4 murni. Apabila koneksi yang menggunakan IPv6, maka *host* akan berkerja sebagai *host* IPv6 murni. Proses pengiriman dan penerimaan paket data akan dilakukan secara terpisah. Untuk menggunakan metode *dual stack* ini, maka sistem operasi harus mendukung IPv6, sangat memungkinkan digunakan karena saat ini kebanyakan perangkat telah mendukung IPv6 (Reza Fahlezi Zulkarnaen, 2018).



Gambar 2.3 Struktur *Dual Stack*

Berdasarkan Gambar 2.3 dalam mekanisme *dual-stack* diimplementasikan pada lapisan jaringan (*network layer*) untuk jaringan IPv4 dan IPv6, sehingga sebelum melakukan transfer paket pada lapisan berikutnya maka lapisan jaringan akan memilih jaringan mana yang akan digunakan berdasarkan informasi dari lapisan data link. Selanjutnya *host* dapat mencapai kedua konten IPv4 dan IPv6 yang tersedia sehingga mekanisme *dual-stack* merupakan strategi transisi yang sangat fleksibel (Aan Restu Mukti, 2016).

2.2.2 Mekanisme *Tunneling 6to4*

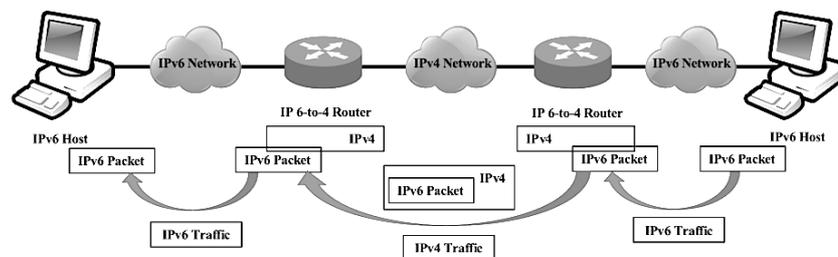
Tunneling adalah mekanisme yang mengenkapsulasi suatu PDU (*Packet Data Unit*) dengan protokol yang lain dalam artian dapat mengirim paket data pada *foreign network*. Namun pada mekanisme tersebut tidak seperti proses enkapsulasi yang dapat berkaitan secara langsung dengan *protocol stack*, pada mekanisme *tunneling*, ataupun *protocol* yang mampu mengenkapsulasi PDU dari *layer* yang sama bahkan *layer* yang terdapat dibawahnya. Terdapat tiga komponen utama dalam *tunneling* yaitu (Siswo Wardoyo, 2014):

1. *Passenger Protocol*, yaitu protokol yang telah di enkapsulasi
2. *Carrier Protocol*, yaitu protokol yang melakukan proses enkapsulasi

3. *Transport Protocol*, yaitu protokol yang mengirim PDU yang telah di enkapsulasi.

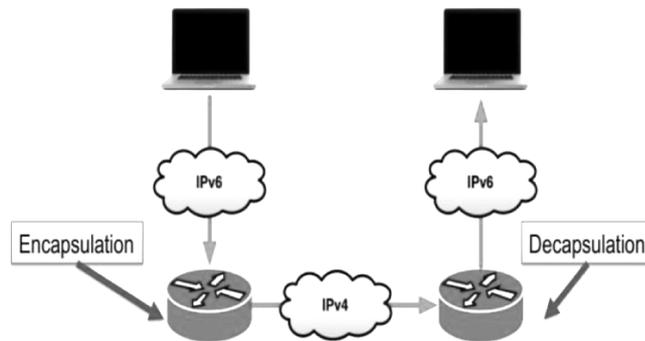
Tunneling 6to4 merupakan salah satu mekanisme *tunneling* yang memperbolehkan transmisi paket IPv6 antar alamat IPv6 melalui infrastruktur *routing* IPv4 dengan melakukan enkapsulasi dan deskapsulasi di *endpoint* tunnel. Secara umum, mekanisme tersebut merupakan penyebaran secara sederhana dengan mengkonfigurasi *point-to-point* namun dapat juga diimplementasikan secara hierarkis dan berurutan.

. *Tunnel 6to4* merupakan *automatic tunneling* yang sifatnya *point-to-multipoint*. Dalam *automatic tunneling* pada tampilan *tunnel* mendapat alamat IPv6 berlandaskan format pada alamat IPv4 yang sudah susai terhadap konfigurasi *network*-nya, dalam artian bahwa alamat IPv6 termasuk identitas unik yang mampu ditemukan dengan sistem penintergrasian pada alamat IPv4.



Gambar 2.4 Mekanisme *Tunneling 6to4*

Berdasarkan Gambar 2.4 mekanisme jaringan IPv6 yang terpisah dapat berkomunikasi melalui jaringan IPv4 dengan cara paket data dengan protokol IPv6 dienkapsulasi oleh *router*, kemudian paket data tersebut dikirim melalui jaringan IPv4 dan diterjemahkan oleh *router* pada jaringan IPv6 penerima (Joshua Marthen Manuputty, 2016).



Gambar 2.5 Jaringan *Tunneling 6to4*

Berdasarkan Gambar 2.5 mekanisme tunneling disebut sebagai enkapsulasi dan dekapsulasi dikarenakan prinsip dasar mekanisme tersebut adalah membungkus (encapsulation) paket data IPv6 ke dalam format tunnel IPv4 untuk dikirim kepada penerima dan setelah itu dibuka lagi bungkusnya (decapsulation) yang sebelumnya terlebih dahulu dilakukan setting koneksi tunnel IPv4 ini dari pengirim ke penerima serta sebaliknya (Shellyana Tanun, 2010).

2.3. Beban Pengukuran

Dalam melakukan test pada kualitas jaringan interkoneksi Ipv6 maka dalam pengujiannya menggunakan beberapa beban sebagai tolak ukur dalam mengambil kesimpulan. *File Transfer Protocol* (FTP) merupakan sebuah protokol yang digunakan sebagai penyedia layanan dalam mengakses sebuah *file* dan pertukaran sebuah data. Dalam FTP server terdapat beberapa kategori yang setiap direktori berisikan beberapa *file* yang akan ditransfer. FTP dirancang sebagai koneksi agar dapat ke server internet atau komputer tertentu, sehingga user mampu mengirim sebuah *file* ke server (proses download) atau mengirim sebuah *file* ke server (proses upload).

2.4. Parameter Pengukuran QoS

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan dari sebuah jaringan untuk menyediakan layanan prioritas dalam berbagai aliran data, aplikasi, pengguna atau demi mengamankan kualitas kinerja dalam aliran data. QoS bertujuan sebagai penyedia kualitas terhadap layanan yang berbeda dalam beraneka ragam kebutuhan atas layanan dalam jaringan IP. Penggunaan QoS dapat dimanfaatkan untuk menguji sekumpulan karakteristik dalam kinerja yang sudah dispesifikasikan dan diasosiasikan dalam suatu layanan. Misalnya, perbedaan waktu tunda dalam mekanisme transisi, penurunan waktu tunda, penurunan habisnya alokasi dan menyiapkan *bandwith* yang spesifik.

Pengukuran performansi merupakan salah satu cara dalam meningkatkan efisiensi dan efektifitas kerja terhadap suatu jaringan, guna mampu meningkatkan produktifitas kerja dalam jaringan. Letak pengukuran dalam jaringan merupakan suatu performansi, meskipun terdapat suatu nilai performansi yang hanya menggambarkan kualitas terhadap performansi jaringan (Suherlan Rizky Lazuardi, 2019). Dalam parameter kinerja pengujian QoS mengacu pada kualitas kecepatan dan keunggulan pengiriman beragam jenis beban data dalam komunikasi. Kinerja merupakan kumpulan dari beberapa parameter teknik yaitu:

a. *Delay*

Delay merupakan waktu yang diperlukan data dalam menempuh jarak dari titik asal ke tempat tujuan. Jika adanya pemrosesan waktu yang lama atau terjadinya kemacetan, adanya jarak dan media fisik, maka hal tersebut dapat

memengaruhi terjadinya *delay*. Rumus persamaan untuk menghitung jumlah *delay*:

$$RRD = \frac{TD}{TPD} \dots\dots\dots Eq.2.2$$

Keterangan:

RDD = Rata – Rata Delay (ms)

TD = Total Delay

TPD = Total Paket yang Diterima

Tabel 2.1 Kategori *Delay*

| Kategori | <i>Delay</i> (ms) | <i>Indeks</i> |
|--------------|-------------------|---------------|
| Sangat Bagus | <150 | 4 |
| Bagus | 150 s/d 300 | 3 |
| Sedang | 300 s/d 450 | 2 |
| Buruk | >450 | 1 |

b. *Troughput*

Troughput merupakan kecepatan pada umumnya dalam mentransfer data melalui jaringan dalam bps. *Troughput* merupakan besaran totalitas berasal dari paket berhasil diamati oleh tujuan dalam *interval* waktu yang spesifik dan dapat dibagi dengan *interval* waktu tersebut. Rumus persamaan untuk menghitung waktu *troughput*:

$$Troughput = \frac{PDD}{LP} \dots\dots\dots Eq.2.3$$

Keterangan:

Troughput (kbps)

PDD = Paket Data Diterima

LP = Lama Pengamatan

Tabel 2.2 Kategori *Troughput*

| Kategori | <i>Troughput</i> (%) | <i>Indeks</i> |
|-------------|----------------------|---------------|
| Sangat Baik | 70-100 | 4 |
| Baik | 50-75 | 3 |
| Sedang | 25-50 | 2 |
| Buruk | <25 | 1 |

c. *Packet Loss*

Packet Loss merupakan satu-satunya parameter dalam QoS yang mampu menafsirkan suatu keadaan dan mampu menampilkan besaran paket yang hilang serta kebanyakan yang disebabkan oleh tabrakan dan kemacetan pada jaringan. Hal tersebut dapat berdampak pada aplikasi yang ada dikarenakan transmisi ulang mampu mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan.

Rumus persamaan untuk menghitung jumlah *packet loss*:

$$Packet\ Loss = \frac{(PDK - PDT)}{PDK} \times 100 \dots \dots \dots Eq.2.4$$

Keterangan:

PL= *Packet Loss* (%)

PDK = Paket Data yang Dikirim

PDT = Paket Data yang Diterima

Tabel 2.3 Kategori *Packet Loss*

| Kategori <i>Paket Loss</i> | <i>Paket Loss</i> (%) | <i>Indeks</i> |
|----------------------------|-----------------------|---------------|
| Sangat Bagus | 0 | 4 |
| Bagus | 3 | 3 |
| Sedang | 5 | 2 |
| Buruk | 25 | 1 |

2.5. Aplikasi Simulasi

Aplikasi simulasi adalah aplikasi yang digunakan untuk melakukan pengujian pengukuran terhadap topologi jaringan yang telah di desain dengan menggunakan parameter-parameter yang telah ditentukan (Rukhi Ali Effendi, 2019).

a. *Graphic Network Simulator 3 (GNS3)*

Graphic Network Simulator 3 yang biasa disebut GNS3 adalah sebuah program perangkat lunak simulasi yang bisa mensimulasikan sistem operasi jaringan komputer seperti IOS, Cisco, Juniper dan RouterOS, dari yang sederhana hingga yang lebih kompleks, dikarenakan dalam aplikasi tersebut menggunakan *operating system* asli. Perangkat lunak simulator ini merupakan simulator yang menggunakan persepsi dalam mengesimulasikan *operating system* yang cocok, jadi yang dapat ditampilkan ketika dijalankan adalah sebuah perangkat *operating system* yang sebenarnya dari perangkat. Namun, GNS3 bukan berarti dapat digunakan sebagai alternatif *router* pada hakikatnya dalam kehidupan nyata. GNS3 simulator ini, dapat digunakan untuk bereksperimen dan membuat konsep jaringan, pengujian jaringan dan menguji perubahan konfigurasi dalam jaringan

b. *Wireshark*

Wireshark merupakan sebuah perangkat lunak untuk menganalisis jaringan atau sebuah aplikasi yang dikenal sebagai *network analyzer*. Penggunaan *wireshark* dapat digunakan untuk pengembangan *software* dan *protocol*, *troubleshooting* jaringan, menganalisis jaringan, dan dapat digunakan untuk

kebutuhan dalam edukasi. Dalam menganalisa kinerja *wireshark* ada beberapa hal yang mencakupnya yakni sebagai asal mulainya proses dalam mengambil informasi atau paket data yang berantakan didalam jaringan, serta *wireshark* memperbolehkan penggunaanya untuk *sniffing* atau mengizinkan pengguna dapat memperoleh informasi penting seperti *password social media* pengguna lain dalam jaringan yang sedang beroperasi dan atau melalui data yang terdapat dalam disk.