



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA PERFORMANSI JARINGAN VERTICAL
HANDOVER MOBILE IPV6 MENGGUNAKAN
BIDIRECTIONAL TUNNELING DAN ROUTE
OPTIMIZATION UNTUK APLIKASI VIDEO STREAMING**

SKRIPSI

**JAMES DANIEL EFRAIM
0806459822**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA PERFORMANSI JARINGAN VERTICAL
HANDOVER MOBILE IPV6 MENGGUNAKAN
BIDIRECTIONAL TUNNELING DAN ROUTE
OPTIMIZATION UNTUK APLIKASI VIDEO STREAMING**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

JAMES DANIEL EFRAIM

0806459822

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : James Daniel Efrain

NPM : 8806459822

Tanda Tandas :

Tanggal: 07 Juni 2012

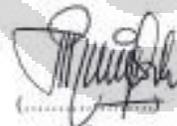
HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI INI DIAJUKAN OLEH :

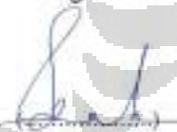
NAMA : James Daniel Efraim
NPM : 0806439822
PROGRAM STUDI : Teknik Komputer
JUDUL SKRIPSI : **ANALISA PERFORMANSI JARINGAN
VERTICAL HANDOVER MOBILE IPV6
MENGUNAKAN BIDIRECTIONAL
TUNNELING DAN ROUTE
OPTIMIZATION UNTUK APLIKASI
VIDEO STREAMING**

TELAH DIPRESENTASIKAN DAN DITERIMA SEBAGAI BAGIAN DARI
PERSYARATAN YANG DIPERLUKAN UNTUK MEMPEROLEH GELAR
SARJANA TEKNIK PADA PERANGKAT LUNAK STUDI TEKNIK
ELEKTRO, FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS INDONESIA.

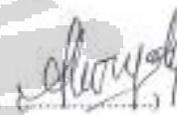
Pembimbing : Ir. A. Endang Sriningsih, M.T., Si.



Penguji 1 : Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna, M.Eng.



Penguji 2 : Prima Dewi Purnamasari, S.T., M.T., M.Sc.



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 19 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan kasih-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Komputer Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. A. Endang Sriningsih, MT, Si yang bersedia menyediakan waktunya untuk membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini;
2. Orang tua serta keluarga yang telah memberi dukungan moral dan material;
3. Rekan-rekan seperjuangan dibawah bimbingan Ibu Endang yang telah membantu dalam pembuatan jaringan;
4. Eufrasia Inti Alphatia Putri yang telah menemani dan memberikan dukungan selalu dalam menyelesaikan skripsi ini dari awal hingga akhir;
5. Sahabat-sahabat departemen Teknik Elektro UI terutama angkatan 2008 yang telah memberi dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap agar Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan atas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu penulis. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di Indonesia.

Depok, 9 Juni 2012

Penulis

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

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

Nama : James Daniel Efrain
NPM : 0806459822
Program Studi : Teknik Komputer
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

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

**ANALISA PERFORMANSI JARINGAN VERTICAL HANDOVER
MOBILE IPv6 MENGGUNAKAN BIDIRECTIONAL TUNNELING DAN
ROUTE OPTIMIZATION UNTUK APLIKASI VIDEO STREAMING**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok,
Pada tanggal : 9 Juni 2012.

Yang menyatakan,

(James Daniel Efrain)

ABSTRAK

Nama : James Daniel Efraim
Program Studi : Teknik Komputer
Judul : ANALISA PERFORMANSI JARINGAN VERTICAL
HANDOVER MOBILE IPV6 MENGGUNAKAN
BIDIRECTIONAL TUNNELING DAN ROUTE
OPTIMIZATION UNTUK APLIKASI VIDEO
STREAMING

Pada *Mobile IPv6* terdapat 2 metode *Handover* yaitu: *Bidirectional Tunneling* dan *Route Optimization*. Untuk mengetahui perbedaannya akan dilakukan analisa performansinya yang dilakukan dalam empat skenario. Parameter performansi yang diukur yaitu: *packetloss*, *Throughput* dan *Delay*, menggunakan aplikasi *Video Streaming*. Dari percobaan akan didapatkan bahwa lebih efisien apabila menggunakan *Route Optimization*. Hal ini dibuktikan bahwa pada *Route Optimization* setelah diukur mendapatkan data *Throughput* dari video .FLV yang lebih cepat 1.7% proses pengirimannya. Hal ini disebabkan karena *Route Optimization* memiliki keuntungan dalam memilih jalan terpendek dan tidak harus melewati *Home Agent* lagi.

Kata kunci:

Mobile IPv6, *Bidirectional Tunneling*, *Route Optimization*, *Video Streaming*, parameter performansi, *Throughput*

ABSTRACT

Name : James Daniel Efraim
Study Program : Computer Engineering
Title : PERFORMANCE ANALYSIS OF VERTICAL MOBILE
IPV6 USING BIDIRECTIONAL TUNNELING AND
ROUTE OPTIMIZATION FOR VIDEO STREAMING
APPLICATION

In *Mobile IPv6*, there are 2 methods in the *Handover* process, *Bidirectional Tunneling* and *Route Optimization*. To find the difference will be done performance analysis. This performance analysis will be done with 4 scenario. Performance parameters used are: *Packet-loss*, *Throughput* and *Delay*. Application that will be used is *Streaming*. From the result will show that *Route Optimization* is more. This statement has been proved by measuring *Video Streaming* a *.FLV* video *Throughput* using *Route Optimization* is faster 1.7% because *Route Optimization* have an advantage to chose the shortest way and it didn't have to pass the *Home Agent*.

Keywords:

Mobile IPv6, *Bidirectional Tunneling*, *Route Optimization*, *Video Streaming*,
Performance parameters, *Throughput*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi Penulisan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 INTERNET PROTOCOL VERSIONS 6, MOBILE IPV6, DAN VIDEO STREAMING.....	4
2.1 <i>Internet Protocol Version 6</i>	4
2.1.1 Fitur-fitur IPv6.....	4
2.1.2 Pengalamatan Pada IPv6.....	8
2.1.3 Transisi pada MIPv6.....	10
2.2 <i>Mobile IP</i>	11
2.2.1 Tujuan MIPv6.....	11
2.2.2 Terminologi MIPv6.....	11
2.2.3 Mekanisme MIPv6.....	13
2.2.4 MIPv6 <i>Handover</i>	15
2.2.4.1 Prosedur <i>Handover</i> pada MIPv6.....	17
2.2.5 Parameter QoS.....	20
2.3 <i>Video Streaming</i>	21
2.3.1 Parameter-parameter Aplikasi <i>Video Streaming</i>	22
BAB 3 KONFIGURASI DAN IMPLEMENTASI JARINGAN <i>MOBILE IPV6</i> UNTUK APLIKASI <i>VIDEO STREAMING</i>	24
3.1 Topologi Jaringan.....	24
3.2 Spesifikasi Sistem.....	25
3.3 Pembuatan Sistem.....	26
3.3.1 Persiapan Kernel.....	27

3.3.2 Instalasi Perangkat Lunak (UMIP Linux <i>Mobile IPv6</i> Daemon dan RADVD).....	28
3.3.3 Instalasi VLC Player.....	28
3.3.4 Konfigurasi <i>Node</i>	28
3.3.5 Rekayasa <i>Traffic</i> dengan MGEN.....	31
3.4 Skenario Pelaksanaan.....	33
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA JARINGAN <i>MOBILE IPV6</i> PADA APLIKASI <i>VIDEO STREAMING</i>	35
4.1 Pengujian dan Pengukuran QoS.....	35
4.2 Pengukuran dan Analisa <i>Bidirectional Tunneling</i>	39
4.2.1 Pengukuran <i>Bidirectional Tunneling</i> di <i>Home Network</i>	39
4.2.2 Pengukuran <i>Bidirectional Tunneling</i> di <i>Foreign Network</i>	41
4.2.3 Analisa <i>Packet Loss Bidirectional Tunneling</i>	43
4.2.4 Analisa <i>Delay Bidirectional Tunneling</i>	44
4.2.5 Analisa <i>Throughput Bidirectional Tunneling</i>	45
4.3 Pengukuran dan Analisa <i>Route Optimization</i>	45
4.3.1 Pengukuran <i>Route Optimization</i> di <i>Home Network</i>	46
4.3.2 Pengukuran <i>Route Optimization</i> di <i>Foreign Network</i>	48
4.3.3 Analisa <i>Packet Loss Route Optimization</i>	50
4.3.4 Analisa <i>Delay Route Optimization</i>	51
4.3.5 Analisa <i>Throughput Route Optimization</i>	52
4.4 Perbandingan Data <i>Bidirectional Tunneling</i> dengan <i>Route Optimization</i>	53
BAB 5 KESIMPULAN	55
DAFTAR ACUAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan Datagram Header IPv4 dan IPv6[1].....	5
Gambar 2.2a Format Header IPv4.....	5
Gambar 2.2b Format Header IPv6.....	6
Gambar 2.3 Host Dual Stack IPv6 Transition[4].....	10
Gambar 2.4 Network Tunneling IPv6 Transition[4].....	10
Gambar 2.5 Terminologi <i>Mobile</i> IPv6[3].....	12
Gambar 2.6 Proses <i>Bidirectional Tunneling</i> [5].....	14
Gambar 2.7 Proses <i>Route Optimization</i> [5].....	15
Gambar 2.8 Contoh <i>Handover</i> Horizontal.....	16
Gambar 2.9 Contoh <i>Handover Vertical</i>	17
Gambar 2.9 Arsitektur <i>Video Streaming</i> [6].....	21
Gambar 3.1 Topologi Jaringan <i>Vertical Mobile</i> IPv6.....	23
Gambar 3.2 Perangkat Lunak Pada Kernel.....	27
Gambar 3.3 Fungsi Pada <i>Home Agent</i>	29
Gambar 3.4 Fungsi Pada <i>Foreign Router</i>	30
Gambar 3.5 Fungsi Pada <i>Mobile Node</i>	31
Gambar 3.6 Script File <i>Node</i>	32
Gambar 4.1 Hasil Capture <i>Video Streaming</i> (UDP).....	36
Gambar 4.2 Wireshark Decode As.....	37
Gambar 4.3 Hasil Capture <i>Video Streaming</i> (decode).....	37
Gambar 4.4 Wireshark Summary.....	38
Gambar 4.5 Diagram Batang Rata-rata <i>Packet Loss Bidirectional Tunneling</i>	43
Gambar 4.6 Diagram Batang Rata-rata <i>Delay Bidirectional Tunneling</i>	44
Gambar 4.7 Diagram Batang Rata-rata <i>Throughput Bidirectional Tunneling</i>	45
Gambar 4.8 Diagram Batang Rata-rata <i>Packet Loss Route Optimization</i>	50
Gambar 4.9 Diagram Batang Rata-rata <i>Delay Route Optimization</i>	51
Gambar 4.10 Diagram Batang Rata-rata <i>Throughput Route Optimization</i>	52
Gambar 4.11 Diagram Batang Perbandingan <i>Bidirectional Tunneling</i> dengan <i>Route Optimization</i>	53

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Home Network Bidirectional Tunneling</i> Untuk Format .FLV.....	40
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Home Network Bidirectional Tunneling</i> Untuk Format .MP4.....	40
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Home Network Bidirectional Tunneling</i> (Rata-rata).....	41
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Foreign Network Bidirectional Tunneling</i> Untuk Format .FLV.....	43
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Foreign Network Bidirectional Tunneling</i> Untuk Format .MP4.....	43
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Foreign Network Bidirectional Tunneling</i> (Rata-rata).....	44
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Home Network Route Optimization</i> Untuk Format .FLV.....	46
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Home Network Route Optimization</i> Untuk Format .MP4.....	47
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Home Network Route Optimization</i> (Rata-rata).....	47
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Foreign Network Route Optimization</i> Untuk Format .FLV.....	49
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Foreign Network Route Optimization</i> Untuk Format .MP4.....	49
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Performansi <i>Video Streaming</i> Pada <i>Foreign Network Route Optimization</i> (Rata-rata).....	50
Tabel 4.13 Tabel Perbandingan Performansi <i>Bidirectional Tunneling</i> dan <i>Route Optimization</i>	51

DAFTAR SINGKATAN

HoA	: <i>Home Address</i>
MN	: <i>Mobile Node</i>
CoA	: <i>Care of Address</i>
HA	: <i>Home Agent</i>
CN	: <i>Correspondent Node</i>



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era informasi ini, hampir semua orang di dunia ini sudah menggunakan *Internet Protocol* (IP) atau yang lebih dikenal umumnya dengan internet. Untuk mengakses internet diperlukan yang namanya IP Address. Membengkaknya jumlah pengguna telah menjadi masalah baru bagi internet. Sebelumnya, penyediaan alamat menggunakan IPv4 yang menyediakan alamat IP sebanyak 2^{32} bits atau 4.294.967.296 alamat. Namun, alamat-alamat tersebut sudah hampir habis. Akhirnya diupayakan berbagai cara untuk mengatasi masalah ini. Salah satunya dengan Network Address Translator (NAT). Namun NAT tidak dapat dijadikan solusi akhir terhadap masalah tersebut karena masih juga terdapat kekurangan sehingga pada akhirnya diciptakannya Internet Protocol-Next Generation (IPng) atau yang dikenal dengan IPv6.

IPv6 didesain lebih baik daripada IPv4. IPv6 dapat menyediakan alamat sebanyak 2^{128} bits atau $3,4 \times 10^{38}$ dan memiliki beberapa keunggulan lain dibanding IPv4 yaitu keamanan jaringan yang intergrasi, kemampuan *multicasting*, *stateless address configuration*, *header* yang lebih sederhana, mobilitas, dan adanya beberapa opsi tambahan.

Mobilitas yang merupakan salah satu kemampuan opsi dari IPv6 dapat menyediakan konektivitas tanpa terputus yang memungkinkan *host* tetap terkoneksi internet walaupun sudah pindah ke subnet lain. Teknologi mobilitas ini disebut dengan *Mobile IP*. *Mobile IP* sudah ada pada IPv4, akan tetapi masih belum sempurna. Untuk itu *Mobile IP* dikembangkan pada IPv6 (MIPv6) yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna yang membutuhkan mobilitas tinggi dan akses internet yang tidak terbatas.

1.2 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah pertama-tama membangun jaringan *Vertical Mobile IPv6* menggunakan proses *Handover* pada aplikasi *Video Streaming*, lalu mengukur performansi dari parameter *Packet Loss*, *Throughput* dan *Delay* pada proses *Handover* antara *Bidirectional Tunneling* dan *Route Optimization* yang dibedakan menjadi 2 yaitu pada saat *Mobile Node* berada di *Home Network* dan pada saat *Mobile Node* berada di *Foreign Network*. Setelah itu hasil dari percobaan ini akan dibandingkan satu sama lain dengan memfokuskan pada perbandingan antara *Bidirectional Tunneling* dan *Route Optimization*

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan difokuskan pada pengukuran performansi dan perbandingan performansi dari parameter *Delay*, *Throughput* dan *packet-loss* pada aplikasi *Video Streaming* dengan menggunakan proses *Handover* pada jaringan *Vertical Mobile IPv6*. Adapun metode komunikasi antar *Mobile Node* dan *correspondent Node* yang akan digunakan adalah *Bidirectional Tunneling* dan *Route Optimization*.

1.4 Metodologi Penulisan

Metode penulisan yang digunakan adalah memahami tentang konsep jaringan IPv6 serta konsep *Mobile IP* serta cara kerja komunikasi antar *Mobile Node* dan *correspondent Node*. Lalu dilanjutkan dengan membangun jaringan berbasis *Vertical Mobile IPv6* dengan menggunakan proses *Handover* dan implementasi *Video Streaming*. Parameter yang digunakan yaitu *Packet Loss*, *Throughput* dan *Delay*. Setelah hasil implementasi dilakukan, maka dilakukan pengujian pada jaringan. Selanjutnya akan dilakukan pengambilan data performansi yang kemudian akan dibandingkan antara metode *Bidirectional Tunneling* dan *Route Optimization* serta menarik kesimpulan dari hasil yang telah didapat.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang permasalahan, tujuan, metode penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II INTERNET PROTOCOL VERSIONS 6, *MOBILE* IPV6, DAN *VIDEO STREAMING*

Pada bab ini berisi pembahasan secara garis besar mengenai jaringan, IPv6, *Mobile* IPv6, dan fitur-fitur yang terdapat dalam *Mobile* IPv6.

BAB III KONFIGURASI DAN IMPLEMENTASI JARINGAN *MOBILE* IPV6 UNTUK *VIDEO STREAMING*

Pada bab ini berisi pembahasan lebih lanjut tentang *Mobile* IPv6 dalam konfigurasinya dan metode komunikasi antara *Mobile Node* dengan *correspondent Node* dan juga berisi tentang *Bidirectional Tunneling* dan *Route Optimization*.

BAB IV UJI COBA DAN ANALISA

Pada bab ini berisi tentang cara dari pengujian dan hasil yang didapat akan dianalisa serta melakukan perbandingan antar metode yang digunakan.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan hasil akhir dari pengujian yang didapat

BAB II

INTERNET PROTOCOL VERSIONS 6, *MOBILE IPV6*, DAN *VIDEO STREAMING*

2.1 Internet Protocol versions 6

Internet Protocol versi 6 (IPv6) sering dikenal dengan IPng (next generation). IPv6 merupakan versi terbaru dari *internet protocol* dengan tujuan utama untuk memperbanyak penyediaan alamat dan tujuan lainnya adalah pengembangan dan penambahan fitur-fitur baru. Saat ini, secara umum internet masih menggunakan IPv4. Implementasi dan penggunaan dari jaringan IPv6 sudah mulai dilakukan secara bertahap juga dan diusahakan tidak mengganggu jaringan IPv4[8].

2.1.1 Fitur-fitur IPv6

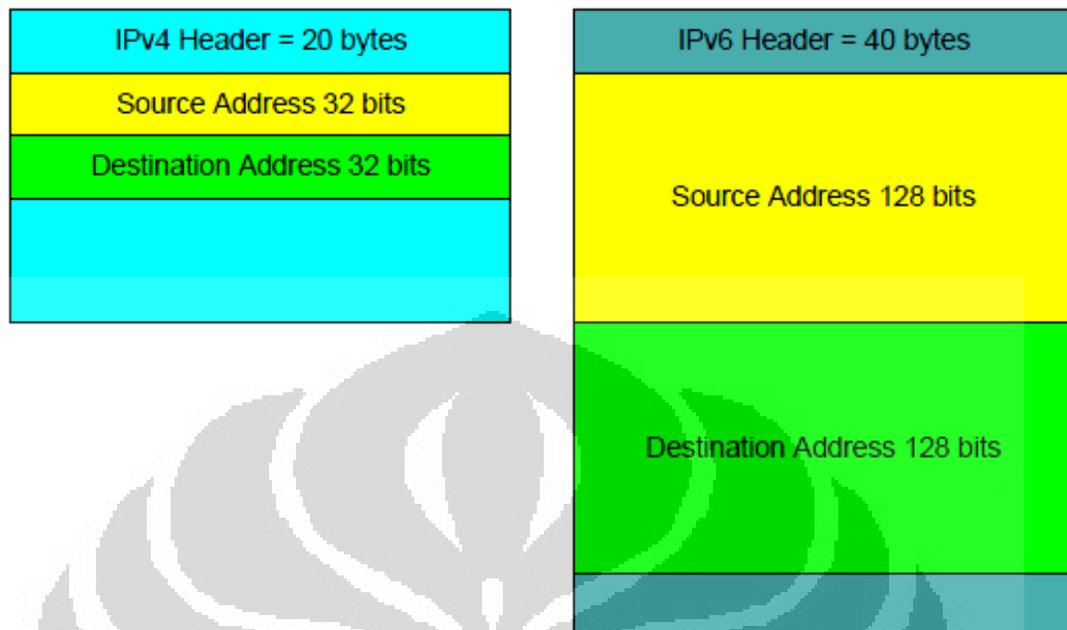
Fitur-fitur pada IPv6 terdiri dari:

1. Addressing

Pada IPv6, untuk hal pengalamatan (*addressing*) dan *routing capabilities* diperluas/diperbanyak. Hal ini juga diperhitungkan untuk mengatasi krisis pengalamatan untuk jangka panjang. IPv6 menyediakan alamat 128-bit dibandingkan IPv4 yang hanya 32 bit. Multicast pada IPv6 menjadi *scaleable* dengan adanya *scope field* dan menyediakan fitur Anycast.

2. Header Format yang lebih simple

Beberapa *field* dari Header IPv4 ditiadakan atau dibuat optional. Header IPv6 dua kali lebih besar dari IPv4, sedangkan IPv6 memiliki alamat yang empat kali lebih besar dari IPv4 yang dimana akan ditampilkan dalam bentuk datagram pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Perbandingan Datagram Header IPv4 dan IPv6[1]

Sedangkan pada Gambar 2.2a dan Gambar 2.2b dibawah ini akan ditampilkan perbedaan dalam hal format Header pada IPv6 dibanding dengan IPv4 dan akan dijelaskan bagian (*field*) mana yang tidak efisien sehingga perlu untuk dihilangkan. Akan tetapi tidak semua dari *field* tersebut dihilangkan. Beberapa *field* ada yang diganti atau ditambahkan yang disebut dengan *extension header*.

Ver.	header	TOS	Total length	
<i>Identification</i>			flag	Fragmentoffset
TTL	Protokol		Checksum	
<i>32 bit Source address</i>				
<i>32 bit Destination Address</i>				

Gambar 2.2a Format Header IPv4

Ver.	<i>TrafficClass</i>	Flow	
PayloadLength		Next	HopLimit
128 bit SourceAddress			
128 bit Destination Address			

Gambar 2.2b Format Header IPv6

Penjelasan dari bagian-bagian pada Struktur Header dari IPv6 diantaranya:

a. Version

Bagian *Version* dari Header IPv6 memiliki ukuran 4 bits yang berfungsi untuk mengindikasikan versi dari IP yang digunakan, yaitu versi 6

b. *Traffic Class*

Pada bagian *Traffic Class* memiliki ukuran sebesar 8 bits. *Traffic Class* merupakan pengganti dari Type of Service pada Header IPv4, dan berfungsi sebagai pendukung dari *Quality of Service* (QoS) dengan memberikan prioritas bagi paket-paket data untuk dikirimkan melalui router-router.

c. Flow Label

Flow Label memiliki ukuran 20 bits dimana merupakan bagian yang ditambahkan kedalam Header IPv6. Flow Label ini digunakan oleh pengirim paket untuk memberikan label-label pada sekumpulan paket data agar masuk ke dalam *flow* atau aliran data yang sama sehingga mendukung QoS pada Real Time Data.

d. Payload Length

Payload Length merupakan pengganti dari bagian Total Length dari Header IPv4. Payload Length ini memiliki ukuran sebesar 16 bits dan memiliki fungsi untuk mengidentifikasi panjang dari muatan pada IPv6 yang mana di dalamnya mengandung extension header serta Packet Data Units (PDU) lapisan atas.

e. Next Header

Next Header memiliki ukuran sebesar 8 bits yang mana merupakan pengganti dari bagian Protocol Type dari Header IPv4. Fungsi dari Next Header adalah mengidentifikasi protokol apa yang ada pada Header apakah TCP atau UDP.

f. Hop Limit

Hop Limit memiliki ukuran sebesar 8 bits yang mana merupakan pengganti dari bagian Time To Live (TTL) pada Header IPv4. Hop Limit berfungsi sebagai Life Time dari datagram. Pengirim akan memberikan nilai pada paket IPv6 dari 0-254. Setiap melewati *Node* nilai ini akan berkurang 1 dan jika mencapai nilai 0 maka datagram akan dibuang dengan tujuan mencegah terjadinya Routing Loop pada datagram tersebut.

g. Source Address

Source Address memiliki ukuran sebesar 128 bits dan berfungsi untuk mengidentifikasi alamat pengirim datagram.

h. Destination Address

Destination Address memiliki ukuran sebesar 128 bits berfungsi untuk mengidentifikasi alamat penerima datagram

Pada Gambar 2.2a (IPv4) dapat kita lihat bahwa blok yang berwarna abu-abu atau yang digelapkan, pada Gambar 2.2b (IPv6) ditiadakan karena dianggap tidak perlu. Sedangkan pada Gambar 2.2b bagian blok putih merupakan penambahan header baru yang disebut dengan *extension header*. Pada Gambar 2.2b ditunjukkan bahwa IPv6 memiliki version 4-bit dan *Traffic class* 8-bit juga memiliki Payload sepanjang 16-bit, IPv6 juga memiliki *Next Header* sebesar 8-bit yang merupakan *header* penambahan. Mengidentifikasi tipe header yang langsung mengikuti *header* IPv6. Menggunakan nilai yang sama seperti *field protokol* IPv4 dan memiliki *Hop Limit* dengan 8 bit *unsigned integer* lalu dikurangi dengan 1 oleh setiap *Node* yang meneruskan paket. Yang terakhir, pada Gambar 2.2b ditampilkan bahwa *Source* dan *destination address* masing-masing memiliki 128-bit.

3. Extension Header

Pada IPv6 memiliki penambahan Header yang dikenal dengan *extension header* dimana terletak ditengah-tengah daripada datagram yang memisahkan *header* dan data. Adapun fitur-fitur tambahan antara lain fragmentasi atau pembagian didalam *header* dan keamanan.[2]

4. Authentication dan Privacy

IPv6 juga mendukung fitur *authentication* dan *data integrity*, mendukung *Payload Encryption* serta *Header dan Payload Encryption*.

5. Auto-configuration

IPv6 melakukan *Self-configuration* untuk Local Link atau *Home Link*, dan *auto-configuration* untuk Site Link atau *Foreign Link*. IPv6 juga menyediakan fitur lain yaitu stateless yang digunakan untuk “Router Advertisement” dan stateful yang digunakan untuk “DHCPv6”.

6. Source Routing

Source Routing atau yang dikenal juga dengan *Support Source Demand Routing Protocol (SDRP)*. Pada SDRP ini, pengirim dapat memperinci paket-paket yang dikirim melewati sebuah rute dan memiliki kemampuan mengirim balik dengan menggunakan rute yang sama.

7. Quality of Service/Class of Service

Terdapat pemberian label pada *Traffic flow* dan tetap mendukung atau memiliki QoS seperti IPv4.

2.1.2 Pengalamatan pada IPv6

1. Format Alamat

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

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

Sebagai contoh, merubah alamat IPv6 dari biner ke hexa:

0010000111011010 0000000011010011 0000000000000000 0010111100111011
0000001010101010 0000000011111111 111111000101000 1001110001011010

Bilangan biner diatas dibagi menjadi 8 blok, lalu dikonversi ke hexa menjadi :

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

Alamat diatas dapat disederhanakan kembali dengan membuang angka “0” dan menyisakan 1 digit terakhir.

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

Konvensi pengalamatan IPv6 juga mengizinkan penyederhanaan alamat lebih jauh lagi, yakni dengan membuang banyak karakter 0, pada sebuah alamat yang banyak angka 0-nya.. Sebagai contoh:

alamat asli	alamat asli yang disederhanakan	alamat setelah dikompresi
FE80:0000:0000:0000:02AA:00FF:FE9A:4CA2	FE80:0:0:0:2AA:FF:FE9A:4CA2	FE80:2AA:FF:FE9A:4CA2
FF02:0000:0000:0000:0000:0000:0000	FF02:0:0:0:0:0:0:2	FF02:2

2. Format Prefix

IPv6 juga memiliki angka prefiks, tapi tidak digunakan untuk merujuk kepada subnet mask, karena memang IPv6 tidak mendukung subnet mask.

Prefiks adalah sebuah bagian dari alamat IP, di mana bit-bit memiliki nilai-nilai yang tetap atau bit-bit tersebut merupakan bagian dari sebuah rute atau subnet identifier. Prefiks dalam IPv6 direpresentasikan dengan cara yang sama seperti halnya prefiks alamat IPv4, yaitu [alamat]/[angka panjang prefiks]. Panjang prefiks menentukan jumlah bit terbesar paling kiri yang membuat prefiks subnet. Sebagai contoh, prefiks sebuah alamat IPv6 dapat direpresentasikan sebagai berikut:

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

2.1.3 Transisi pada IPv6

Untuk mengatasi kendala perbedaan antara IPv4 dan IPv6 serta menjamin terselenggaranya komunikasi antara pengguna IPv4 dan pengguna IPv6, maka dibuat suatu metode *Hosts – dual stack* yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 serta *Networks – Tunneling* pada hardware jaringan, misalnya router dan server yang ditampilkan pada Gambar 2.4.[4]



Gambar 2.3 Host Dual Stack IPv6 Transition[4]



Gambar 2.4 Network Tunneling IPv6 Transition[4]

Setiap *router* menerima suatu packet, maka *router* akan memilah *packet* tersebut untuk menentukan protokol yang digunakan, kemudian *router* tersebut akan meneruskan ke *layer* di atasnya.[4]

2.2 Mobile IPv6

Mobile IPv6 (MIPv6) adalah suatu kemampuan dari IPv6 dimana merupakan fitur yang mendukung pergerakan dari *Mobile Device*, dengan arti lain MIPv6 ini merupakan protocol yang mengizinkan *Mobile Node* untuk bergerak dari satu link ke link lainnya tanpa mengubah “*Home Address*”. *Mobile Node* diharapkan dapat terus berkomunikasi dengan *Node* lainnya setelah berpindah ke link yang baru.

Pada MIPv6 ini memiliki dua *address*, yaitu *Home Address* dan *Care-of-Address*. *Home Address* merupakan alamat yang digunakan untuk mengalamatkan sebuah perangkat ketika berada pada *Home Network* atau jaringan asal, sedangkan *Care-of-Address* adalah alamat yang diperoleh sebuah *Mobile Device* ketika berada di luar *Home Network* atau berada pada *Foreign Network*. Kedua alamat ini diatur oleh *Home Agent* dan *Foreign Agent* yang merupakan suatu perangkat yang membantu dalam memonitor dan memberikan alamat sekalipun berada pada jaringan lain(*Foreign Network*).

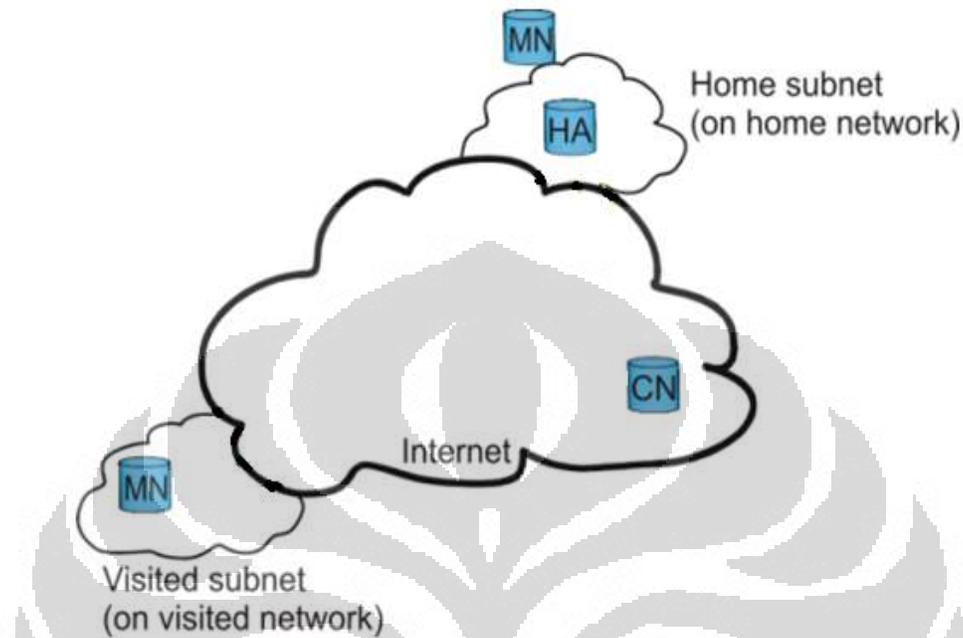
2.2.1 Tujuan dari MIPv6

Tujuan dari adanya *Mobile IPv6* antara lain:

1. Tetap tersambung pada IP walaupun device sudah berpindah posisi bahkan berpindah area.
2. Application continuity (*session persistence*)
3. Pengalamatan IP Static untuk *Mobile Nodes*
4. *Mobile Device* bisa berperan sebagai Server

2.2.2 Terminologi Mobile IPv6

Terminologi atau komponen-komponen dari *Mobile IPv6* dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.5 Terminologi *Mobile IPv6*[3]

a. *Home Network*

Home Network atau pada Gambar 2.5 ditulis sebagai *Home subnet*, merupakan *sub-network* dari *Home Agent*. *Home Network* ini mempunyai subnet prefiks Network yang dikirimkan oleh *Home Agent* melalui Router Advertisement. Untuk mendapatkan *Home Address*, *Mobile Node* menggunakan *Home subnet* Prefiks.

b. *Home Address*

Home Address merupakan static IP address dari *Home Network* ketika *Mobile Node* berada di *Home Network* itu sendiri. *Home Address* ini juga memiliki fungsi yang membuat proses antara *Mobile Node* dapat terus berlangsung tanpa tergantung pada lokasi *Mobile Node* tersebut.

c. *Mobile Node (MN)*

Mobile Node merupakan *Node* yang dapat berpindah-pindah (*Mobile*) koneksi dan dapat juga mengubah alamat IPv6

d. *Foreign Network*

Foreign Network atau pada Gambar 2.5 ditulis dengan *Visited Network*, merupakan jaringan asing atau jaringan lain yang bukan merupakan *Home Network* dari *Mobile Node*.

e. *Care of Address (CoA)*

Care-of-Address merupakan alamat yang digunakan *Mobile Node* ketika berada pada *Foreign Network*.

f. *Home Agent (HA)*

Home Agent merupakan Router pada *Home Network* yang berfungsi untuk menyimpan informasi *Mobile Node* yang berpindah dari *Home Network* ke *Foreign Network*. HA akan berfungsi sebagai Router yang bertugas untuk meneruskan paket yang dikirim ke MN apabila berada didalam *Home Link* (*Home Network*), dan akan bertugas melakukan proses Tunneling paket menuju ke MN pada *Foreign Link*.

g. *Correspondent Node (CN)*

Node yang diajak berkomunikasi dengan *Mobile Node* ketika berada *Home Link* atau *Foreign Link*

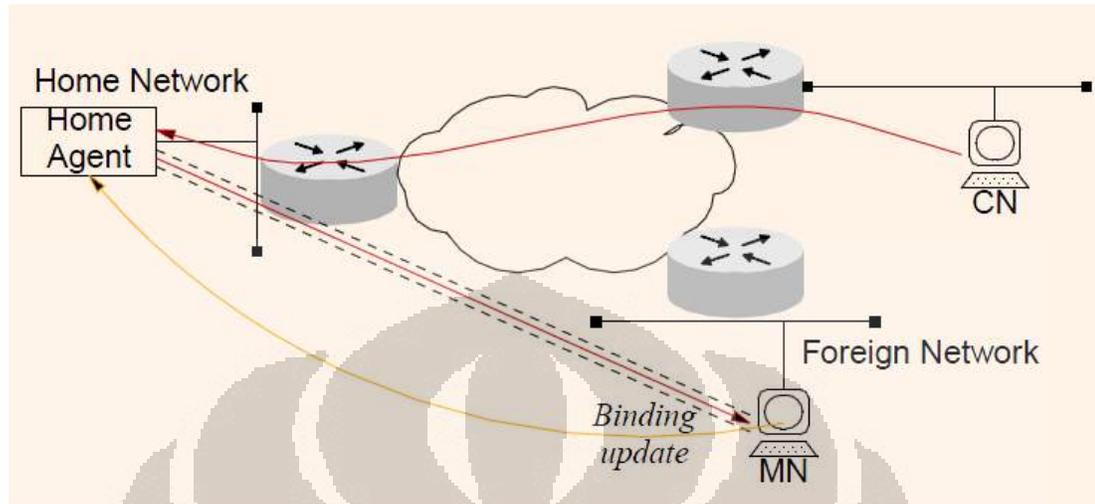
h. *Binding*

Menyambungnya *Home Address* dengan care of address dari *Mobile Node*

2.2.3 Mekanisme MIPv6

Ada 2 cara untuk melakukan komunikasi antara *Mobile Node* (MN) dan *Correspondent Node* (CN), yaitu:

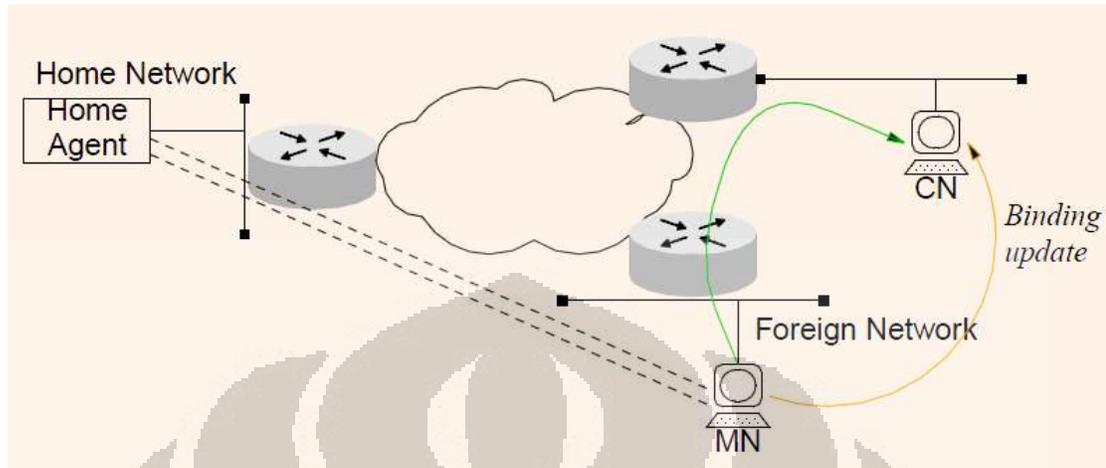
1. *Bidirectional Tunneling Mode*



Gambar 2.6 Proses *Bidirectional Tunneling*[5]

Pada Gambar 2.6 dijelaskan proses dari *Bidirectional Tunneling* bahwa MN berhubungan dengan *Foreign Network* untuk mendapatkan *Care of Address* (CoA). Lalu MN mengirimkan Binding Update yang ditunjukkan dengan garis berwarna kuning pada Gambar 2.4 ke *Home Agent* (HA). Binding Update ini diamankan oleh IPsec *Encapsulating Security Payload* (ESP) didalam Transport Mode. Lalu HA menggunakan *proxy neighbor discovery* untuk merepresentasikan MN pada *Home Network*[5]. Setelah itu paket yang diterima akan dikirimkan melalui sebuah Tunnel ke alamat Care-of-Address dari MN. Selanjutnya paket yang akan dikirim ke Correspondent *Node* dari MN juga akan melewati Tunnel ke HA dahulu. Untuk *Traffic* dari MN, digunakan tunnel yang sama dengan reverse mode. Pada mode ini, HA menggunakan *Proxy Neighbor Discovery* untuk menahan beberapa paket MIPv6 yang dialamatkan ke MN *Home Address* pada *Home Link*. Setiap paket yang ditahan disalurkan ke CoA. Penyaluran ini menggunakan enkapsulasi MIPv6.

2. Route Optimization



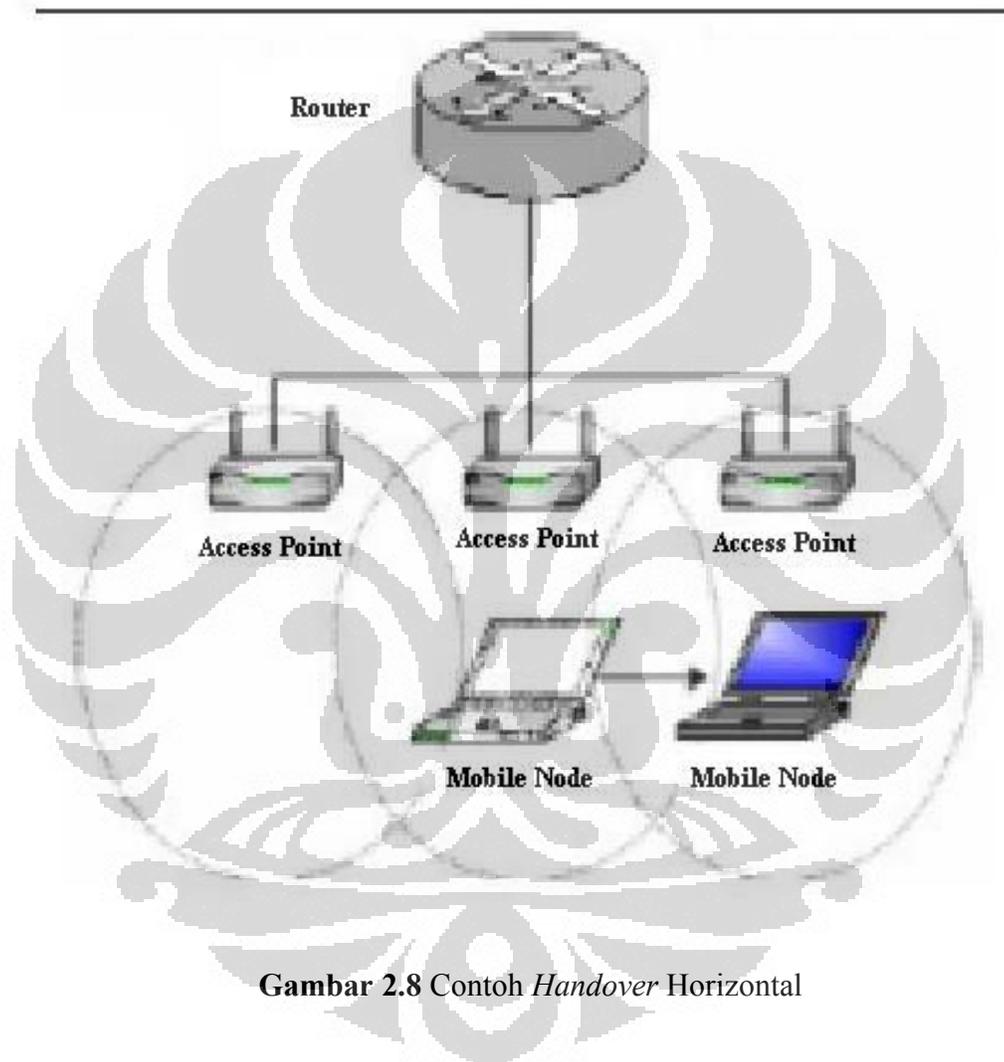
Gambar 2.7 Proses *Route Optimization*[5]

Route Optimization memerlukan dukungan MN untuk mendaftarkan bindingnya pada CN. MN mengirimkan Binding Update to CN yang ditunjukkan pada garis kuning pada Gambar 2.7, lalu MN mengirimkan *Traffic* ke CN yang ditunjukkan oleh garis hijau pada Gambar 2.7 dengan CoA sebagai *source address*[5]. Paket yang dikirimkan berisikan pilihan tujuan dari *Home Address* (HoA). Lalu CN mengganti *source address* dengan *Home Address* sebelum mengirimkan paket ke *upper layer protocol*. Untuk sebaliknya, CN mengirimkan *Traffic* ke MN dengan CoA sebagai *destination address*. Paket berisikan *special routing header* dengan HoA sebagai *second hop*. MN membuang *routing header* dan meneruskan paket ke *next hop* yang ditentukan oleh *routing header*. *Upper layer protocol* hanya mengetahui HoA saja. Akan tetapi binding updatenya harus aman atau *secured*.

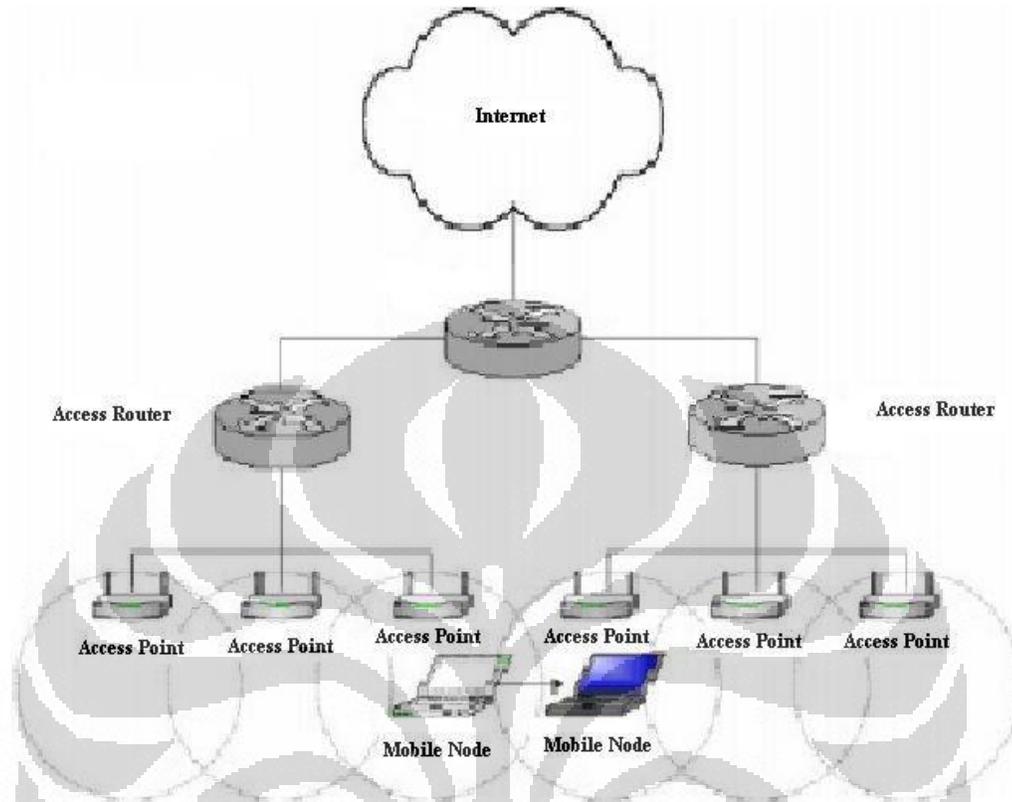
2.2.4 MIPv6 Handover

Proses *Handover* adalah proses dimana MN berpindah dari satu jaringan *Access Point* (*Home Network*) ke jaringan *Access Point* yang lain (*Foreign Network*). Pada *Handover*, hanya terjadi perubahan pada *data link layer* tanpa mengubah alamat IP. Proses ini disebut *horizontal Handover* yang ditunjukkan kepada Gambar 2.8.

Ketika MN berpindah *Access Point* yang dilayani oleh *IP Access Router* yang sama, dalam hal ini kedua *Access Point* berada pada *Extended Service Set (ESS)* yang sama. Apabila berpindah ESS yang berbeda, maka proses ini dinamakan *Handover Vertical* yang ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.8 Contoh *Handover* Horizontal



Gambar 2.9 Contoh *Handover Vertical*

2.2.4.1 Prosedur *Handover* pada MIPv6 sebagai berikut:

1. Movement detection

MN memiliki kemampuan untuk mendeteksi apakah dirinya masih berada di *Home Network* atau sudah berpindah ke *Foreign Network*. Untuk mengetahui apakah CAR (Current Access Router) masih terjangkau secara dua arah, MN melakukan NUD (Neighbour Unreachability Detection) secara berkala. Apabila CAR tidak terjangkau, maka MN akan mengirimkan router solicitation untuk mencari router yang baru.

2. Router Discovery

Pada proses router *discovery* terjadi ketika MN menerima *Router Advertisement* dari *access router* yang baru (NAR). MN akan mengirimkan *router solicitation* jika CAR tidak dapat dijangkau dan akan menerima *solicited advertisement* dari NAR yang dikirim secara periodik.

3. Konfigurasi CoA

MN mengkonfigurasi dirinya dengan alamat IPv6 pada jaringan baru, proses ini dinamakan CoA. Konfigurasi alamat IPv6 dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

a) Stateless Autoconfiguration Address

MN secara otomatis mengkonfigurasi alamat IP dengan menggabungkan prefiks NAR dengan alamat MAC NIC.

b) Stateful Configuration

Menggunakan DHCPv6 pada mekanismenya. DHCPv6 dapat mengontrol dan mendokumentasikan penggunaan alamat IPv6.

4. Duplicate Address Detection (DAD)

MN yang telah berpindah ke jaringan baru akan melakukan proses DAD untuk CoA yang didapatkan dari hasil konfigurasi stateless atau stateful. Hal ini dilakukan agar tidak ada alamat IPv6 yang sama pada jaringan (duplikasi alamat IPv6). Jika terdapat *Node* yang menggunakan alamat yang sama seperti CoA, akan terjadi dua hal yakni:

- *Node* duplikat tersebut akan mendapatkan pesan *neighbor solicitation* dan akan membalas dengan *neighbor advertisement* dan memberitahukan alamatnya pada MN.

- MN akan menerima *neighbor solicitation* dari *Node* duplikat yang juga melakukan proses DAD

DAD akan memberikan indikasi pada MN bahwa ada *Node* lain yang menggunakan alamat yang sama dengan CoA dan salah satu harus mengganti alamat IP-nya. Kemungkinan terjadinya duplikasi dengan menggunakan mekanisme *stateless* hampir tidak ada karena merupakan penggabungan antara prefiks jaringan dan alamat MAC yang memiliki sifat yang unik.

5. Otentikasi dan Otorisasi

MN yang telah berpindah jaringan harus melakukan proses Otentikasi dan Otorisasi supaya dapat mendapatkan akses ke jaringan yang baru. Pada proses Otentikasi dan Otorisasi terjadi interaksi yang melibatkan proses *encompass* dan *handshake* diantara MN, server lokal dan *home server* MN.

6. Registrasi CoA (Care-of-Address)

Setelah MN menerima CoA dan mendapatkann hak akses ke jaringan baru, MN menginformasikan kepada HA tentang lokasinya yang baru. Selama koneksi MN terputus dengan PAR (*previous access router*) sampai dengan MN menginformasikan lokasi barunya kepada HA, semua paket yang dikirimkan MN akan hilang dan tidak dapat mengirimkan paket ke CN manapun. HA mendaftarkan CoA-nya kepada HA dengan mengirimkan *Binding Update*. HA akan membalasnya dengan mengirimkan *binding acknowledgement*. Kini HA telah dapat men-tunnel paket yang ditujukan ke *Home Address* MN ke lokasi barunya (alamat CoA baru).

7. Binding Update

MN menginformasikan kepada semua CN tentang lokasi baru MN dan keterjangkauan MN melalui alamat CoA yang baru. Hal ini dilakukan dengan cara mengirimkan BU kepada semua.

2.2.5 Parameter QoS

Parameter-parameter QoS dari *Mobile IPv6* akan dijelaskan sebagai berikut:

1. *Packet Loss*

Paket loss adalah hilangnya data yang diterima yang disebabkan oleh beberapa factor, yaitu penurunan sinyal dalam media jaringan, melebihi batas saturasi jaringan, paket yang *corrupt*, kesalahan pada perangkat keras pada jaringan, *Delay* yang terlalu besar, dan lain-lain. Rumus *Packet Loss* adalah dengan mengurangi jumlah paket yang dikirim dengan paket yang diterima, lalu dibagi dengan jumlah paket yang dikirim dan dikalikan dengan 100% agar mendapatkannya dalam bentuk persentase.

2. *Delay*

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan sebuah paket untuk mencapai tujuan yang mengalami antrian yang panjang. *Delay* dapat dicari dengan membagi antara paket awal dan paket terakhir dengan jumlah paket.

3. *Throughput*

Throughput adalah kemampuan sebenarnya dari suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya *Throughput* ini dikaitkan dengan *bandwidth*. *Throughput* bersifat dinamis, tergantung dari kondisi dari trafik yang sedang terjadi.

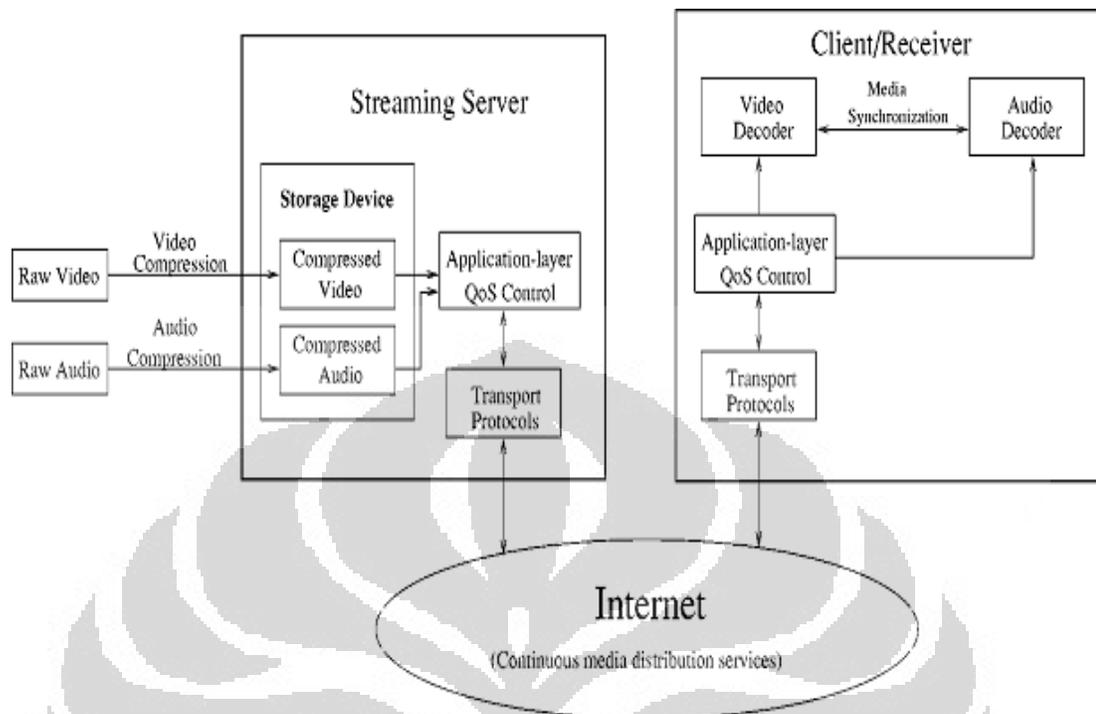
Throughput dapat dicari dengan membagikan jumlah data yang dikirim dengan waktu pengiriman data. Satuan *Throughput* adalah byte/s.

2.3 *Video Streaming*

Dengan keunggulan-keunggulan dari *Mobile IPv6* dapat meningkatkan kinerja pada Multimedia. Salah satunya pada aplikasi *Video Streaming*. Metode *Streaming* merupakan metode pengiriman video dan audio melalui internet dari server ke client. Faktor yang mempengaruhi pada *Streaming* adalah *bandwidth*. Ketidak-cukupan *bandwidth* dapat mempengaruhi *Delay* dalam proses pengiriman.

Streaming adalah sebuah teknologi untuk memanipulasi file video atau audio secara langsung ataupun dengan pre-recorder dari sebuah mesin server (web server)[9]. Dengan kata lain, file video ataupun audio yang terletak dalam sebuah server dapat secara langsung dijalankan sesaat setelah ada permintaan dari user, sehingga proses running aplikasi yang didownload berupa waktu yang lama dapat dihindari tanpa harus melakukan proses penyimpanan terlebih dahulu. Saat file video atau audio di stream, akan berbentuk sebuah buffer di komputer client, dan data video - audio tersebut akan mulai di download ke dalam buffer yang telah terbentuk pada mesin client. Dalam waktu sepersekian detik, buffer telah terisi penuh dan secara otomatis file video audio dijalankan oleh sistem. Sistem akan membaca informasi dari buffer dan tetap melakukan proses download file, sehingga proses *Streaming* tetap berlangsung.

Pada proses *Video Streaming* yang harus diperhatikan adalah kompresi, *continuous media distribution services*, *QoS*, *Streaming Server*, mekanisme sinkronisasi, dan *protocol* untuk media *Streaming*.



Gambar 2.10 Arsitektur *Video Streaming*[6]

Gambar 2.10 diatas menjelaskan tentang proses dari *Video Streaming*. Proses dimulai ketika data raw video dan audio dikompresi lalu disimpan di storage device dari server. Setelah mendapat *request*, maka akan dilakukan proses *Streaming* dengan menggunakan modul *application-layer QoS Control*. *QoS Control* melakukan sinkronisasi *bit-stream data* ke dalam status jaringan dan persyaratan dari *QoS*. Setelah itu paket dikirim oleh *transport protocol* ke dalam jaringan setelah mengalami proses sinkronisasi. Setelah paket diterima, maka paket akan diproses oleh *transport layer* dan *application layer protocol* lalu akan di *decode* oleh *decoder*.

2.3.1 Parameter-parameter Aplikasi *Video Streaming*

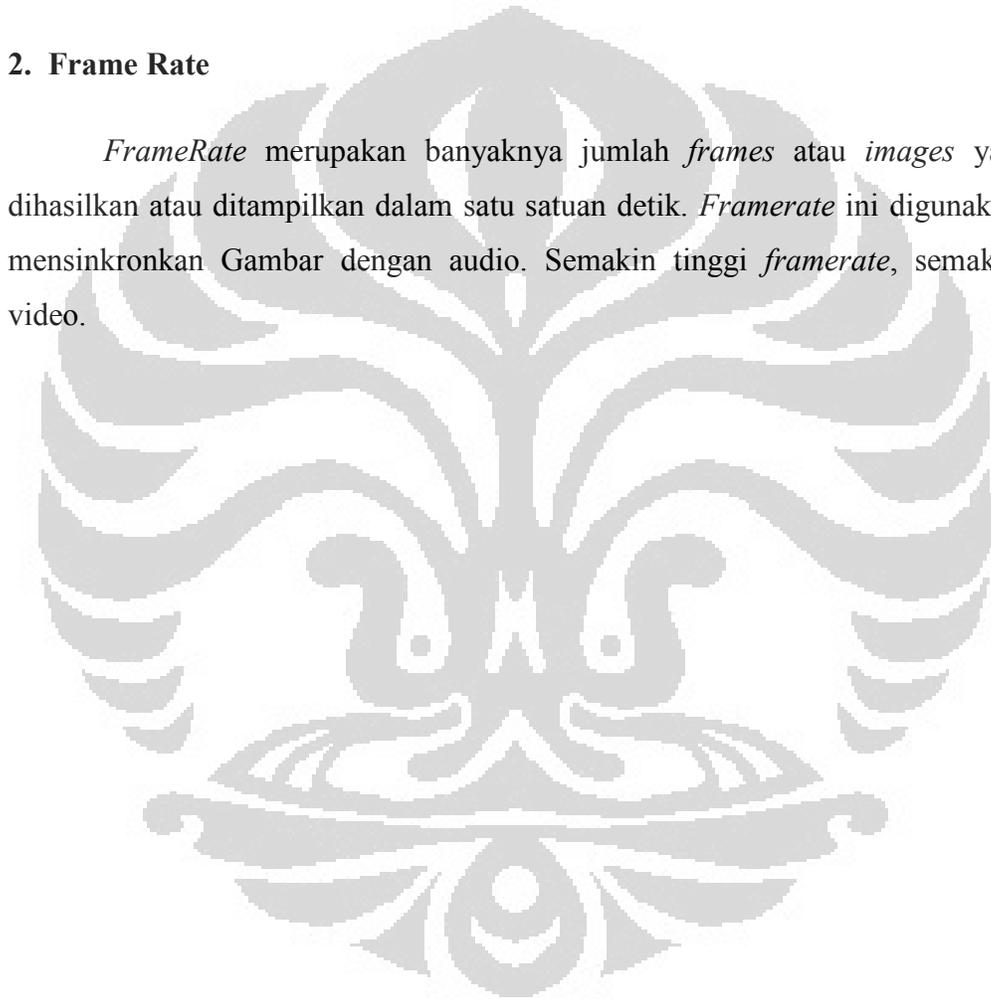
Parameter-parameter yang terdapat pada aplikasi *Video Streaming* adalah sebagai berikut:

1. Bit Rate

Bit rate (kb/s) merupakan jumlah informasi yang tersimpan per-unit waktu dalam suatu rekaman file. *Bit rate* tergantung pada frekuensi sampel, jenis *encoding*, dan lain-lain.

2. Frame Rate

FrameRate merupakan banyaknya jumlah *frames* atau *images* yang bisa dihasilkan atau ditampilkan dalam satu satuan detik. *Framerate* ini digunakan untuk mensinkronkan Gambar dengan audio. Semakin tinggi *framerate*, semakin halus video.



BAB III

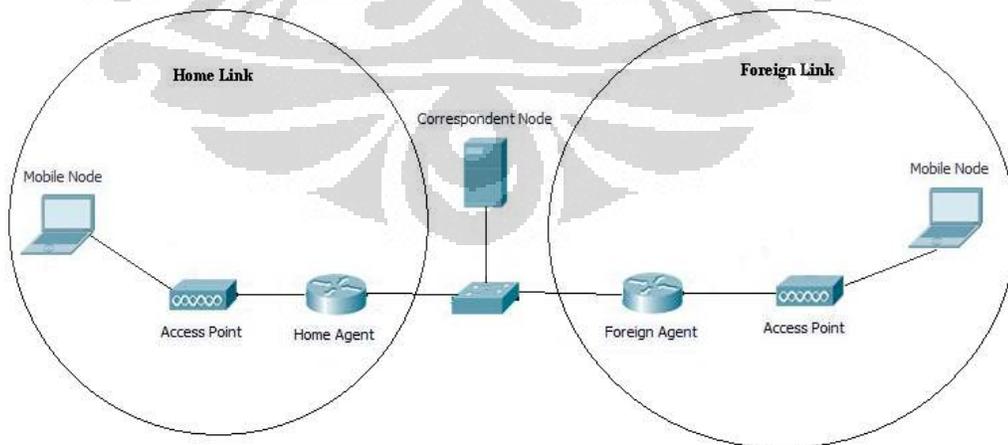
KONFIGURASI DAN IMPLEMENTASI JARINGAN *MOBILE* IPV6 UNTUK APLIKASI *VIDEO STREAMING*

3.1 Topologi Jaringan

Perancangan jaringan merupakan jaringan *Vertical Mobile* IPv6 yang terdiri dari 2 Personal Computer(PC), 4 *Access Point*, 2 Router sebagaimana memiliki fungsi:

- 1 PC, berfungsi sebagai *Home Agent*
- 1 PC, berfungsi sebagai *Foreign Router*
- 1 Laptop, berfungsi sebagai *Mobile Node*
- 1 Laptop, berfungsi sebagai *Correspondent Node* diantara *Home Agent* dan *Foreign Router* yang dihubungi melalui switch
- 1 *Access Point* terhubung ke *Home Agent*
- 1 *Access Point* terhubung ke *Foreign Router*.

Sistem operasi yang akan digunakan adalah Linux Ubuntu. *Mobile Node* akan berada pada jaringan yang sama namun berbeda *Access Point*. Topologi jaringan yang akan diimplementasikan dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Topologi Jaringan *Vertical Mobile* IPv6

3.2 Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem yang digunakan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut:

1. Home Router

Merupakan PC router dengan prosesor Intel® Dual-Core™ CPU E6300 2.80GHz, memori 2 GB, dan harddisk HDT72103 320 GB

2. Foreign Router

Merupakan PC router juga dengan prosesor Intel® Dual-Core™ CPU E6300 2.80GHz, memori 2 GB, dan harddisk HDT72103 320 GB

3. Mobile Node

Mobile Node menggunakan laptop dimana laptop tersebut akan berpindah *Access Point* antara *Home Network* dan *Foreign Network* dengan spesifikasi processor ® Core™ 2 Duo CPU T8100 2.1 GHz, memori 2 GB, dan Harddisk FUJITSU MHY2250BH 250 GB.

4. Correspondent Node

Correspondent Node juga menggunakan laptop yang berhubungan dengan *Mobile Node* dengan spesifikasi processor Intel® Core™ i7-740QM Processor 1.73 GHz, memori 4 GB, dan Harddisk 500 GB

5. Access Point

Access Point disini berfungsi sebagai penghubung router dengan *Mobile Node* dan *Correspondent Node*. Adapun spesifikasi dari *Access Point* ini adalah dengan tipe TP-LINK TL-SF1005D dan memiliki 5-ports 10/100/Mbps

6. Sistem Operasi Linux Ubuntu 10.04 LTS (Lucid Lynx)

Sistem operasi yang mendukung *Mobile IPv6*

7. UMIP (Linux *Mobile IPv6* Daemon) versi 0.4

Merupakan perangkat lunak yang dapat membuat jaringan atau lingkungan *Mobile IPv6*. UMIP yang juga dikenal dengan *mip6d*, dapat membuat konfigurasi *Home Agent*, *Correspondent Node*, maupun *Mobile Node*. Perangkat lunak ini juga dapat mengatur penggunaan dari *Bidirectional Tunneling* atau *Route Optimization* yang akan dibandingkan nanti.

8. RADVD (Router Advertisement Daemon) versi 1.3

RADVD adalah perangkat lunak yang digunakan pada *Home* dan *Foreign Router*. Perangkat lunak ini berfungsi untuk melakukan pengiriman pesan router advertisement sehingga dapat memberikan alamat pada *Mobile Node* ketika *Mobile Node* mengirim permintaan Router Solicitation pada *Home* dan *Foreign Router*.

9. Wireshark 1.2.7

Wireshark merupakan sebuah perangkat lunak yang berfungsi untuk memantau dan menangkap data-data atau paket-paket didalam jaringan yang nantinya akan dianalisa

10. *Traffic* Generator

Traffic Generator merupakan sebuah perangkat lunak yang memiliki fungsi untuk memberikan *Traffic* pada jaringan.

11. VLC Media Player

VLC merupakan sebuah perangkat lunak media player yang gratis dan memiliki kemampuan untuk membuka dan memainkan berbagai jenis format file video dan audio. VLC ini juga memiliki kemampuan untuk *Streaming* pada jaringan IPv6.

3.3 Pembuatan Sistem

Setelah penyusunan jaringan sesuai dengan topologi, sistem dan *Node* harus diatur sebagaimana rupa untuk mendukung *Mobile IPv6*. Dalam membuat system ini, akan dilakukan juga dalam 3 tahapan, yaitu mempersiapkan kernel dengan

mengupdatenya dengan fitur *Mobile* IPv6 dan perangkat lunak yang sudah disebutkan diatas di tiap-tiap *Node* agar dapat berkomunikasi di dalam jaringan yang sudah dibuat dan tidak ketinggalan harus dilakukan konfigurasi alamat IPv6. Pada pembuatan sistem ini akan dijelaskan kedalam beberapa tahap agar dapat memudahkan pembaca dalam melakukan pengukuran nantinya. Tahapan-tahapan pembuatan sistem adalah sebagai berikut:

3.3.1. Persiapan Kernel

Pada mulanya, kernel yang sudah ada pada system operasi Ubuntu 10.04 belum mendukung Mobil IPv6. Untuk itu diperlukannya kernel baru dengan menyusun ulang dengan menambahkan source code-nya. Source code ini diunduh dari kaming.ui.ac.id atau dari kernel.org. Source code saya diunduh dari <http://kaming.ui.ac.id/linux/v2.6/longterm/v2.6.32/linux-2.6.32.32.tar.bz2>. File ini setelah diunduh harus segera diletakkan di direktori/urs/src. Adapun perintah untuk melakukan pengunduhan file tersebut sudah terlampir pada lampiran 1 nomor 1.

Setelah proses pengunduhan, source code tersebut juga perlu dibuatkan link simbolik dalam direktori/urs/src/linux dengan syarat pemasangan perangkat-perangkat lunak yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 dibawah ini:

• GnuC	2.95.3
• Gnumake	3.78
• binutils	2.12
• util-linux	2.10o
• module-init-tools	0.9.10
• e2fsprogs	1.29
• jfsutils	1.1.3
• reiserfsprogs	3.6.3
• xfsprogs	2.1.0
• pcmcia-cs	3.1.21
• quota-tools	3.09
• PPP	2.4.0
• isdn4k-utils	3.1pre1
• nfs-utils	1.0.5
• procps	3.1.13
• oprofile	0.5.3

Gambar 3.2 Perangkat Lunak Pada Kernel

Setelah itu lanjut ke pemasangan link simbolik dengan perintah yang sudah dilampirkan pada lampiran 1 nomor 3.

Selanjutnya diperlukan untuk mengaktifkan *Mobile IPv6* pada kernel. Untuk mengaktifkan *Mobile IPv6* pada kernel, diperlukan konfigurasi dengan beberapa langkah tertentu. Akan tetapi, dalam kasus dari kernel ini diperlukan hanya menggunakan konfigurasi kernel lama dan hanya mengatur opsi-opsi *Mobile* yang dibutuhkan saja. Dengan perintah yang sudah dilampirkan pada lampiran 1 nomor 4.

Sedangkan opsi-opsi yang harus dinyalakan pada kernel untuk mendukung fitur *Mobile IPv6* dapat dilihat pada lampiran 1 nomor 5.

Pemeriksaan kembali pada konfigurasi boot loader pada grub sangatlah penting untuk memastikan kembali bahwa kernel yang baru sudah siap digunakan.

3.3.2. Instalasi Perangkat Lunak (UMIP Linux *Mobile IPv6* Daemon dan RADVD)

Instalasi perangkat lunak UMIP dilakukan pertama-tama dengan menyusun source codenya terlebih dahulu. System juga harus dipastikan sudah memiliki paket-paket pendukung untuk dapat menggunakan UMIP. Paket-paket tersebut antara lain autoconf, automake, bison, flex, libssl-de, indent, ipsec-tools, dan RADVD. RADVD ini adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan pada Home Router dan *Foreign Router* untuk menyebar router advertisement. Perintah untuk instalasi paket-paket diatas terlampir pada lampiran 1 nomor 6. Terakhir, UMIP harus disusun dengan perintah pada lampiran 1 nomor 7.

3.3.3. Instalasi VLC Player

VLC Player merupakan software yang dibutuhkan oleh Server dan Client untuk melakukan proses *Streaming* video. VLC Player harus di-*install* di dua tempat yaitu pada Server dan pada Client

3.3.4. Konfigurasi *Node*

Adapun *Node-Node* yang akan dikonfigurasi adalah *Home Agent*, *Foreign Router*, *Correspondent Node*, dan *Mobile Node*. Konfigurasi masing-masingnya adalah sebagai berikut:

1. *Home Agent*

Pada *Home Agent* terdapat dua interface, yang pertama adalah eth0 yang sebagaimana terhubung dengan *Foreign Router* dan *correspondent Node* melalui switch. Alamat eth0 adalah 2001:db8:ffff:100b::1/64. Interface yang kedua adalah eth1 yang terhubung dengan *Home Link*. Alamatnya adalah 2001:db8:ffff:100a::2/64

Home Agent merupakan sebuah Router, oleh sebab itu perlu ditambahkan static routing untuk memungkinkan akses dari *Home Link* ke *Foreign Link* dengan perintah yang terlampir pada lampiran 1 nomor 9.

Selain itu, fungsi-fungsi dari home yang lain perlu untuk diaktifkan seperti yang akan ditampilkan oleh Gambar 3.3 dibawah ini:

```
# echo 1 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding
# echo 0 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/autoconf
# echo 0 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/accept_ra
# echo 0 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/accept_redirects
```

Gambar 3.3 Fungsi Pada *Home Agent*

Agar jaringan mendukung *Mobile IPv6* digunakan perangkat lunak bernama UMIP Linux *Mobile IPv6 Daemon*. Konfigurasinya terdapat pada file mop6d.conf dalam direktori/usr/local/etc. Konfigurasi dari mip6d.conf untuk *Home Agent* terlampir pada lampiran 1 nomor 10.

Untuk menjalankan RADVD pada *Home Agent* juga dibutuhkan file konfigurasi radvd.conf yang terletak dalam direktori/etc. Konfigurasinya juga terlampir pada lampiran 1.

2. Foreign Router

Pada *Foreign Router* terdapat juga 2 *interface*, yang pertama adlah eth0 yang terhubung dengan *Home Agent* dan *Correspondent Node* melalui switch dengan alamat 2001:db8:ffff:100b::2/64. *Interface* yang kedua adalah eth1 yang terhubung dengan *Foreign Link* dengan alamat 2001:db8:ffff:100c::2/64.

Sama seperti *Home Agent*, *Foreign Router* juga perlu ditambahkan Static Routing untuk memungkinkan akses dari *Foreign Link* ke *Home Link*. Fungsi lain dari *Foreign Router* yang perlu diaktifkan adalah dengan perintah yang ditampilkan pada Gambar 3.4 dibawah ini:

```
# echo 1 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding
# echo 0 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/autoconf
# echo 0 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/accept_ra
# echo 0 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/accept_redirects
```

Gambar 3.4 Fungsi Pada *Foreign Router*

Untuk *Foreign Router* tidak dibutuhkan konfigurasi *mip6d.conf* karena diasumsikan bahwa *Foreign Router* adalah sebuah *Node* yang berada diluar *Home Link*.

Foreign Router harus menjalankan RADVD dengan file *radvd.conf* dengan konfigurasi sebagai berikut:

3. Correspondent Node

Untuk *Correspondent Node* hanya memiliki satu *interface* yaitu eth0 yang terhubung dengan *Home Agent* dan *Foreign Router* melalui switch. Alamat dari eth0 adalah 2001:db8:ffff:100b::3/64. Pada *Correspondent Node* juga perlu ditambahkan Static Routing untuk memungkinkan akses ke *Foreign Link* dan ke *Home Link*.

Correspondent Node juga harus menjalankan UMIP Linux *Mobile IPv6 Daemon*.

4. *Mobile Node*

Untuk konfigurasi dari *Mobile Node* tidak dilakukan secara manual seperti *Node* lainnya melainkan dengan file konfigurasi `mip6d.conf`.

Fungsi lain yang perlu diatur dari *Mobile Node* seperti yang akan ditampilkan pada Gambar 3.5 dibawah ini:

```
# echo 0 > /proc/sys/net/ipv6/conf/wlan0/forwarding
# echo 0 > /proc/sys/net/ipv6/conf/wlan0/autoconf
# echo 1 > /proc/sys/net/ipv6/conf/wlan0/accept_ra
# echo 1 > /proc/sys/net/ipv6/conf/wlan0/accept_redirects
```

Gambar 3.5 Fungsi Pada *Mobile Node*

3.3.5. Rekayasa *Traffic* dengan MGEN

Multi-Generator (MGEN) merupakan perangkat lunak Open Source yang dapat membuat sebuah pola trafik seperti trafik dari jaringan asli dengan memberikan beban dengan cara yang bervariasi. Untuk menggunakan MGEN diperlukan seperti HOST yang berperan sebagai server dan client. Server akan mengirim paket-paket yang dibangkitkan, sedangkan client akan mendengar permintaan koneksi dan meresponnya serta menerima paket-paket tersebut. MGEN hanya dapat berjalan di sistem operasi berbasis UNIX seperti LINUX. Trafik yang sudah dibuat juga dapat dicatat di Data Log dimana dapat digunakan nantinya untuk melihat statistik dari performa jaringan. Parameter seperti *Packet Loss*, *Through Put*, *Delay*, dan lain sebagainya dapat dilihat di dalam Data Log.

Untuk menjalankan MGEN, perintah yang digunakan:

```
#mgen [ipv6][input <scriptFile>][output <logFile>]
```

Lalu perintah yang dimasukan pada command line terdapat pada lampiran. Ipv6 pada perintah menunjukan bahwa protokol yang digunakan adalah IPv6. Input<scriptFile> menunjukan script file yang berisi perintah-perintah untuk

membangkitkan trafik yang harus dijalankan oleh MGEN dengan mengganti scriptFile dengan firektori tempat menyimpan script file yang diinginkan. Output<logFile> disini menunjukkan MGEN harus mencatat seluruh perintah-perintah yang dijalankan dalam sebuah log file. Kata logFile diganti dengan direktori penyimpanan dan nama log file.

MGEN akan dijalankan pada *Home Agent*, *Correspondent Node*, dan *Foreign Router*. Isi script file dari *Node-Node* diatas akan ditampilkan pada Gambar 3.5 dibawah ini sebagai berikut:

```

• Correspondent Node

0.0 LISTEN TCP 8000
0.0 LISTEN UDP 5002

• Home Agent

0.0 LISTEN UDP 5000
0.0 ON 1 UDP SRC 5001 DST 2001:db8:ffff:100b::2/5001 PERIODIC
[32 8192]
10.0 ON 2 TCP DST 2001:db8:ffff:100b::3/8000 PERIODIC [1
5242880]

• Foreign Router

0.0 LISTEN UDP 5001
0.0 ON 1 UDP SRC 5002 DST 2001:db8:ffff:100b::3/5002 PERIODIC
[32 8192]
0.0 ON 2 UDP SRC 5000 DST 2001:bd8:ffff:100b::1/5000 PERIODIC
[32 8192]

```

Gambar 3.6 Script File Node

Correspondent Node dirancang untuk menerima kiriman pesan UDP di port 5002 dari *Foreign Router* dan mendengarkan permintaan sambungan dan kiriman pesan TCP di port 8000 dari *Home Agent*. *Foreign Router* mengirimkan paket UDP secara periodik sebanyak 32 pesan per detik dengan ukuran 8192 byte dan *Home*

Agent mengirimkan pesan TCP secara periodic sebanyak 1 pesan per detik dengan ukuran 5242880 byte.

Home Agent dan *Foreign Router* saling bertukar pesan UDP. *Home* mengirimkan pesan UDP dari port 5001 sebanyak 32 pesan per detik dengan ukuran 8192 byte ke port 5001 *Foreign Router*. Lalu sebaliknya, *Foreign Router* juga mengirimkan pesan UDP dari port 5000 sebanyak 32 pesan per detik dengan ukuran 8192 byte ke port 5000 *Home Agent*.

3.4 Skenario Pelaksanaan

Untuk mengukur parameter-parameter dari QoS pada jaringan *Mobile IPv6* ini dibutuhkan skenario. Parameter-parameter QoS yang akan diukur dalam jaringan ini adalah *Packet Loss*, *Throughput*, dan *Delay*.

Video yang dipakai merupakan 2 video berdurasi 1 menit yang sama tetapi memiliki ekstensi yang berbeda. Satu video dengan format .FLV, dan satunya lagi video yang sama dengan format .MP4. Video dengan format .FLV memiliki ukuran sebesar 5 MB, dan video dengan format .MP4 memiliki ukuran sebesar 6 MB. Perbedaan ukuran ini disebabkan karena format yang berbeda. Video dengan format .FLV memiliki kualitas Gambar yang tidak sebagus dari video dengan format .MP4. kualitas video tersebut bisa dilihat dari ketajaman Gambar, resolusi, dan suara(audio) dari video tersebut. Pemilihan dari 2 video yang berisi sama akan tetapi berbeda format ini dilakukan untuk mendapatkan data yang bervariasi.

Pengambilan dilakukan 10 kali untuk setiap format dengan menggunakan VLC player untuk proses dari *Streaming* dan wireshark untuk menangkap paket-paket data dari proses *Streaming* tersebut. Pengukuran dan skenario yang akan dijelaskan dibawah ini. Skenario pengukuran yang direncanakan dalam jaringan ini sebanyak empat skenario yaitu sebagai berikut:

1. Skenario I

Pada skenario 1 ini, *Mobile Node* berada dalam *Home Network* dan terhubung dengan *Access Point* yang terletak pada *Home Network*, kemudian *Mobile Node* tersebut melakukan *Streaming video* yang tersimpan di dalam *correspondent Node*. Skenario pertama menggunakan proses *Bidirectional Tunneling*.

2. Skenario II

Mobile Node tetap terhubung dengan *Access Point* yang berada pada *Foreign Network* dengan sebelumnya, kemudian melakukan akses terhadap *server* yang berada di dalam *correspondent Node*. Skenario kedua menggunakan proses *Bidirectional Tunneling*.

3. Skenario III

Mobile Node berada dalam *Home Network* dan terhubung dengan *Access Point* yang sama, kemudian *Mobile Node* tersebut melakukan *Streaming video* yang tersimpan di dalam *correspondent Node*. Skenario ketiga menggunakan proses *Route Optimization*.

4. Skenario IV

Mobile Node tetap berada dalam *Home Network* tetapi terhubung dengan *Access Point* yang berbeda dengan sebelumnya, kemudian melakukan akses terhadap *server* yang berada di dalam *Correspondent Node*. Skenario keempat menggunakan proses *Route Optimization*.

Saat melakukan pengukuran, jaringan perlu dikondisikan sedemikian rupa menyerupai jaringan IPv6 asli dengan *Traffic* yang menyerupai keadaan sebenarnya. Untuk mendapatkan jaringan IPv6 yang menyerupai asli, digunakan perangkat lunak MGEN. *Traffic* ini dijalankan diantara *Home Agent*, *Foreign Router*, dan *Correspondent Node* sehingga akan muncul suatu penghambat pada ketiganya.

BAB IV

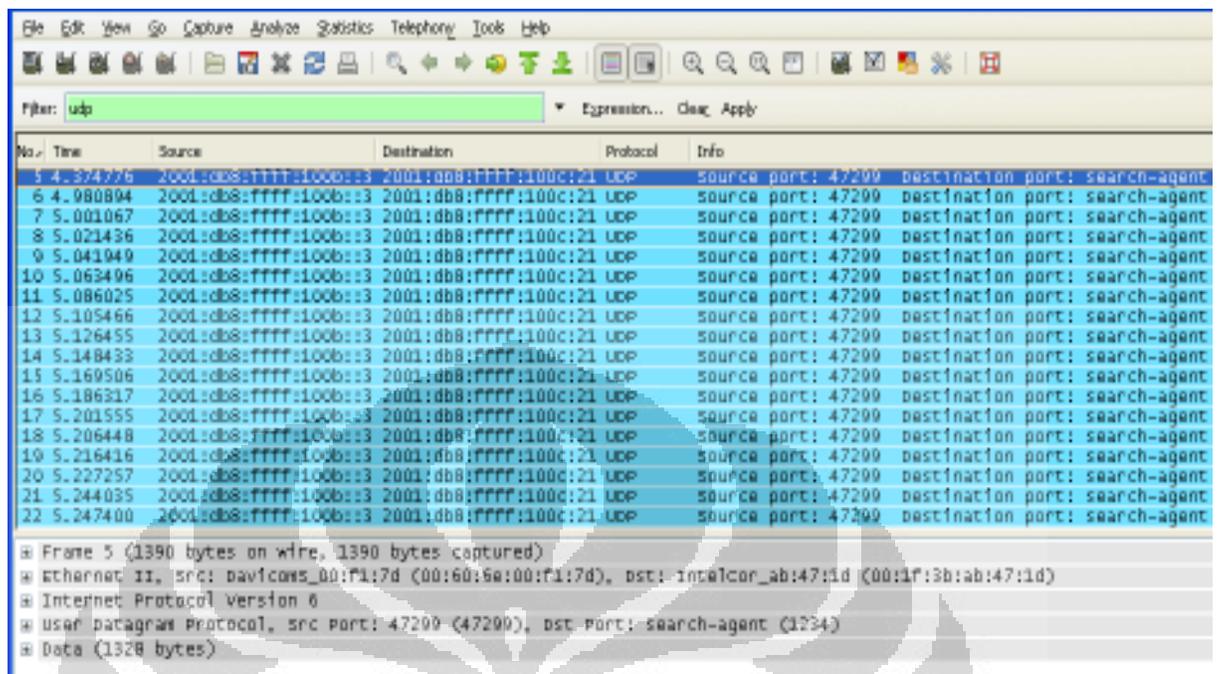
PENGUJIAN DAN ANALISA JARINGAN *MOBILE* IPV6 PADA APLIKASI *VIDEO STREAMING*

4.1 Pengujian dan Pengukuran QoS

Pengukuran QoS pada jaringan *Vertical Mobile* IPv6 ini dilakukan dengan menggunakan 4 skenario, 2 skenario melakukan suatu proses *Streaming* dengan menggunakan *Bidirectional Tunneling* dan 2 skenario lainnya melakukan proses *Video Streaming* dengan menggunakan *Route Optimization*.

Proses *Video Streaming* ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi VLC Player. VLC Player memiliki kemampuan untuk sebagai server untuk melakukan *Streaming*. VLC akan dijalankan di Server dan akan melakukan *Streaming* video ke VLC yang ada di Client melakukan 4 skenario yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pada setiap skenario akan dilakukan 10 kali pengambilan data, sehingga akan didapat sebanyak 80 data yang akan dianalisis pada bab ini.

Untuk videonya, akan digunakan 2 video yang sama akan tetapi memiliki format(ekstensi) yang berbeda. Video pertama memakai format .FLV dan video yang kedua memakai format .MP4. Video memiliki durasi 1 menit ini akan dijalankan di VLC dan akan ditangkap proses *Streaming*nya dengan menggunakan perangkat lunak wireshark. Untuk *Video Streaming*, paket yang akan muncul pada wireshark adalah paket-paket User Datagram Protocol (UDP). *Video Streaming* berupa paket UDP karena untuk aplikasi *Video Streaming* ini bersifat *connectionless* dimana proses yang terjadi merupakan proses pengiriman secara langsung tanpa menghendaki pengiriman ulang atau sering dikenal dengan aplikasi *Real-time* tipe. Untuk itu digunakan filter UDP pada wireshark untuk mempermudah dalam mengamati data yang sudah didapat.

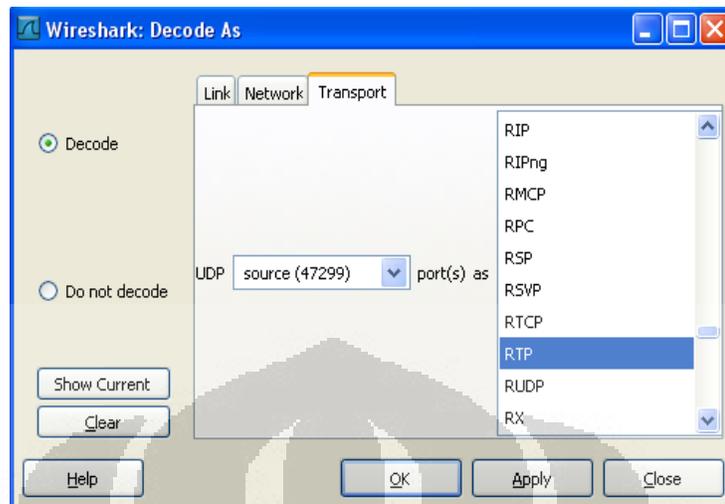


No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
5	4.374776	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
6	4.980894	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
7	5.001067	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
8	5.021436	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
9	5.041949	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
10	5.063496	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
11	5.086025	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
12	5.105466	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
13	5.126455	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
14	5.148433	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
15	5.169506	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
16	5.186317	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
17	5.201555	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
18	5.206448	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
19	5.216416	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
20	5.227257	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
21	5.244035	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent
22	5.247400	2001:db8:ffff:100b::3	2001:db8:ffff:100c:21	UDP	source port: 47209 destination port: search-agent

Frame 5 (1390 bytes on wire (1390 bytes captured)
 # Ethernet II, Src: davicom00:f1:7d (00:60:5e:00:f1:7d), Dst: intelcor_ab:47:1d (00:1f:3b:ab:47:1d)
 # Internet Protocol Version 6
 # User Datagram Protocol, Src Port: 47209 (47209), Dst Port: search-agent (1234)
 # Data (1328 bytes)

Gambar 4.1 Hasil Capture *Video Streaming* (UDP)

Pada Gambar 4.1 ini menampilkan hasil penangkapan dari proses *Video Streaming* berdurasi 1 menit dengan menggunakan video dengan format .FLV pada *Foreign Network*. Proses penangkapan paket dengan menggunakan wireshark dan sudah dilakukan penyaringan khusus untuk menampilkan paket UDP saja. Akan tetapi tampilan dengan filter UDP saja seperti ini tidak bisa mendapatkan atau melihat *Packet Loss*-nya dan beberapa parameter-parameter khusus lainnya. Untuk itu harus dilakukan suatu proses pada wireshark yang disebut dengan *decode* yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 dibawah ini. Pada Gambar 4.2 ini data wireshark harus *didecode* menjadi RTP untuk melihat dan menganalisa RTP Stream yang ditangkap.



Gambar 4.2 Wireshark Decode As

Lalu akan dilakukan proses *decode* paket tersebut menjadi paket Real-time Transport Protocol (RTP) dan akan dilakukan analisa untuk RTP Stream pada wireshark sehingga akan kelihatan berapa banyak dan dalam bentuk persentase dari parameter *Packet Loss*-nya. Setelah itu maka akan tampil seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.3 dibawah ini.

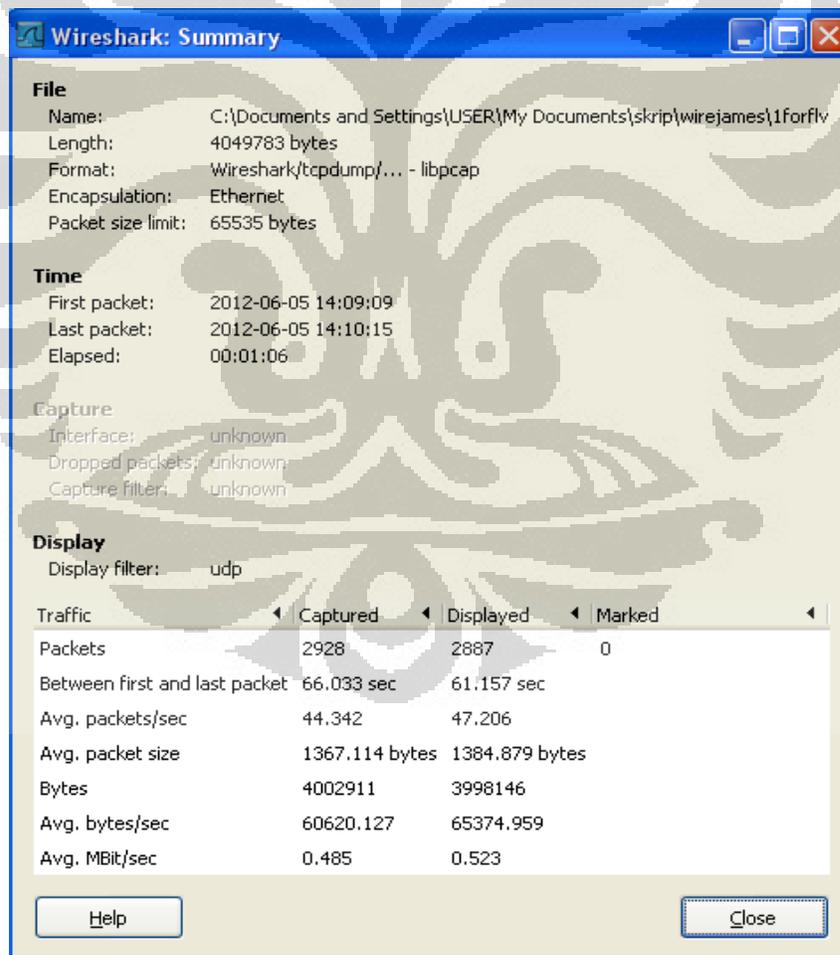
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
5	4.374776	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	
6	4.980894	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES video-stream
7	5.001067	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES audio-stream[Malformed Packet]
8	5.021436	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES video-stream
9	5.041949	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES audio-stream[Malformed Packet]
10	5.063496	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES video-stream
11	5.086025	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES audio-stream[Malformed Packet]
12	5.105466	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES video-stream
13	5.126455	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	RTP	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x50BF6481, Seq=38592, Time=38822899, Mark
14	5.148433	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES audio-stream[Malformed Packet]
15	5.169506	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES video-stream
16	5.186317	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES audio-stream[Malformed Packet]
17	5.201555	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	RTP	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x50BF6481, Seq=38596, Time=38829035, Mark
18	5.206448	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES video-stream
19	5.216416	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	RTP	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x50BF6481, Seq=38598, Time=38830944, Mark
20	5.227257	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES audio-stream[Malformed Packet]
21	5.244035	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES video-stream
22	5.247400	2001:db8::ffff:100b::3	2001:db8::ffff:100c:21	MPEG	PES audio-stream[Malformed Packet]

Frame 5 (1390 bytes on wire, 1390 bytes captured)
 Ethernet II, Src: Davicom00:f1:7d (00:60:6e:00:f1:7d), Dst: IntelCor_ab:47:1d (00:1f:3b:ab:47:1d)
 Internet Protocol Version 6
 User Datagram Protocol, Src Port: 47299 (47299), Dst Port: search-agent (1234)
 Real-Time Transport Protocol
 ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=2
 ISO/IEC 13818-1 PID=0x45 CC=4
 ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=3
 ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=4
 ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=5
 ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=6
 ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=7

Gambar 4.3 Hasil Capture Video Streaming (decode)

Gambar 4.3 ini merupakan Gambar dari hasil capture *Video Streaming* yang sudah di-*decode* menjadi RTP dengan menggunakan perangkat lunak wireshark. *Decode* ini berfungsi untuk dapat melihat parameter *Packet Loss* dari data.

Setelah proses *decode* ini, maka pengukuran atau pengambilan data untuk parameter-parameter seperti *Packet Loss*, *Delay*, dan *Throughput* dapat dilakukan segera. Untuk mendapatkan data *Packet Loss*, dapat dilihat dari pilihan RTP Stream-nya. Pada menu pilihan RTP Stream akan diberikan informasi dari stream RTP termasuk dengan informasi seberapa banyak *Packet Loss*-nya. Sedangkan untuk melihat *Delay*, dan *Throughput*-nya dapat dilihat dari statistik summary yang ada di wireshark seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Wireshark Summary

Untuk mengukur *Throughput* pada paket data yang sudah ditangkap hanya tinggal melihat Displayed Avg. MBit/sec pada tampilan Summary dari wireshark ini yang ditampilkan pada Gambar 4.4. Lalu untuk mengetahui parameter *Delay* dari paket data yang ditangkap dapat dicari dengan membagikan “*Between first and last packet*” dengan “*Packets*” pada kolom Displayed yang ditampilkan pada Gambar 4.4.

4.2 Pengukuran dan Analisa *Bidirectional Tunneling*

Pada bagian ini akan dilakukan pengukuran dan akan ditampilkan data yang didapat dari pengukuran tersebut pada jaringan *Mobile IPv6* menggunakan *Bidirectional Tunneling*. Pengukuran pada *Bidirectional Tunneling* ini merupakan masuk kedalam skenario 1 dan skenario 2. Pada *Bidirectional Tunneling* ini akan dilakukan *Streaming* video dari server ke client dan akan diukur performansi parameter QoS-nya dengan menggunakan 2 file sama tetapi dengan format yang berbeda yaitu satu dengan format .FLV dan satu dengan format .MP4.

4.2.1 Pengukuran *Bidirectional Tunneling* di *Home Network*

Dari pengukuran ini, akan diambil beberapa parameter yang akan dipakai untuk menjadi data yang dapat membandingkan performansi yaitu *Packet Loss*, *Delay*, dan *Throughput*. *Packet Loss* merupakan kejadian hilangnya data yang ditransmisikan disebabkan oleh beberapa faktor seperti kondisi trafik, kondisi dari perangkat keras, dan lain-lain. Dalam hal ini, yang hilang merupakan paket-paket dari video pada proses *Streaming* dari *source address* ke *destination address*. Semakin besar nilai dari *Packet Loss*, maka semakin buruk juga kualitas dari video yang akan diterima di Client. *Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan oleh paket untuk sampai ke alamat yang dituju. Sedangkan *Throughput* merupakan kecepatan rata-rata transfer data per-detiknya pada suatu jaringan.

Hasil dari pengukuran performansi QoS dari parameter yang diambil yaitu *Packet Loss*, *Delay*, dan *Throughput* dari proses *Video Streaming* dari Server ke Client dalam 10 kali pengambilan data akan ditunjukkan pada Tabel 4.1 untuk

pengambilan data yang diambil dari video dengan format .FLV dan Tabel 4.2 untuk pengambilan data yang diambil dari video dengan format .MP4 dibawah ini.

**Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Home Network*
Bidirectional Tunneling Untuk Format .FLV**

No.	Packets loss (%)	Delay (sec)	Throughput (Mbit/s)
1	0.2	0.022	0.458
2	0	0.021	0.504
3	0.6	0.023	0.459
4	0	0.021	0.497
5	0.1	0.023	0.470
6	0	0.021	0.506
7	0	0.021	0.508
8	0	0.021	0.512
9	0.1	0.024	0.453
10	0.5	0.022	0.478
Rata-rata	0.15	0.022	0.484

**Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Home Network*
Bidirectional Tunneling Untuk Format .MP4**

No.	Packets loss (%)	Delay (sec)	Throughput (Mbit/sec)
1	0.8	0.040	0.264
2	0	0.021	0.497
3	0.4	0.038	0.282
4	0	0.021	0.507
5	0.3	0.038	0.275
6	0	0.022	0.495
7	0.2	0.037	0.288
8	0	0.021	0.502
9	0.3	0.039	0.273
10	0	0.022	0.479
Rata-rata	0.2	0.030	0.386

Dari Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 akan diambil rata-ratanya untuk tiap parameter QoS dan untuk tiap format videonya untuk dianalisa selanjutnya. Untuk mempermudah akan ditampilkan kembali pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Home Network Bidirectional Tunneling* (Rata-rata)

<i>Home Network</i>			
Format Video	Packet Loss (%)	Delay (sec)	Throughput (Mbit/s)
.FLV	0.15	0.022	0.484
.MP4	0.2	0.030	0.386

4.2.2 Pengukuran *Bidirectional Tunneling* di *Foreign Network*

Pada skenario kedua ini akan dilakukan pengukuran performansi dengan parameter yang diambil adalah *Packet Loss*, *Delay*, dan *Throughput*, masih dalam *Bidirectional Tunneling*. *Mobile Node* berpindah ke *Foreign Network* dan terhubung dengan *Correspondent Node* melalui *Foreign Router*. Sama seperti yang dilakukan pada skenario 1, pengukuran dengan melakukan proses *Streaming* 2 jenis video yang sama dan berdurasi sama akan tetapi memiliki format yang berbeda yaitu dengan video dengan format .FLV dan video dengan format .MP4. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali pengambilan.

Dari pengukuran, didapatkan hasil yang akan ditunjukkan pada Tabel 4.4 untuk video dengan format .FLV dan Tabel 4.5 untuk video dengan format .MP4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Foreign Network Bidirectional Tunneling* Untuk Format *.FLV*

No.	Packets Loss (%)	Delay (sec)	Throughput (Mbit/s)
1	3.7	0.039	0.272
2	4.3	0.040	0.263
3	0	0.034	0.312
4	0	0.030	0.347
5	0.8	0.031	0.338
6	0	0.038	0.274
7	0	0.032	0.327
8	0	0.031	0.340
9	0	0.033	0.324
10	0	0.033	0.323
Rata-rata	0.88	0.034	0.312

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Foreign Network Bidirectional Tunneling* Untuk Format *.MP4*

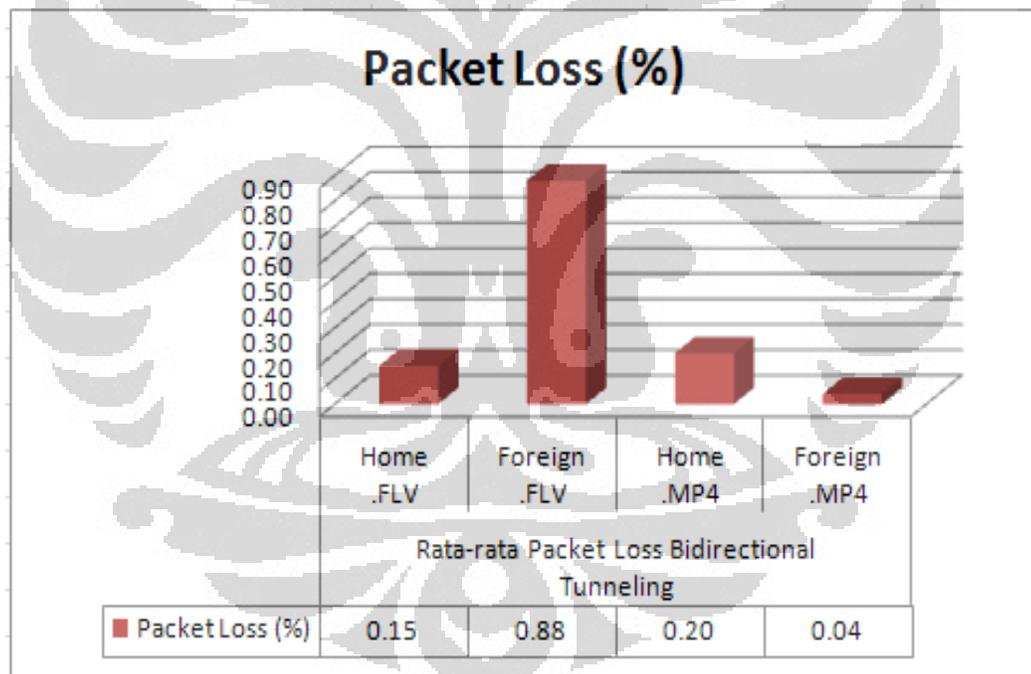
No.	Packets loss (%)	Delay	Throughput (Mbit/s)
1	0	0.031	0.341
2	0	0.033	0.320
3	0.1	0.034	0.305
4	0	0.033	0.316
5	0	0.031	0.341
6	0	0.034	0.314
7	0	0.031	0.344
8	0	0.034	0.314
9	0.1	0.033	0.320
10	0.2	0.033	0.324
Rata-rata	0.04	0.033	0.323

Dari Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 akan diambil rata-ratanya untuk setiap parameter QoS dan untuk setiap format videonya untuk dianalisa selanjutnya. Untuk mempermudah akan ditampilkan kembali pada Tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Foreign Network Bidirectional Tunneling* (Rata-rata)

Format Video	Packet Loss (%)	Delay (sec)	Throughput (Mbit/s)
.FLV	0.04	0.033	0.323
.MP4	0.88	0.034	0.312

4.2.3 Analisa *Packet Loss Bidirectional Tunneling*

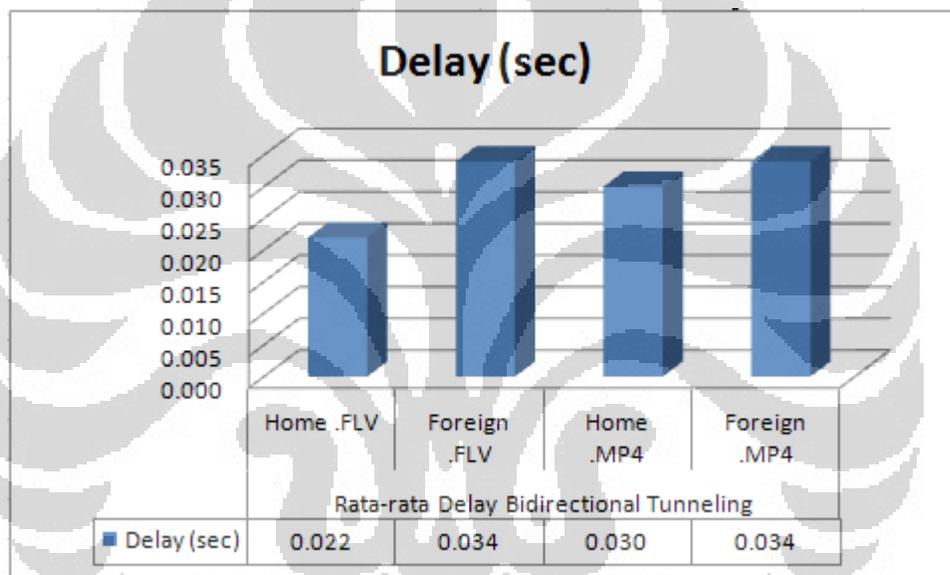


Gambar 4.5 Diagram Batang Rata-rata *Packet Loss Bidirectional Tunneling*

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa *Packet Loss* dari data yang didapat pada video dengan format .FLV pada *Home Link* memiliki *Packet Loss* yang lebih sedikit dibandingkan daripada *Foreign Link* sesuai dengan logika yang sebagaimana pada

Foreign Link memiliki *Packet Loss* 5.8 kali lebih banyak dibandingkan pada *Home Link*. Menurut logika seharusnya untuk format .MP4 menunjukkan hal yang sama, akan tetapi justru sebaliknya, data yang didapat pada *Home Link* untuk format .MP4 justru memiliki *Packet Loss* lebih besar 5 kali dibandingkan dengan pada *Foreign Link*. Hal ini disebabkan oleh kondisi jaringan yang tidak stabil dan juga kondisi dari perangkat keras yang sudah kepanasan.

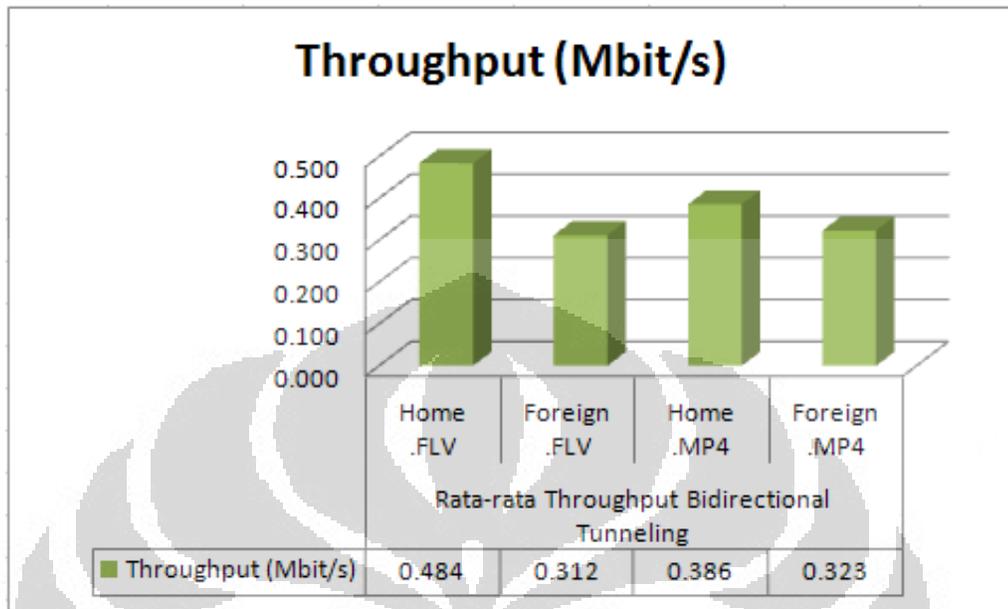
4.2.4 Analisa *Delay Bidirectional Tunneling*



Gambar 4.6 Diagram Batang Rata-rata *Delay Bidirectional Tunneling*

Hasil dari pengambilan data bila dilihat dari Gambar 4.6 diatas, menunjukkan bahwa sesuai logika bahwa pengukuran pada *Home Link* menghasilkan data yang memiliki *Delay* lebih sedikit daripada pengukuran pada *Foreign Link* karena menurut teori *Mobile Node* pada *Home Link* dapat langsung mengakses ke server. Untuk video dengan format .FLV menunjukkan bahwa *Delay* pada *Foreign Link* memiliki nilai 1.54 kali lebih besar dibandingkan pada *Home Link*. Untuk video dengan format .MP4 pada *Foreign Link* memiliki *Delay* 1.13 kali lebih besar daripada *Home Link*.

4.2.5 Analisa *Throughput Bidirectional Tunneling*



Gambar 4.7 Diagram Batang Rata-rata *Throughput Bidirectional Tunneling*

Throughput merupakan kualitas dari sebuah jaringan. Pada Gambar 4.7 diatas menunjukkan hasil rata-rata dari nilai *Throughput* yang didapatkan dari pengukuran. Gambar 4.7 diatas menunjukkan bahwa nilai *Throughput* pada *Home Link* lebih baik bila dibandingkan dengannilai *Throughput* pada *Foreign Link* sesuai dengan logika. Hal ini dapat dilihat dari data dimana pada video dengan format .FLV pada *Home Link* memiliki nilai *Throughput* 1.55 kali lebih besar dibandingkan pada *Foreign Link*. Untuk nilai *Throughput* video dengan format .MP4 pada *Home Link* memiliki 1.19 kali lebih besar bila dibandingkan dengan nilai *Throughput* pada *Foreign Link*.

4.3 Pengukuran dan Analisa *Route Optimization*

Pada bagian ini merupakan pengukuran dengan menggunakan *Route Optimization*. Pengukuran ini termasuk kedalam skenario 3 dan skenario 4. Pada pengukuran dengan menggunakan *Route Optimization* ini masih menggunakan 2 video yang sama seperti pada pengukuran di *Bidirectional Tunneling* yaitu satu video

dengan format .FLV dan satu video dengan format .MP4. Kedua video ini sama-sama berdurasi 1 menit.

4.3.1 Pengukuran *Route Optimization* di *Home Network*

Pengukuran kali ini dengan menggunakan *Route Optimization* dimana letak dari *Mobile Node* sekarang berada di *Home Network*. Pengukuran dilakukan dengan prosedur sama seperti dengan menggunakan *Bidirectional Tunneling* dengan mengambil data sebanyak 10 kali untuk setiap format dengan video yang sama pula. Data hasil pengukuran sebanyak 10 kali untuk format video .FLV akan ditampilkan pada Tabel 4.7 dan untuk format video .MP4 akan ditampilkan pada Tabel 4.8 dibawah ini.

**Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Home Network*
Route Optimization Untuk Format .FLV**

No.	Packets loss %	Delay	Through put
1	0.15	0.021	0.464
2	0	0.020	0.511
3	0.5	0.022	0.465
4	0	0.021	0.504
5	0	0.022	0.477
6	0	0.020	0.513
7	0	0.020	0.515
8	0	0.020	0.519
9	0.1	0.023	0.459
10	0.2	0.021	0.485
Rata-rata	0.095	0.021	0.491

**Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Home Network*
Route Optimization Untuk Format *.MP4***

No.	Packets loss %	Delay (sec)	Throughput (Mbit/s)
1	0.6	0.020	0.267
2	0	0.020	0.504
3	0.2	0.034	0.286
4	0	0.020	0.514
5	0.1	0.030	0.279
6	0	0.020	0.502
7	0	0.034	0.292
8	0	0.021	0.509
9	0.1	0.031	0.277
10	0	0.021	0.486
Rata-rata	0.1	0.025	0.391

Dari Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 akan diambil rata-ratanya untuk setiap parameter QoS dan untuk setiap format videonya untuk dianalisa selanjutnya. Untuk mempermudah akan ditampilkan kembali pada Tabel 4.9 dibawah ini.

**Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Home Network*
Route Optimization (Rata-rata)**

Home			
Format Video	Packet Loss (%)	Delay (sec)	Throughput (Mbit/s)
.FLV	0.09	0.021	0.491
.MP4	0.10	0.025	0.391

Dari Tabel 4.9 ini, didapatkan hasil yang lebih baik daripada dibandingkan dengan menggunakan *Bidirectional Tunneling*. Berikut akan ditampilkan dalam bentuk diagram batang.

4.3.2 Pengukuran *Route Optimization* di *Foreign Network*

Sama dengan prosedur-prosedur yang lainnya, pada skenario 4 ini akan dilakukan pengambilan data dengan mengukur performansi jaringan dengan menggunakan aplikasi *Video Streaming* masih menggunakan *Route Optimization* akan tetapi *Mobile Node* berpindah ke *Foreign Network*. Pengukuran yang dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap format akan ditampilkan pada Tabel 4.10 untuk video dengan format .FLV dan Tabel 4.11 untuk video dengan format .MP4 dibawah ini.

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Foreign Network Route Optimization* Untuk Format .FLV

No.	Packets loss %	Delay (sec)	Throughput (Mbit/s)
1	0.4	0.035	0.276
2	0.2	0.038	0.266
3	0.2	0.032	0.316
4	0	0.028	0.352
5	0.5	0.030	0.343
6	0.1	0.035	0.278
7	0	0.032	0.331
8	0	0.030	0.345
9	0	0.031	0.328
10	0	0.030	0.327
Rata-rata	0.14	0.0324	0.316

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Foreign Network Route Optimization* Untuk Format *.MP4*

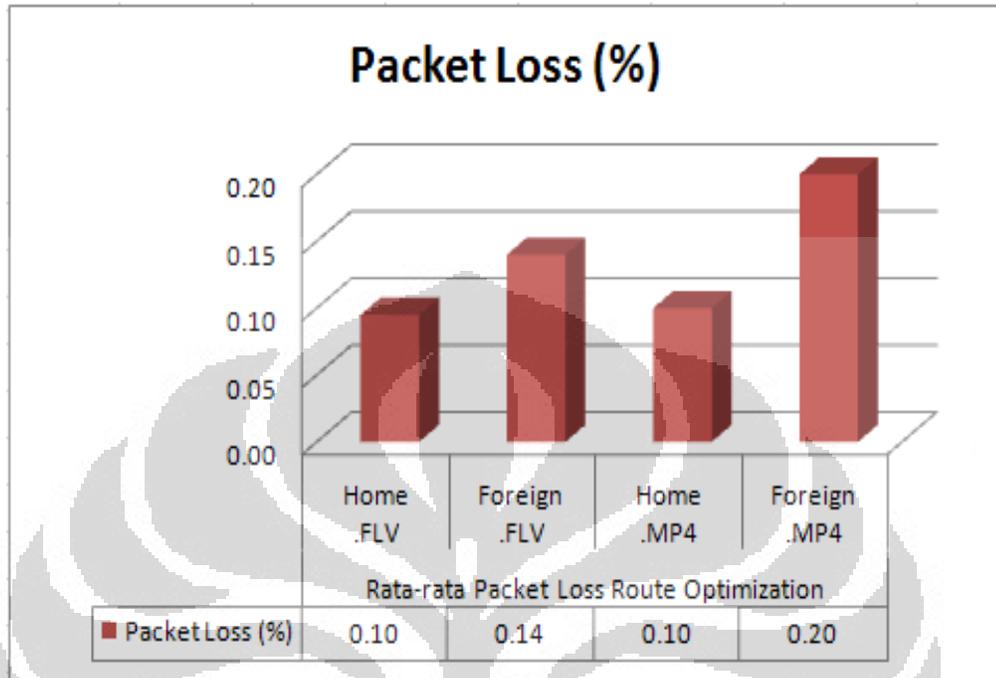
No.	Packets loss %	Delay (sec)	Throughput (Mbit/s)
1	0	0.030	0.346
2	0.5	0.032	0.324
3	0.6	0.032	0.309
4	0.1	0.031	0.320
5	0	0.030	0.346
6	0	0.032	0.318
7	0	0.030	0.349
8	0	0.031	0.318
9	0.6	0.031	0.324
10	0.2	0.031	0.328
Rata-rata	0.2	0.031	0.328

Dari Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 akan diambil rata-ratanya untuk setiap parameter QoS dan untuk setiap format videonya untuk dianalisa selanjutnya. Untuk mempermudah akan ditampilkan kembali pada Tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Performansi *Video Streaming* Pada *Foreign Network Route Optimization (Rata-rata)*

Foreign			
Format Video	Packet Loss (%)	Delay	Throughput
.FLV	0.14	0.032	0.328
.MP4	0.2	0.031	0.316

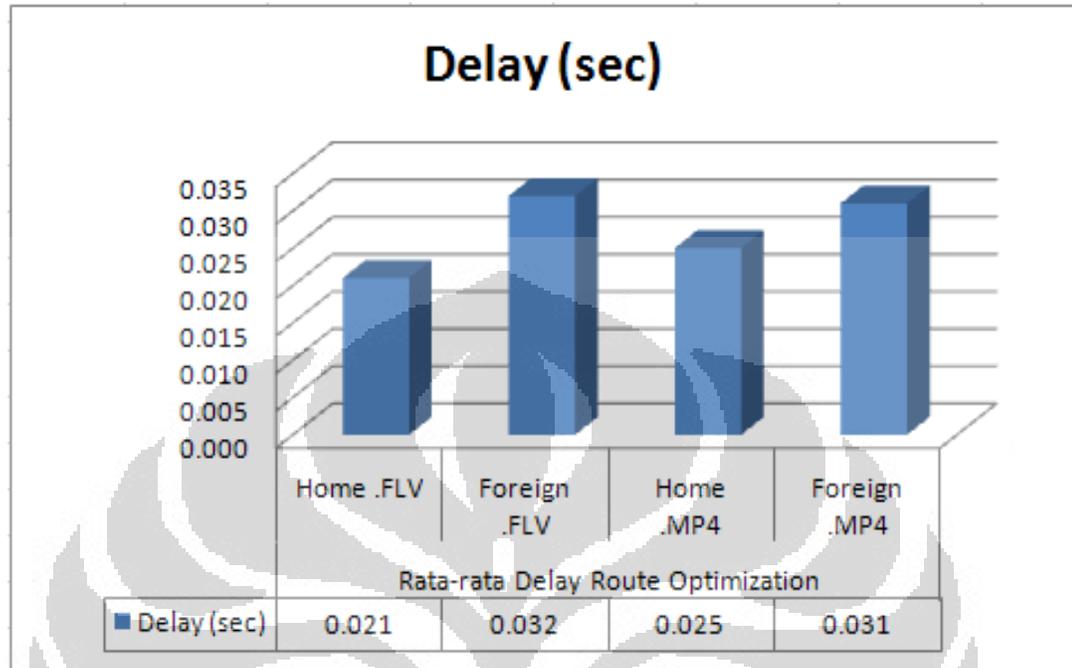
4.3.3 Analisa Packet Loss Route Optimization



Gambar 4.8 Diagram Batang Rata-rata Packet Loss Route Optimization

Gambar 4.8 menunjukkan hasil yang sama apabila dilihat dari keseluruhannya dengan diagram batang sebelumnya dimana video dengan format .FLV lebih memiliki performansi transmisi lebih baik dibandingkan dengan video dengan format .MP4 walau di *Foreign Network* sekalipun. Sama pula seperti pada *Bidirectional Tunneling* bahwa pengukuran pada *Home Link* lebih baik dibandingkan *Foreign Link* dimana memiliki *Packet Loss* lebih banyak seperti pada Gambar 4.8. *Packet Loss* untuk video dengan format .FLV pada *Foreign Network* memiliki *Packet Loss* 1.4 kali lebih banyak dibandingkan pada *Home Link*. Begitu juga untuk video dengan format .MP4 pada *Foreign Link* memiliki *Packet Loss* 2 kali lebih besar dibandingkan pada *Home Link*.

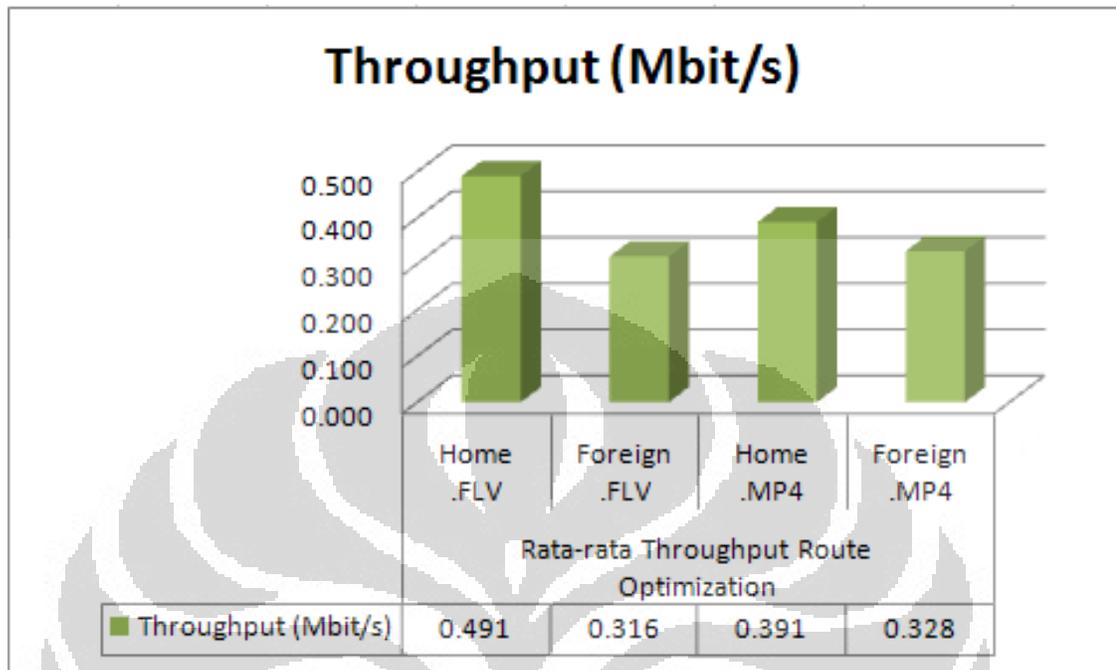
4.3.4 Analisa *Delay Route Optimization*



Gambar 4.9 Diagram Batang Rata-rata *Delay Route Optimization*

Pada Gambar 4.9 menunjukkan hasil yang sama apabila dilihat dari keseluruhannya dengan diagram batang sebelumnya dimana video dengan format .FLV lebih memiliki performansi transmisi lebih baik dibandingkan dengan video dengan format .MP4 walau di *Foreign Network* sekalipun. Sama pula seperti pada *Bidirectional Tunneling* bahwa pengukuran pada *Home Link* lebih baik dibandingkan *Foreign Link*. Untuk video dengan format .FLV pada *Foreign Link* memiliki nilai *Delay* 1.52 kali lebih besar bila dibandingkan dengan *Home Link* dan untuk video dengan format .MP4 pada *Foreign Link* memiliki *Delay* 1.24 kali lebih besar dibandingkan pada *Home Link*.

4.3.5 Analisa *Throughput Route Optimization*



Gambar 4.10 Diagram Batang Rata-rata *Throughput Route Optimization*

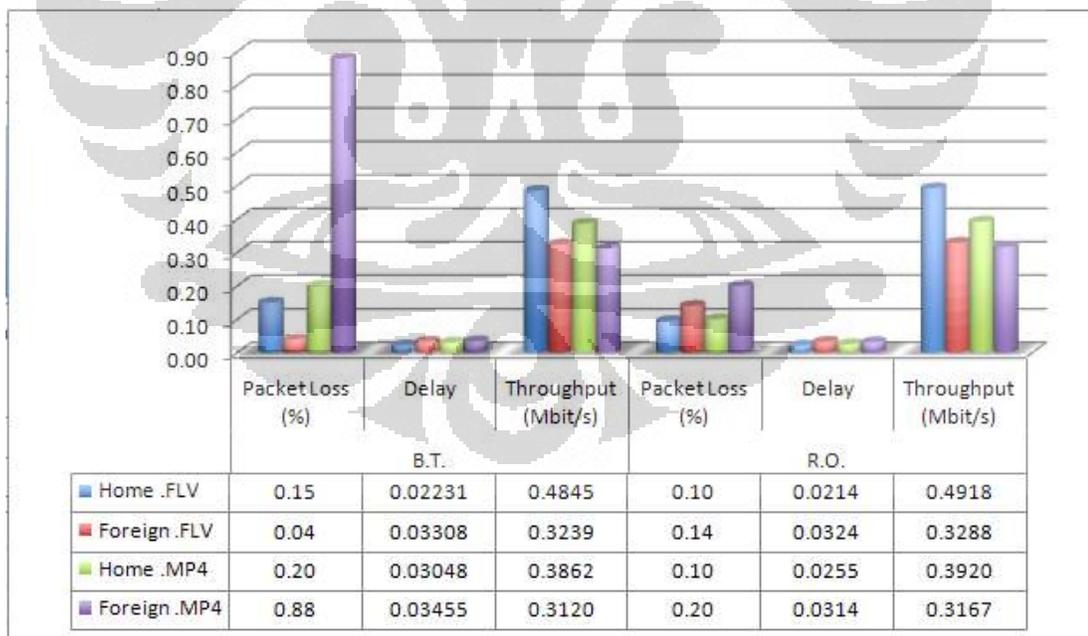
Pada Gambar 4.10 menunjukkan hasil yang sama apabila dilihat dari keseluruhannya dengan diagram batang sebelumnya dimana video dengan format .FLV lebih memiliki performansi transmisi lebih baik dibandingkan dengan video dengan format .MP4 walau di *Foreign Network* sekalipun *Throughput* merupakan kualitas dari sebuah jaringan. Pada Gambar 4.10 diatas menunjukkan hasil rata-rata dari nilai *Throughput* yang didapatkan dari pengukuran. Gambar 4.10 diatas menunjukkan bahwa nilai *Throughput* pada *Home Link* lebih baik bila dibandingkan dengannilai *Throughput* pada *Foreign Link* sesuai dengan logika. Untuk nilai *Throughput* video dengan format .FLV pada *Home Link* memiliki nilai 1.55 kali lebih besar dibandingkan pada *Foreign Link*. Untuk nilai *Throughput* video dengan format .MP4 pada *Home Link* memiliki nilai 1.19 kali lebih besar dibandingkan pada *Foreign Link*.

4.4 Perbandingan Data *Bidirectional Tunneling* dengan *Route Optimization*

Setelah mendapatkan data performansi dari jaringan *Mobile IPv6* ini dengan menggunakan *Bidirectional Tunneling* dan *Route Optimization*, pada bagian ini akan dilakukan sebuah analisa perbandingan berdasarkan skenario-skenario yang sudah dilakukan diatas. Dari data yang didapat akan ditampilkan kembali pada Tabel 4.13 dibawah ini.

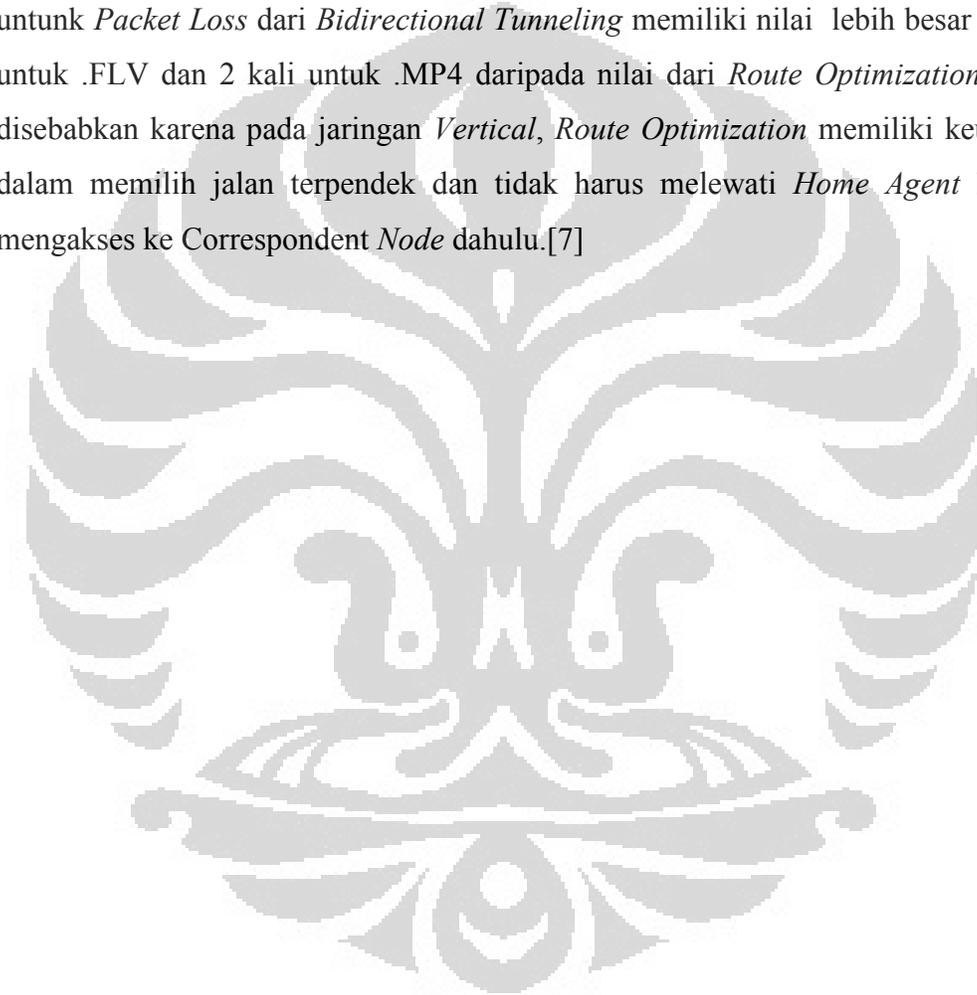
Tabel 4.13 Tabel Perbandingan Performansi *Bidirectional Tunneling* dan *Route Optimization*

Network	<i>Bidirectional Tunneling</i>			<i>Route Optimization</i>			
	Format Video	Packet Loss (%)	Delay (sec)	Throughput (Mbit/s)	Packet Loss (%)	Delay (sec)	Throughput (Mbit/s)
Home	.FLV	0.15	0.022	0.484	0.095	0.021	0.491
	.MP4	0.2	0.030	0.386	0.1	0.025	0.391
Foreign	.FLV	0.04	0.033	0.323	0.14	0.032	0.328
	.MP4	0.88	0.034	0.312	0.2	0.031	0.316



Gambar 4.11 Diagram Batang Perbandingan *Bidirectional Tunneling* dengan *Route Optimization*

Pada Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa proses *Video Streaming* dengan menggunakan *Route Optimization* lebih cepat dan efisien. Hal ini dapat dilihat dari besarnya dari parameter *Throughput Route Optimization* lebih besar 1.02 kali untuk .FLV dan 1.29 kali untuk .MP4 daripada mode *Bidirectional Tunneling*. *Delay* pada *Bidirectional Tunneling* lebih besar 1.04 kali untuk video dengan format .FLV dan 1.2 kali untuk video dengan format .MP4 daripada *Route Optimization*. Sedangkan untunk *Packet Loss* dari *Bidirectional Tunneling* memiliki nilai lebih besar 1.58 kali untuk .FLV dan 2 kali untuk .MP4 daripada nilai dari *Route Optimization*. Hal ini disebabkan karena pada jaringan *Vertical*, *Route Optimization* memiliki keuntungan dalam memilih jalan terpendek dan tidak harus melewati *Home Agent* lagi atau mengakses ke *Correspondent Node* dahulu.[7]

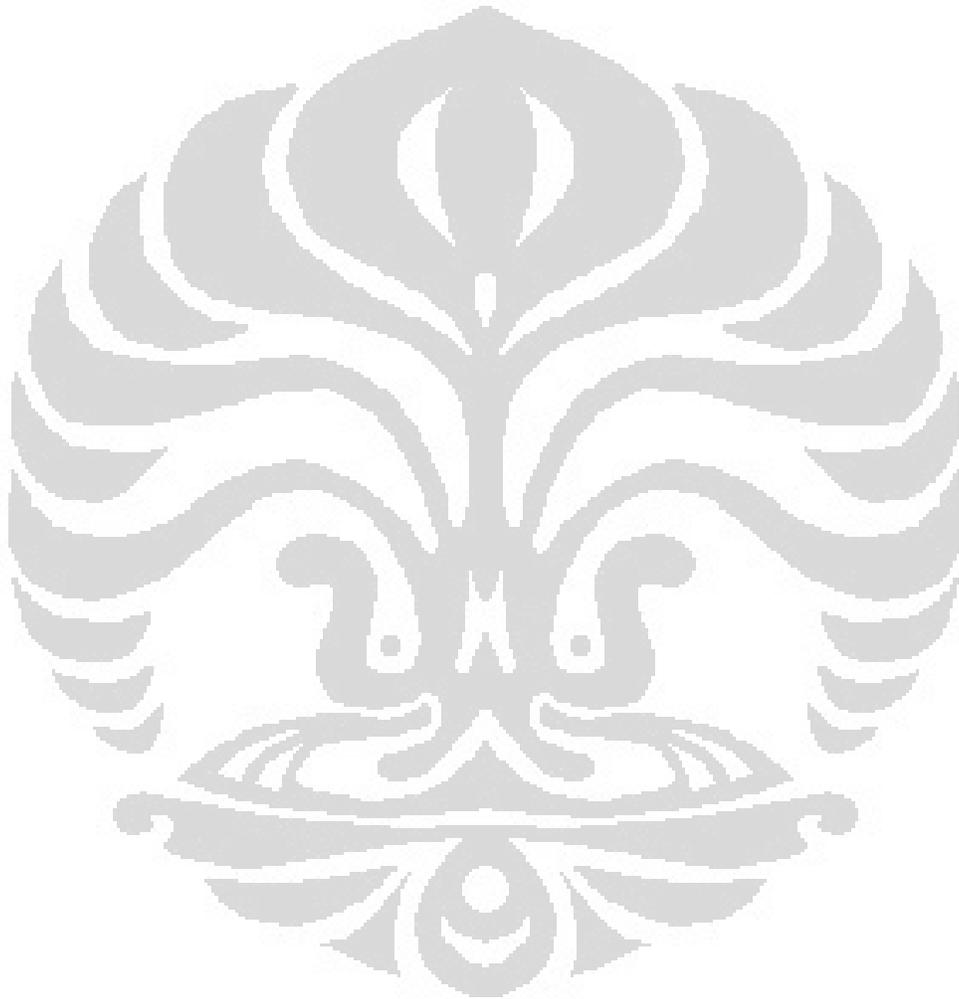


BAB V KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, pengambilan data dan analisa dari 2 jenis video dengan format yang berbeda pada *Home Network* dan *Foreign Network* dengan menggunakan *Bidirectional Tunneling* dan *Route Optimization* serta dengan selesainya perbandingan antara data *Home Network* dan *Foreign Network* dengan menggunakan *Bidirectional Tunneling* yang akan dibandingkan lagi dengan data *Home Network* dan *Foreign Network* dengan menggunakan *Route Optimization*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan jaringan *Vertical Mobile IPv6* dinilai berhasil dibentuk dan dapat dijalankan untuk diukur performansinya.
2. Disimpulkan bahwa jaringan *Vertical Mobile IPv6* lebih efisien apabila menggunakan *Route Optimization*. Hal ini dibuktikan dengan aplikasi *Video Streaming* dimana setelah diukur mendapatkan data *Throughput* dari video dengan format .FLV yang lebih cepat 1.7% proses pengirimannya daripada nilai *Throughput* yang ada di *Bidirectional Tunneling*.
3. Pada *Mobile Node* di *Home Network*, proses *Video Streaming* dikatakan lebih cepat dibanding dengan *Mobile Node* yang terletak di *Foreign Network*. Hal ini disebabkan karena pada *Home Network* langsung bisa mengakses ke server. Hal ini dapat dilihat apabila diambil contoh untuk proses *Streaming* dengan menggunakan *Bidirectional Tunneling*, *Delay* pada Home untuk video dengan format .FLV lebih kecil bila dibandingkan dengan *Delay* yang terletak pada data *Foreign Network* yaitu lebih kecil 26.79%.
4. Dari hasil pengukuran dengan format file yang berbeda, yaitu video dengan format .FLV merupakan format video yang lebih mudah untuk diakses untuk

5. aplikasi *Streaming*. Hal ini disebabkan .FLV memiliki kualitas yang lebih buruk dari .MP4 dan memiliki bit rate lebih besar. Hal ini dapat dilihat dari data yang didapat. Apabila diambil 1 contoh dari *Route Optimization Home Network*. *Throughput* .FLV lebih cepat daripada *Throughput* .MP4 yaitu lebih cepat 20.27%.



DAFTAR ACUAN

- [1] IPv6 Terminology – Bryan McGehee.pdf; diakses 24-12-11
- [2] Deploying IPv6 Networks, Cisco Press, Februari 10, 2006; diakses 13-11-11
- [3] http://www.tldp.org/HOWTO/html_single/Mobile-IPv6-HOWTO/#resources; diakses pada 10-06-12
- [4] Mengenal IPv6 –Irvan Nasrun; dari IlmuKomputer.com; diakses 29-12-11
- [5] MIPv6 A Brief Introduction.pdf; Holger.Zuleger@hznet.de; diakses 29-12-11
- [6] <http://www.cs.ubc.ca/~krasic/cpsc538a-2005/summaries/06/>; diakses 29-12-11
- [7] 13th WSEAS International Conference on COMPUTERS; Skorrepa, Michal and Molnar, Karol; Time analysis of *Route Optimization* in MIPv6.pdf; diakses 10-06-12
- [8] Windows Server 2008 Introduction to IP Version 6. Microsoft Corporation; 2008
- [9] Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009 (SNATI 2009), Yogyakarta, 20 Juni 2009; Andreas Handojo, Robin Chandra, Justinus Andjarwirawan; APLIKASI VIDEO CONFERENCE DENGAN KEMAMPUAN BEROPERASI PADA IPV4 DAN IPV6.pdf; diakses 30-12-11