

Analisis Perbandingan Performansi Fast Handover pada Proxy Mobile IPv6 (FPMIPv6) dan Hierarchical Mobile IPv6 (HMIPv6) menggunakan IEEE 802.21 Media Independent Handover Function pada Heterogeneous Network

Sofian Wiranandi¹, Gandeve Bayu Satrya, ST., MT², Tri Brotoharsono, ST., MT³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Telkom University
Jalan Telekomunikasi NO.1, Dayeuh Kolot, Bandung 40257

¹sofian.wiranandi@gmail.com, ²gbs@telkomuniversity.ac.id, ³tribrotoharsono@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Mobile IP adalah protokol internet yang mendukung mobilitas dari host, sehingga setiap host berpindah *access point* tidak perlu ganti IP, namun masalah yang ada yaitu *handover latency* dan *packet loss* akibat proses handover. Dalam Mobile IP ada 2 macam pendekatan untuk penanganan mobilitas, yaitu *host-based mobility* dan *network-based mobility*. Pada *host-based* dibutuhkan keterlibatan *mobile node* untuk komunikasi dengan *home agent* melalui *network node*. Lain halnya dengan *network-based*, *mobile node* tidak ikut terlibat dalam proses komunikasi dengan *home agent*, cukup *network node* saja yang bertugas mengaturnya. Kondisi jaringan yang ada saat ini ada beberapa lingkungan *coverage network* seperti WLAN, WiMAX, 3G, LTE. IEEE mengeluarkan standar 802.21 Media Independent Handover Function, pengaturan untuk *vertical handover*.

Pada tugas akhir ini dilakukan simulasi untuk mengetahui pengaruh handover pada performansi Proxy Mobile IPv6 dengan Hierarchical Mobile IPv6 menggunakan 802.21 MIH pada lingkungan jaringan 802.11 dan 802.16 di domain lokal. Parameter yang dianalisa adalah *handover latency*, *packet loss*, *throughput*, dan *delay*. Pada domain lokal, Proxy Mobile IP memiliki nilai handover latency, packet loss, dan throughput 20% lebih baik dibandingkan dengan Hierarchical Mobile IP.

Kata Kunci: Mobile IPv6, Fast handover, PMIPv6, HMIPv6, mobility management, heterogeneous network, MIH

Abstract

Mobile IP is an Internet protocol that supports mobility of hosts, so that each host move and change it's access point does not need to change the IP, but the problem is the handover latency and packet loss due to handover process. In Mobile IP there are two kinds of approaches to the handling of mobility, which is host-based and network-based mobility. In host-based mobile node involvement is needed for communication with the home agent via the network nodes. As with the network-based, mobile nodes are not involved in the process of communication with the home agent, sufficient network nodes are tasked to set it. Network conditions that exist at this time there is some coverage of network environments such as WLAN, WiMAX, 3G, LTE. Standard IEEE 802.21 Media Independent Handover Function had been published for arrangements in vertical handover.

In this final simulation conducted to determine the effect of handover on the performance of Proxy Mobile IPv6 with Hierarchical Mobile IPv6 using MIH 802.21 at 802.11 and 802.16 network environment. The parameters analyzed were handover latency, packet loss, throughput, and delay. In the local domain, Proxy Mobile IP has 20% better value for handover latency, packet loss, and throughput compared to Hierarchical Mobile IP.

keyword: Mobile IPv6, Fast handover, PMIPv6, HMIPv6, mobility management, heterogeneous network, MIH

1. Pendahuluan

Jaringan akses nirkabel yang ada saat ini beragam jenisnya, bisa kita lihat di sekitar kita bahkan sering kita gunakan seperti penggunaan wi-fi hotspot atau jaringan akses 802.11 WLAN, kemudian di beberapa negara ada WiMAX (802.16) dan juga jaringan seluler seperti 3G. Karakteristik dari pengguna mobile device saat ini menginginkan untuk selalu terhubung dengan jaringan yang ada agar selalu bisa terkoneksi dengan internet. Solusi untuk permasalahan tersebut adalah dengan penggunaan Mobile IP. Mobile IP adalah protokol internet yang mendukung mobilitas dari user yang mempunyai tujuan agar sebuah host dapat terus terkoneksi ke internet dimanapun dia berada. Di sisi lain, mobilitas yang melibatkan lingkungan jaringan yang berbeda juga menimbulkan masalah, yaitu pada konsistensi QoS (Quality of Service) pada sisi client. IEEE telah memberikan standar komunikasi untuk lingkungan jaringan yang berbeda yaitu standar 802.21 MIH (Media Independent Handover)[9].

MIH menggunakan Agent dari MIPv6 dalam penerapannya. Namun pada MIPv6 sendiri masih memiliki kekurangan, yaitu pada handover latency dan packet loss. Sampai saat ini pengembangan dari Mobile IP ada 2 jenis pendekatan untuk penanganan mobilitas, yaitu host-based mobility dan network-based mobility. Perbedaan keduanya adalah pada keterlibatan MN pada saat proses Handover, yaitu pada saat pembentukan tunnel untuk proses komunikasi. Pada tugas akhir ini akan menerapkan masing-masing pendekatan tersebut pada vertical handover menggunakan MIH. Untuk host-based menggunakan HMIPv6, sedangkan network-based menggunakan PMIPv6.

Dari penjelasan singkat tersebut, Pada tugas akhir ini dilakukan simulasi untuk mengetahui pengaruh penggunaan protokol Proxy Mobile IPv6 dengan Hierarchical Mobile IPv6 menggunakan 802.21 MIH pada proses vertical handover pada lingkungan jaringan 802.11 dan 802.16 di domain lokal dan performansi dari masing-masing protokol tersebut. Parameter yang dianalisa adalah handover latency, packet loss, throughput, dan delay..

2. Landasan Teori

2.1 Mobile IP

Mobile IP adalah protokol usulan untuk manajemen pergerakan oleh suatu node di level IP [3]. Protokol Mobile IP mengizinkan routing pada datagram IP di internet yang tidak terpaku pada lokasi. Beberapa istilah yang ada pada mobile IP seperti *mobile node*, *correspondent node*, *home agent*, *foreign agent*, *access router* atau *access point*, *care-of-address*. Masing-masing MN (mobile node) diidentifikasi berdasarkan alamat asal pada home network yang mengabaikan letaknya di internet. Ketika MN tidak ada pada home network, MN dihubungkan dengan CoA (care-of-address) yang menerangkan letak saat ini dan home address nya dihubungkan dengan local endpoint yang dibuat tunnel ke *home agent* dari MN tersebut. Tujuan dari IP Mobility adalah untuk menjaga koneksi TCP antara node yang bergerak dengan node yang diam dan juga mampu mengurangi efek dari perubahan lokasi ketika mobile node sedang bergerak, tanpa mengubah protokol TCP/IP.[10]

2.1.1 Mobile node (MN)[10]

Merupakan sebuah node yang melakukan pergerakan dan perpindahan posisi dari sebuah jaringan satu ke jaringan yang lain tanpa merubah alamat IP dan masih tetap dapat terhubung dengan Correspondent Node.

2.1.2 Correspondent node (CN)[10]

Merupakan node lain yang berkomunikasi dengan *mobile node*.

2.1.3 Home agent (HA)[10]

Sebuah router pada Home Network yang dapat mengirimkan paket data untuk MN saat berpindah dari asalnya dan juga memelihara informasi lokasi dari MN.

2.1.4 Foreign agent (FA)[10]

Sebuah router pada Foreign Network yang berfungsi seperti Home Network.

2.1.5 Access router (AR)[10]

Atau biasa disebut dengan *access point*, komponen yang berfungsi menyediakan

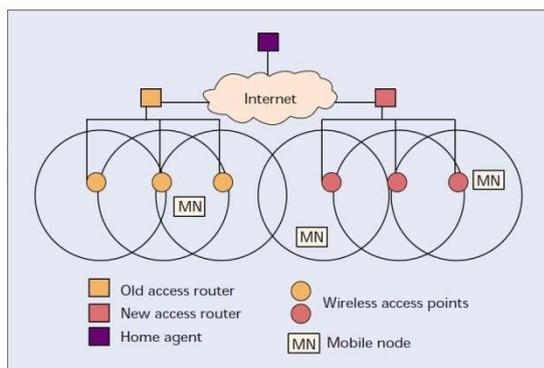
hubungan antara MN dengan jaringan tempat MN berada.

2.1.6 Care-of-address[10]

Alamat yang mengidentifikasi lokasi MN saat ini berada.

2.2 Mobile IPv6

Mobile IPv6 (MIPv6) adalah suatu kemampuan dari IPv6 yang mendukung pergerakan dari Mobile Device, dengan arti lain MIPv6 ini merupakan protokol yang memungkinkan 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 (CoA). 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).[8]



Gambar 2.1 Arsitektur jaringan MIPv6[8]

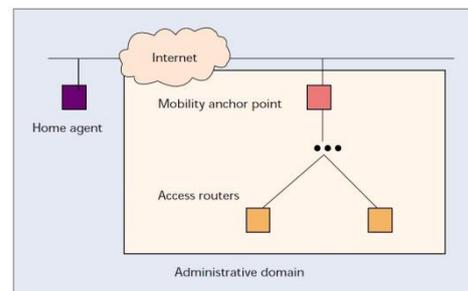
2.2.1 Handover pada Mobile IPv6

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 pada Home Network[8].

2.2.2 Hierarchical Mobile IPv6 (HMIPv6)

Skema pergerakan MN pada HMIPv6 dibagi menjadi micro mobility dan macro mobility, atau sering disebut sebagai intra-domain mobility and inter-domain mobility. Dari skema tersebut bermanfaat pada proses handover karena *handover latency* berkurang. Inti dari skema ini adalah sebuah node khusus yang disebut Mobility Anchor Point (MAP). MAP adalah sebuah router atau sekumpulan router yang bertugas menjaga koneksi antara MAP itu sendiri dengan MN yang akan mendatangi jaringan di domain MAP tersebut. Pada topologi jaringan, biasanya MAP diletakkan setelah Access Router (AR) untuk menerima paket dari MN yang terhubung dengan MAP. Ketika MN terhubung ke jaringan yang baru (foreign network), MN akan melakukan proses registrasi ke MAP yang berada pada domain dimana jaringan tersebut berada (MAP domain). MAP bertugas sebagai local home agent untuk MN tersebut. MAP akan meneruskan paket yang dialamatkan ke MN tersebut ke CN dengan proses tunnelling.[15]

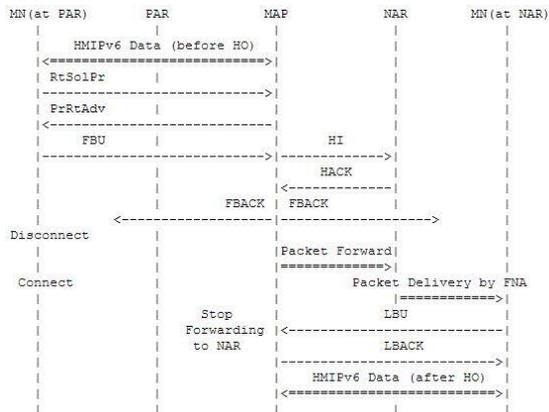


Gambar 2.2 Topologi Jaringan HMIPv6[15]

2.2.3 Fast Handover for Hierarchical Mobile IPv6 (FHMIPv6)

HMIPv6 dikembangkan untuk mengurangi signalling overhead dan delay akibat dari proses Binding Update pada MIPv6. Jika jarak dari MN ke HA/CN sangat jauh, maka proses BU juga akan semakin lama. Kelebihan dari protokol FMIPv6 yang dapat mengurangi handover latency, dikombinasikan dengan HMIPv6 sehingga penggunaan FMIPv6 pada jaringan HMIPv6 dapat meningkatkan performansi selama handover berlangsung.

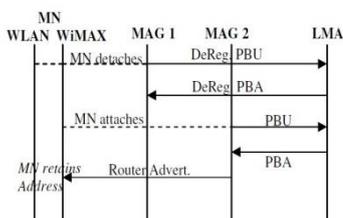
ketika suatu MN memasuki domain HMIPv6 yang baru (new-MAP), MN akan melakukan prosedur registrasi dengan HA dan MAP. Jika MN berpindah dari PAR ke NAR pada di dalam domain yang sama, proses Local Binding Update akan berjalan. kemudian proses fast handover dibutuhkan saat pengiriman data antara MN dan CN.[2]



Gambar 2.3 Fast Handover pada HMIPv6[2]

2.2.4 Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6)

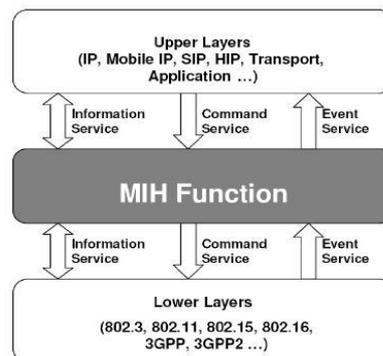
Protokol ini dikembangkan untuk mendukung mobilitas yang tidak membutuhkan keterlibatan MN pada proses pensinyalan untuk pengaturan mobilitas. Komponen Mobility Access Gateway (MAG) pada jaringan yang melakukan proses pensinyalan dan melakukan pengaturan mobilitas mewakili MN. Untuk kedepannya, PMIPv6 dapat dijadikan sebagai solusi hadover di layer 3 (L3 handover) untuk jaringan akses nirkabel. Jika MN berpindah ke MAG yang berbeda, handover latency tidak dapat dihindari. Maka dari itu, komunikasi secara efisien saat proses perpindahan dan untuk meminimalkan *packet loss* akibat dari handover sangat dibutuhkan karena *handover latency* yang ada tidak bisa diterima oleh layanan real-time berbasis IP dan aplikasi yang sensitif terhadap *throughput*. [9]



Gambar 2.4 Handover pada PMIPv6[9]

2.2.5 Standar 802.21 MIH Function

Untuk menyediakan solusi umum untuk *vertical handover* pada lingkungan jaringan akses yang beragam, IEEE mengeluarkan standar 802.21 untuk fungsi handover yang tidak tergantung pada media, yaitu Media Independent Handover (MIH). Tujuan utama dari fungsi MIH ini adalah menyediakan abstraksi layanan ke layer di atasnya menggunakan interface yang seragam atau sama dan dengan demikian dapat meningkatkan pengalaman dari MN dengan mendukung handover di jaringan yang beragam. Fungsi ini dapat membantu layer di atasnya untuk menjaga layanan tetap berjalan, penyesuaian layanan untuk QoS yang berbeda-beda, penelitian terhadap daya tahan battery, dan penelusuran jaringan dan pemilihan link. Pada lingkungan jaringan yang beragam seperti pada tipe jaringan 802 and seluler seperti 3GPP, 3GPP2, fungsi MIH dapat membantu layer di atasnya untuk mengimplementasikan prosedur yang efektif untuk beberapa layanan yang dapat berjalan pada beda jaringan. Intinya, fungsi MIH dapat digunakan sebagai fasilitas untuk *vertical handover* pada lingkungan jaringan nirkabel yang beragam [9].



Gambar 2.5 MIH Function

2.2.6 Parameter pengujian

Parameter yang digunakan yaitu *handover latency*, *packet loss*, *throughput*, *delay*. Rincian parameter yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Handoff Latency.

Waktu antara ketika MN mengirimkan message Link Detected oleh MIH sampai MN

menerima Router Advertisement dari MAG (access router).[1]

2. *Packet Loss.*

Jumlah paket yang hilang selama proses simulasi berlangsung.[1]

3. *Throughput*

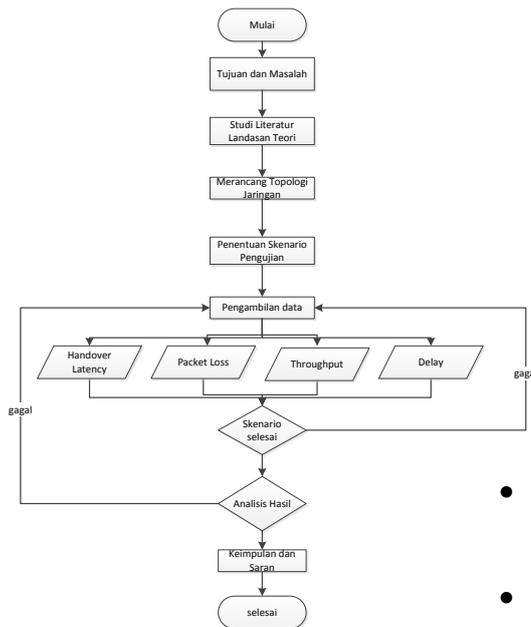
Untuk mengetahui jumlah paket data yang dikirimkan untuk selang waktu tertentu.[6]

4. *Delay*

Waktu tunda yang disebabkan oleh proses transmisi dari *sender* ke *receiver* yang menjadi tujuannya.[6]

3. Perancangan Sistem

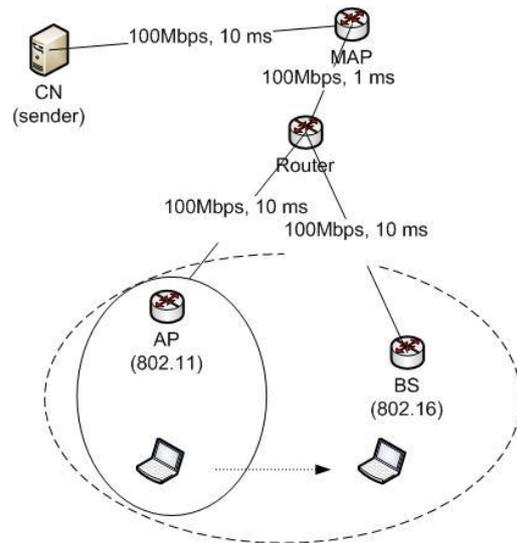
Pada bab ini akan dibahas tentang proses simulasi handover dengan FPMIPv6 integrasi dengan HIM dan FHMIPv6 integrasi HIM. Gambar 3.1 adalah *flowchart* dari pengerjaan yang akan dirancang pada tugas akhir ini.



Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir

3.1 Rancangan Sistem

Berikut adalah topologi yang digunakan dalam perancangan jaringan pada tugas akhir ini:



Gambar 3.2 Topologi jaringan

Topologi pada gambar 3.2 menggunakan 2 bagian, bagian wireless adalah koneksi antara MN dengan AP /BS, sedangkan bagian wired adalah koneksi antara CN dengan anchor point (pada PMIPv6 disebut LMA, sedangkan HMIP disebut MAP yang masing-masing juga sebagai home agent), access router (atau pada PMIPv6 disebut MAG) menggunakan 2 buah untuk masing-masing lingkungan jaringan. Untuk CN adalah sebagai server (sender) masing-masing layanan, yaitu FTP, video, dan VoIP. Topologi tersebut akan dikonfigurasi sesuai skenario yang ada. Untuk pergerakan MN dari jaringan 802.11 menuju 802.16.

Skema penggabungan MIH pada kedua protokol tersebut sebagai berikut.

- PMIPv6
MIH dipasang pada semua komponen node, seperti Mobile Node, MAG, dan LMA.
- FHMIPv6
MIH dipasang pada beberapa komponen node, seperti Mobile Node, *access router* di AP dan BS saja

MAC dari komponen-komponen tersebut akan diregister oleh MIH sehingga ketika terjadi handover yang berbeda lingkungan jaringan, data akan di-*redirect* ke *interface* yang sesuai yang tercatat pada jaringan yang baru.

3.2 Perangkat yang Digunakan

3.2.1 Komponen Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem Operasi
Sistem operasi yang digunakan adalah Ubuntu 10.10 32-bit.
2. NS-2.29.3 dengan patch pmip dan fhmip
NS-2 digunakan sebagai *software simulator* untuk menjalankan simulasi.

3.2.2 Komponen Perangkat Keras

Pada tugas akhir ini menggunakan satu buah komputer yang diinstal NS-2 dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Processor AMD Phenom-II X4
- CPU @ 3.20 GHz
- RAM 1.5 GB
- Harddisk 20GB

3.3 Konfigurasi Node

Pada tahap persiapan simulasi, dilakukan konfigurasi pada node-node yang akan digunakan pada simulasi. Berikut adalah rinciannya.

1. multiFaceNode
Node virtual yang digunakan untuk menghubungkan node interface WLAN dan WiMAX. Node ini sebagai interface manager ketika data berpindah dari WLAN ke WiMAX.
2. Iface1 (WLAN)
Node yang berfungsi sebagai interface *receiver* untuk jaringan 802.11.
3. Iface2 (WiMAX)
Node yang berfungsi sebagai interface *receiver* untuk jaringan 802.16.
4. CN (Correspondent Node)
Node yang berperan sebagai server atau *sender* yang mengirimkan paket dari layanan yang ada.
5. LMA (Local Mobility Agent)

Node yang berperan sebagai LMA, berfungsi sebagai pengatur mobilitas pada jaringan PMIPv6.

6. MAG (Mobile Access Gateway)
Node yang berperan sebagai MAG, menangani pensinyalan untuk mobile node pada jaringan PMIPv6, MAG-1 untuk WLAN, MAG-2 untuk WiMAX

7. MAP
Node yang berperan sebagai MAP, home agent di domain lokal pada jaringan HMIPv6

8. AR
Node yang berperan sebagai access point pada jaringan HMIPv6, AR-1 untuk AP pada WLAN, AR-2 untuk BS pada WiMAX.

3.4 Skenario Pengujian

Pada tugas akhir ini, masing-masing skenario akan dijalankan pada jenis pergerakan vector trajectory dengan posisi awal mobile node terhubung dengan jaringan WLAN, kemudian dengan kecepatan mobile node dengan 3 kategori, yaitu low speed, medium speed, dan high speed, dan jenis trafik data yang diakses.

3.4.1 Skenario pengujian terhadap pengaruh kecepatan mobile node

- Kecepatan yang digunakan pada *low speed* pada 5m/s, *medium speed* untuk objek dengan kecepatan sedang pada 10 m/s, dan *high speed* untuk objek dengan kecepatan 15 m/s [1].

Skenario ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan dari mobile node terhadap proses handover yang nantinya berdampak pada QoS di sisi client.

3.4.2 Skenario pengujian terhadap pengaruh jenis layanan

1. Layanan yang digunakan :
 - FTP : TCP, packet size 512kB
 - voip : codec G.711, Exponential/RTP, packet size 64kB
 - video : CBR/UDP, packet size 512kB

2. Masing-masing layanan diakses secara terpisah
3. Keseluruhan layanan diakses bersamaan

Skenario ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh handover pada kualitas jenis layanan-layanan yang sudah ditentukan dengan memperhatikan parameter pengujian yang ada.

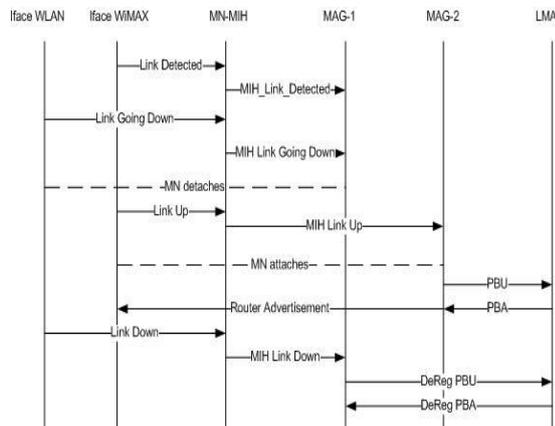
4. Analisis Pengujian Hasil Implementasi

Pada tahap ini akan dibahas mengenai analisis dari skema penggunaan MIH pada Proxy Mobile IPv6 dan Hierarchical Mobile IPv6 pada domain lokal, serta hasil pengujian sesuai dengan skenario yang telah dibuat. Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui performansi dari masing-masing protokol yang telah dicoba pada lingkungan jaringan yang berbeda.

4.1 Skema penggunaan MIH

4.1.1 Skema penggunaan MIH pada PMIPv6

Berikut adalah skema penggunaan MIH pada PMIPv6 berdasarkan skema pada [7]



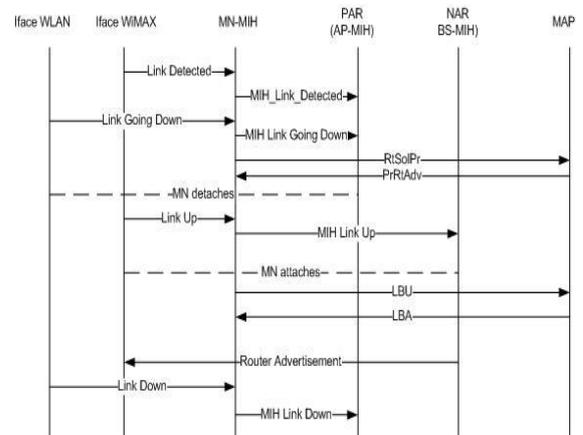
Gambar 4-1 Handover PMIP-MIH

Pada simulasi ini menggunakan 3 node untuk *mobile node* (1 node virtual sebagai penghubung antara node *interface* 1 untuk WLAN dan *interface* 2 untuk WiMAX), kemudian 2 node MAG (MAG-1 sebagai access point WLAN, MAG-2 sebagai base-station WiMAX) dan 1 node LMA. MIH diinstal pada seluruh komponen *mobile node* (node *interface* dan node virtual) dan MAG.

Pada skema ini, *mobile node* posisi awal terhubung dengan MAG-1, kemudian ketika bergerak keluar area jaringan WLAN, iface WiMAX mendeteksi adanya sinyal dari MAG-2 dan sebagai *trigger Link Detected* kepada node virtual untuk memberikan pesan MIH Link Detected ke MAG-1 yang juga sebagai tahap inisiasi untuk handover ke MAG-2. Akibat pergerakan yang semakin menjauh dari jangkauan *access point*, sinyal yang diterima oleh iface WLAN pun semakin melemah, dan informasi ini dapat diterima oleh node virtual yang bisa memicu pesan MIH Link Going Down ke MAG-1 sehingga MAG-1 mengetahui status iface WLAN dengan prosentase kemungkinan komunikasi akan terputus. Jika sinyal yang diterima melebihi batas rendah yang sudah ditentukan oleh MAG-1, maka MAG-1 akan memutuskan koneksi dengan iface WLAN, dan memicu iface WiMAX UP yang oleh node virtual akan mengirimkan informasi tersebut (MIH Link Up) ke MAG-2 (sebagai awal L2 handover atau sinkronisasi) untuk register iface WiMAX ke LMA melalui pesan PBU (Proxy Binding Update) dan akan dibalas oleh LMA dengan PBA (Proxy Binding Ack). Di akhir fase L3 handover yaitu MAG-2 memberikan pesan Router Advertisement kepada iface WiMAX sebagai pengenalan untuk *point of attachment* di jaringan WiMAX, setelah itu iface WLAN mengirimkan pesan Link Down ke node virtual yang selanjutnya diteruskan ke MAG-1 sebagai akhir tahap *deregister* ke LMA.

4.1.2 Skema penggunaan MIH pada FHMIPv6

Berikut adalah skema penggunaan MIH pada FHMIPv6.



Gambar 4-2 Handover FHMIP-MIH

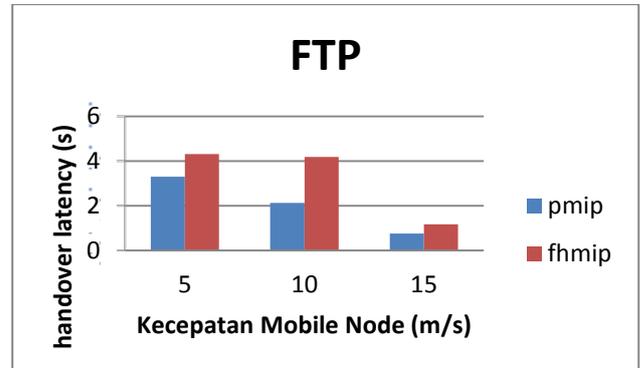
Pada simulasi ini menggunakan 3 node untuk *mobile node* (1 node virtual sebagai penghubung antara node *interface* 1 untuk WLAN dan *interface* 2 untuk WiMAX), kemudian 2 node *point of attachment* (PAR sebagai access point WLAN, NAR sebagai base-station WiMAX) dan 1 node MAP. MIH diinstal pada seluruh komponen *mobile node* (node *interface* dan node virtual) dan PAR/NAR.

Pada skema ini, *mobile node* posisi awal terhubung dengan PAR, kemudian ketika bergerak keluar area jaringan WLAN, iface WiMAX mendeteksi adanya sinyal dari NAR dan sebagai *trigger Link Detected* kepada node virtual untuk memberikan pesan MIH Link Detected ke PAR yang juga sebagai tahap inisiasi untuk handover ke NAR. Akibat pergerakan yang semakin menjauh dari jangkauan *access point*, sinyal yang diterima oleh iface WLAN pun semakin melemah, dan informasi ini dapat diterima oleh node virtual yang bisa memicu pesan MIH Link Going Down ke PAR sehingga PAR mengetahui status iface WLAN dengan prosentase kemungkinan komunikasi akan terputus. Jika sinyal yang diterima melebihi batas rendah, maka PAR akan memutuskan koneksi dengan iface WLAN, kemudian node virtual (MN-MIH) akan mengirimkan pesan RtSolPr ke MAP (sebagai awal L2 handover atau sinkronisasi dan dalam waktu yang sama PAR akan memutuskan koneksi dengan iface WLAN) yang kemudian akan dibalas oleh MAP dengan PrRtAdv dan memicu iface WiMAX UP yang oleh node virtual akan mengirimkan informasi tersebut (MIH Link Up) ke NAR untuk register iface WiMAX ke MAP melalui pesan LBU (Local Binding Update) dan akan dibalas oleh MAP dengan LBA (Local Binding Ack). Di akhir fase L3 handover yaitu NAR memberikan pesan Router Advertisement kepada iface WiMAX sebagai pengenalan untuk *point of attachment* di jaringan WiMAX, setelah itu iface WLAN mengirimkan pesan Link Down ke node virtual yang selanjutnya diteruskan ke PAR sebagai akhir tahap *deregister* ke MAP.

4.2 Hasil pengujian

4.2.1 Handover Latency

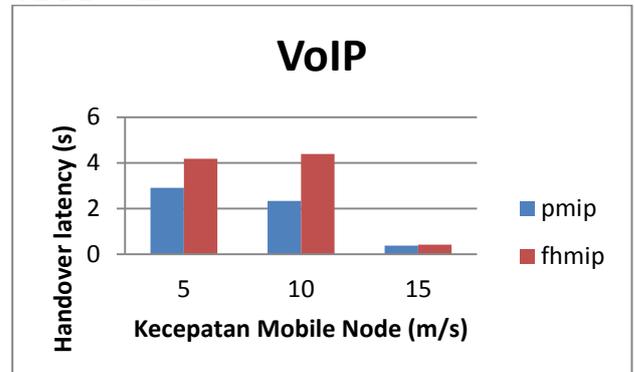
4.2.1.1 FTP



Grafik 4-1 HL-FTP

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai handover latency yang lebih kecil daripada FHMIP-MIH untuk kecepatan 5m/s, 10m/s, dan 15m/s. Sesuai standar rekomendasi waktu retransmisi data pada tcp oleh NIST ketika ada data yang tidak mendapatkan ACK yaitu selama 3 detik , maka PMIP-MIH lebih unggul menangani trafik FTP karena proses register saat handover (PBU-PBA) lebih cepat dilakukan sehingga mempercepat handover..

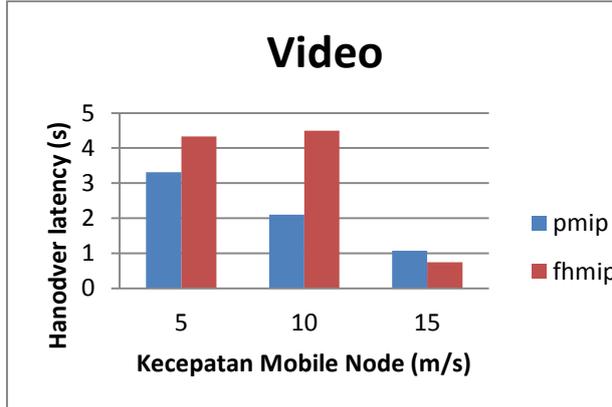
4.2.1.2 VoIP



Grafik 4-2 HL-VoIP

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai handover latency yang lebih kecil daripada FHMIP-MIH untuk kecepatan 5m/s, 10m/s, dan 15m/s pada layanan VoIP. Dengan layanan *real-time* seperti VoIP, maka PMIP-MIH lebih unggul menangani trafik tersebut karena proses register saat handover (PBU-PBA) lebih cepat dilakukan sehingga mempercepat handover.

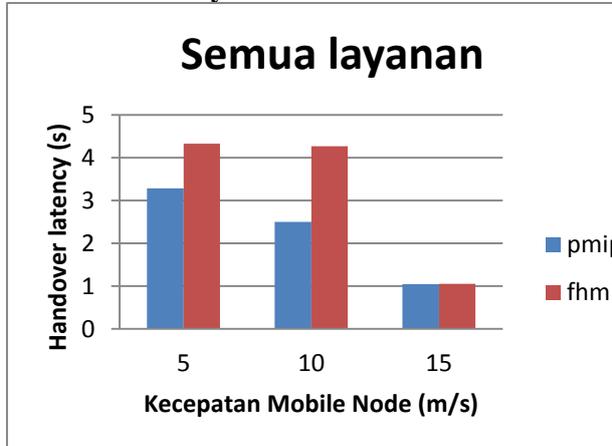
4.2.1.3 Video



Grafik 4-3 HL-Video

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai handover latency yang lebih kecil daripada FHMIP-MIH pada layanan Video untuk kecepatan 5m/s dan 10m/s meskipun pada kecepatan 15m/s, FHMIP-MIH memiliki nilai *handover latency* 0,3 detik lebih cepat dari PMIP-MIH. Dengan layanan *video streaming*, maka PMIP-MIH lebih unggul menangani trafik tersebut karena proses register saat handover (PBU-PBA) lebih cepat dilakukan sehingga mempercepat handover.

4.2.1.4 Semua layanan



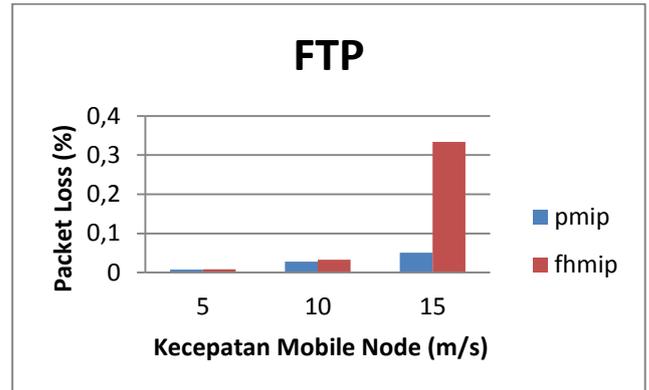
Grafik 4-4 HL-all

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai handover latency yang lebih kecil daripada FHMIP-MIH ketika semua layanan berjalan untuk kecepatan 5m/s dan 10m/s, sedangkan pada kecepatan 15m/s memiliki nilai yang hampir sama, sehingga dapat disimpulkan jika semua layanan dijalankan maka PMIP-MIH lebih unggul dalam menangani trafik yang ada karena proses register saat handover (PBU-PBA) lebih cepat dilakukan sehingga mempercepat handover..

4.2.2

Packet Loss

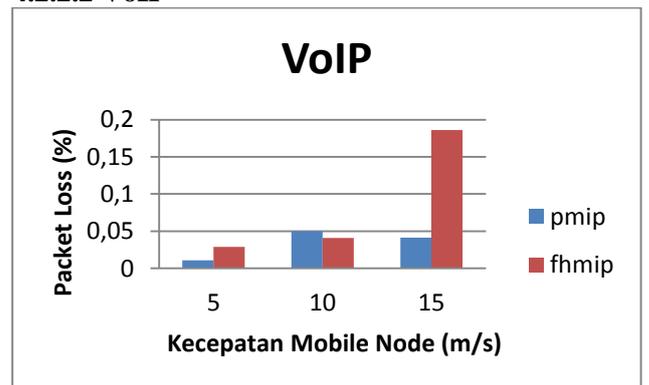
4.2.2.1 FTP



Grafik 4-5 PL-FTP

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *packet loss* yang lebih kecil daripada FHMIP-MIH pada layanan FTP untuk kecepatan 15m/s, dikarenakan proses komunikasi dari *mobile node* dengan LMA cukup melalui MIH, sedangkan pada FHMIP-MIH karena tipe pendekatan mobilitasnya adalah *host-based mobility* dan juga ditambah dengan pesan-pesan sinyal dari MIH maka akan memperbanyak pesan pensinyalan dengan MAP yang dapat memperlambat proses handover, dan juga karena karakteristik trafik TCP saat proses komunikasi membutuhkan waktu pada saat handshaking dan error checking. Sedangkan pada kecepatan 5m/s dan 10m/s, keduanya hampir memiliki nilai *packet loss* yang sama.

4.2.2.2 VoIP

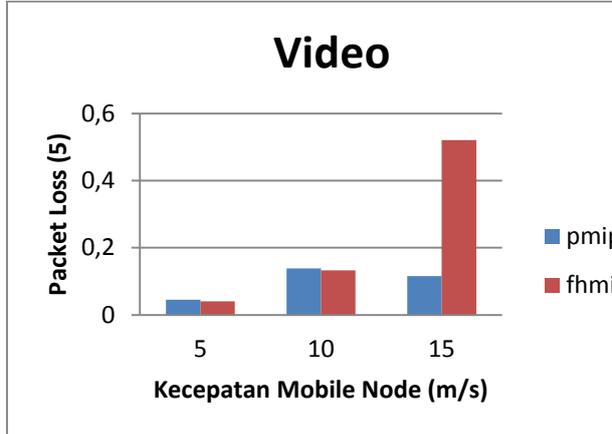


Grafik 4-6 PL-VoIP

Karakteristik dari VoIP disini (exponential) yaitu waktu pengiriman paket semakin cepat, menyebabkan *packet drop*. Dari hasil tracing, *packet loss* disebabkan oleh adanya *packet drop* di *access point*, paket di drop karena telah mencapai batas maksimal antrian paket di *buffer*. Berdasarkan dari grafik tersebut,

didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *packet loss* yang lebih kecil daripada FHMIP-MIH pada layanan VoIP untuk kecepatan 15m/s. Sesuai dengan standar ITU-T untuk *packet loss* yang dapat diterima pada G.711 adalah dibawah 3%, maka kedua protokol tersebut telah memenuhi standar tersebut.

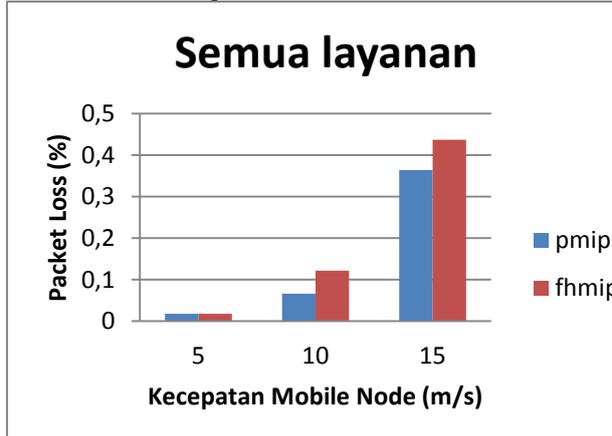
4.2.2.3 Video



Grafik 4-7 PL-Video

Dari hasil tracing, *packet loss* disebabkan oleh adanya paket drop di *access point*, paket di drop karena telah mencapai batas maksimal antrian di buffer. Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *packet loss* yang lebih kecil daripada FHMIP-MIH pada layanan Video untuk kecepatan 15m/s.

4.2.2.4 Semua layanan



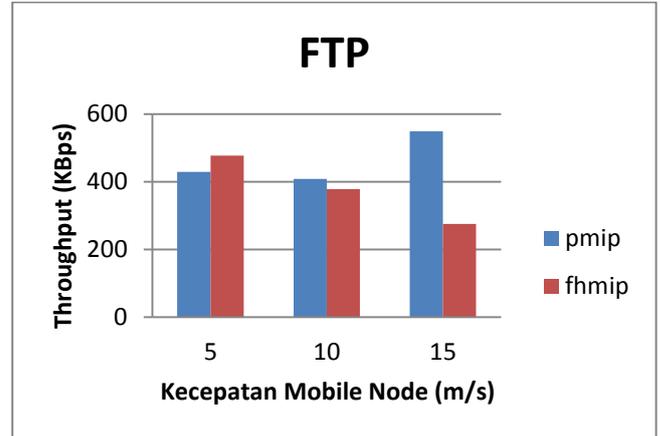
Grafik 4-8 PL-all

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *packet loss* yang lebih kecil daripada FHMIP-MIH ketika semua layanan berjalan untuk kecepatan 5m/s, 10m/s dan 15m/s, maka mekanisme handover pada PMIP-MIH lebih unggul dalam menangani *packet loss*. Dari hasil tracing, *packet loss* disebabkan oleh adanya paket drop

di *access point*, paket di drop karena telah mencapai batas maksimal antrian di buffer dikarenakan banyaknya paket yang ada dan berbeda jenisnya.

4.2.3 Throughput

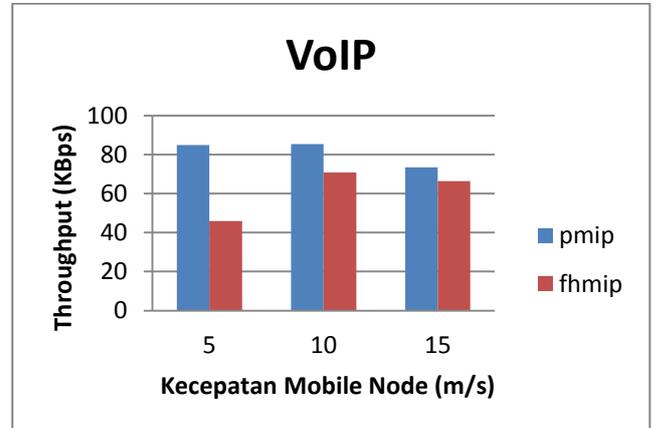
4.2.3.1 FTP



Grafik 4-9 TR-FTP

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *throughput* yang lebih besar daripada FHMIP-MIH pada layanan FTP untuk kecepatan 10m/s dan 15m/s, dikarenakan proses komunikasi dari *mobile node* dengan LMA cukup melalui MIH, sedangkan pada FHMIP-MIH karena tipe pendekatan mobilitasnya adalah *host-based mobility* dan juga ditambah dengan pesan-pesan sinyal dari MIH maka akan memperbanyak pesan pensinyalan dengan MAP yang dapat memperlambat proses handover.

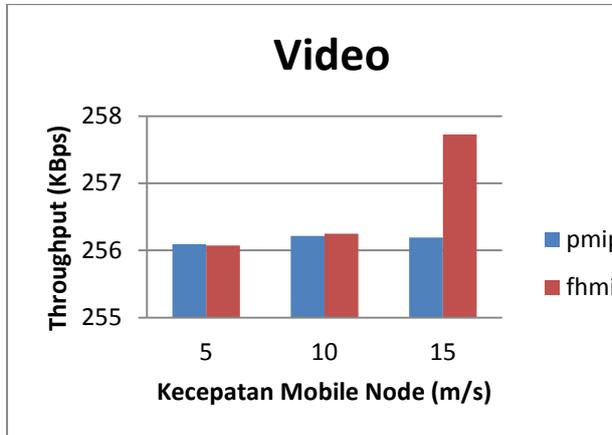
4.2.3.2 VoIP



Grafik 4-10 TR-VoIP

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *throughput* yang lebih besar daripada FHMIP-MIH pada layanan VoIP untuk kecepatan 5m/s, 10m/s, dan 15m/s.

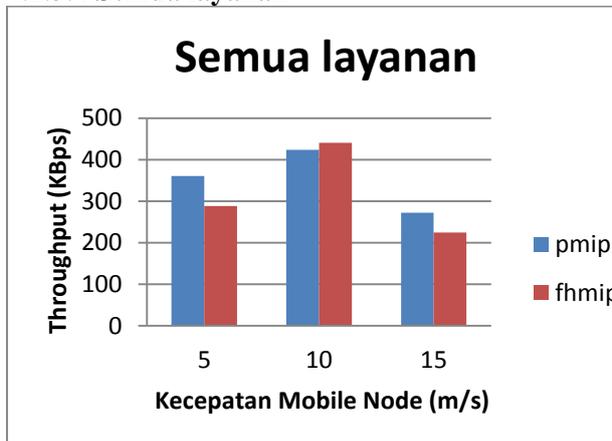
4.2.3.3 Video



Grafik 4-11 TR-Video

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *throughput* yang lebih kecil daripada FHMIP-MIH pada layanan Video untuk kecepatan 15m/s dengan selisih 2kBps. Dengan selisih yang sedikit tersebut maka trafik video tidak terlalu dipengaruhi oleh proses handover pada kecepatan-kecepatan tersebut.

4.2.3.4 Semua layanan

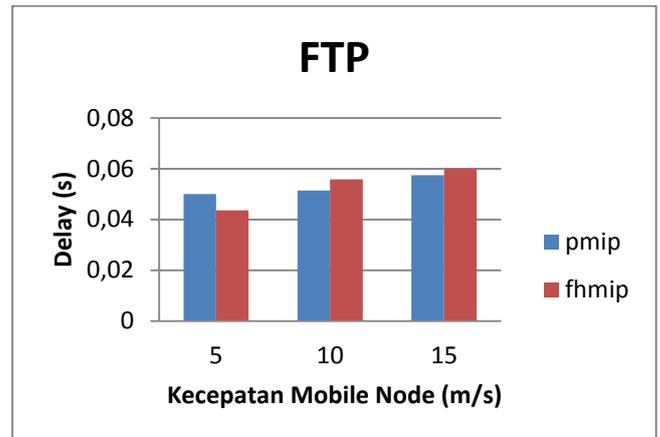


Grafik 4-12 TR-all

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *throughput* yang lebih besar daripada FHMIP-MIH ketika semua layanan berjalan untuk kecepatan 5m/s dan 15m/s. Terjadinya penurunan throughput ini dipengaruhi oleh nilai dari *handover latency*, dan yang lebih diperhatikan adalah pada layanan FTP karena karakteristik dari tcp harus *reliable*.

4.2.4 Delay

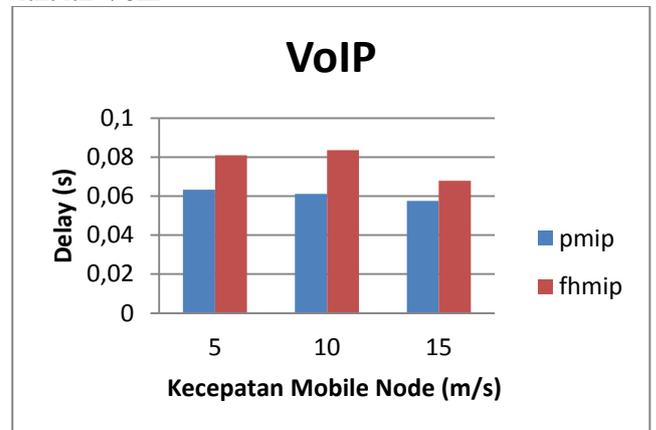
4.2.4.1 FTP



Grafik 4-13 Delay-FTP

Berdasarkan dari grafik tersebut, untuk layanan FTP didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki delay lebih kecil pada kecepatan 10m/s dan 15m/s, sedangkan pada kecepatan 5m/s FHMIP-MIH sedikit lebih kecil daripada PMIP-MIH. Delay ini disebabkan karena proses handshaking yang merupakan katakteristik tcp.

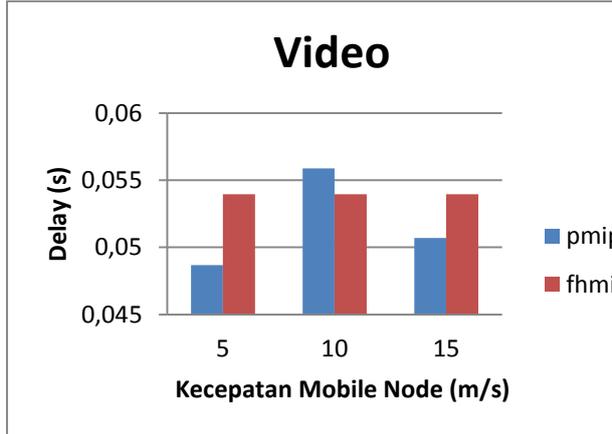
4.2.4.2 VoIP



Grafik 4-14 Delay-VoIP

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *delay* yang lebih rendah daripada FHMIP-MIH pada layanan VoIP untuk kecepatan 5m/s, 10m/s, dan 15m/s, jika dibandingkan dengan standar *delay* ITU-T yaitu *delay* yang sangat baik adalah dibawah 150ms (0,15 s) dan maksimum 400ms, maka untuk kedua protokol tersebut masih dikatakan baik karena kurang dari 0,15s.

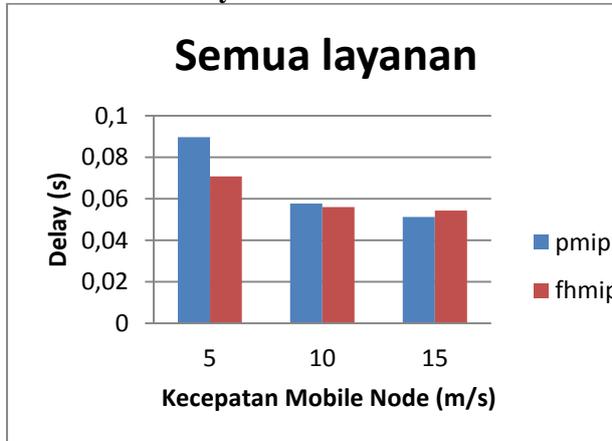
4.2.4.3 Video



Grafik 4-15 Delay-Video

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *delay* yang lebih rendah daripada FHMIP-MIH pada layanan video untuk kecepatan 5m/s, dan 15m/s, jika dibandingkan dengan standar *delay* ITU-T yaitu *delay* yang sangat baik adalah dibawah 150ms (0,15 s) dan maksimum 400ms, maka untuk kedua protokol tersebut masih dikatakan baik karena kurang dari 0,15s.

4.2.4.4 Semua layanan



Grafik 4-16 Delay-all

Berdasarkan dari grafik tersebut, didapat hasil bahwa PMIP-MIH memiliki nilai *delay* yang lebih tinggi daripada FHMIP-MIH ketika semua layanan berjalan untuk kecepatan 5m/s, sedangkan pada 10m/s dan 15m/s memiliki selisih yang sedikit. Untuk parameter *delay*, yang harus diperhatikan adalah layanan VoIP dan Video karena layanan multimedia lebih sensitif pada *delay*, dan pada skema FHMIP-MIH proses tunneling dilakukan antara MAP dengan Mobile Node dimana kesalahan

pengiriman data dapat dihindari akibat proses register saat handover dilakukan secara tepat.

4.3 Analisa keseluruhan hasil pengujian

Dari hasil beberapa pengujian yang telah disebutkan di atas, dapat dilakukan analisa terhadap hasil-hasil tersebut. Masalah utama yang ada pada Mobile IP, yaitu *handover latency* dan *packet loss*, disimpulkan bahwa PMIP-MIH dapat memberikan hasil yang lebih baik daripada FHMIP-MIH, hal ini dikarenakan mekanisme handover pada PMIP-MIH, dimana pada dasarnya untuk pendekatan *network-based mobility* tidak membutuhkan keterlibatan dari *mobile node*, akan tetapi karena penerapan MIH membutuhkan *mobile node* untuk pengambilan informasi yang dibutuhkan untuk proses handover yaitu kuat sinyal yang diterima membuat mekanisme ini tidak sepenuhnya tidak melibatkan *mobile node*. Namun pada proses registrasi *mobile node* tetap tidak dilibatkan, hanya antara MAG dengan LMA, sehingga sifat asli dari pendekatan *network-based mobility* masih ada. Berbeda dengan proses FHMIP-MIH yang pendekatan mobilitasnya adalah *host-based mobility*, dengan adanya pesan-pesan sinyal dari MIH untuk proses *vertical handover*, maka akan memperbanyak pesan yang ada dalam seluruh komponen jaringan yang akhirnya dapat memperlambat proses handover sehingga berpengaruh pada throughput, semakin cepat handover maka throughput akan makin turun, terutama untuk layanan FTP, hal ini dikarenakan handover yang cepat membuat fase inisiasi dan sinkronisasi ke jaringan WiMAX kurang bagus.

Di samping throughput, proses handover juga mempengaruhi *packet loss* pada layanan FTP yang menunjukkan nilai sekitar 4 detik untuk handover latency, sesuai standar rekomendasi waktu retransmisi data pada tcp oleh NIST ketika ada data yang tidak mendapatkan ACK yaitu selama 3 detik dan maksimum 5 detik, artinya jika data yang dikirim ke penerima dan dalam jangka waktu 3 – 5 detik maka akan dilakukan retransmisi data, sehingga menyebabkan paket yang ada di point of attachment semakin banyak dan membebani jaringan yang akhirnya di drop. Kemudian akibat dari kecepatan mobile node yang memicu untuk bergerak dan berpindah ke

catuan jaringan akses yang baru (WLAN ke WiMAX) dengan lebih cepat mengakibatkan packet loss yang cukup banyak pada area WLAN, hal ini dikarenakan ketika di posisi awal MN berada di cakupan WLAN, CN hanya mengirim ke tujuan WLAN, sedangkan posisi MN sudah dalam proses untuk berpindah ke WiMAX, meskipun nilai handover latency kecil namun proses update informasi kondisi MN saat sudah berpindah belum sampai ke CN sehingga CN masih akan terus mengirim ke area WLAN. Kecepatan MN bukanlah faktor yang mempengaruhi proses handover secara keseluruhan, namun hanya sebagai pemicu untuk tahap awal L2 handover (detach-attach). Untuk nilai pada delay, dari hasil yang ada menunjukkan bahwa handover pada percobaan ini tidak terlalu mempengaruhi delay, dan masih bisa dikatakan baik untuk layanan multimedia sesuai standar ITU-T yaitu *delay* yang sangat baik adalah dibawah 150ms (0,15 s) dan maksimum 400ms, maka untuk kedua protokol tersebut masih dikatakan baik karena kurang dari 0,15s.

5. Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan serta hasil dari pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan MIH untuk penanganan handover pada lingkungan jaringan yang berbeda (vertical handover) dapat dilakukan pada domain lokal menggunakan protokol Proxy Mobile IPv6 dan Hierarchical Mobile IPv6
2. Pengaturan mobilitas pada domain lokal lebih cocok menggunakan pendekatan *network-based mobility* (PMIPv6) berdasarkan nilai *handover latency* dan *packet loss* serta *throughput* yang dihasilkan
3. Delay yang dihasilkan oleh kedua protokol tersebut masih bisa dinilai baik karena memenuhi dari standar *delay* ITU-T untuk layanan suara dan video

5.2 Saran

Untuk pengembangan dari tugas akhir ini, diharapkan untuk diterapkan pada jaringan selain 802.11 dan 802.16, juga di cakupan seluler seperti 3G ataupun LTE, tipe pergerakan acak, arah pergerakan yang

berbeda cakupan jaringan dan juga pada model *global mobility*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cheol-Joong Kim, Seok-Cheon Park, and Myung-Kyu Yi, "Fast-Handover Mechanism between 802.11 WLAN and 802.16 WiMax with MIH in PMIPv6" Ubiquitous Information Technologies & Applications, Desember 2009. ICUT '09
- [2] Hee Young Jung, Hesham Soliman, Seok Joo Koh, Jae Yong Lee, "Fast Handover for Hierarchical MIPv6 (F-HMIPv6)", IETF RFC 3668, April 2005
- [3] Hyon G.Kang and Chae Y. Lee, "Fast Handover Based on Mobile IPv6 for Wireless LAN,", 2003
- [4] Javier Carmona-Murillo, José-Luis González-Sánchez, and Isaac Guerrero-Robledo, "HANDOVER PERFORMANCE ANALYSIS IN MOBILE IPv6. A CONTRIBUTION TO FAST DETECTION MOVEMENT," 2003
- [5] Julien Montavont, Emil Ivov, and Thomas Noel, "Analysis of Mobile IPv6 Handover Optimizations and Their Impact on Real-Time Communication," IEEE Communications Society WCNC, 2007
- [6] Lin-Huang Chang, Chau-Chi Wang, Tsung-Han Lee, "A Handover Mechanism Using IEEE 802.21 in Heterogeneous Wireless Networks," 2010
- [7] Linoh A. Magagula, Olabisi E. Falowo and H. Anthony Chan, "Handover Optimization in Heterogeneous Wireless Networks: PMIPv6 vs. PMIPv6 with MIH," 2009
- [8] Nicolas Montavont and Thomas Noël, "Handover Management for Mobile Nodes in IPv6 Networks," Agustus 2002
- [9] Pyung-Soo Kim, and Jeong Hun Choi, "A Fast Handover for Proxy Mobile IPv6 using IEEE 802.21 Media Independent Handover," 2010
- [10] Pyung-Soo Kim, and Yong Jin Kim, "Hierarchical Mobile IPv6 Based Fast Vertical Handover using IEEE 802.21 Media Independent Handover Function," 2006
- [11] Qing Li, Tatuya Jinmei, and Keiichi Shima, MOBILE IPV6:PROTOCOLS AND IMPLEMENTATION, Elsevier Inc, United State of America, 2009
- [12] R.Hsieh et al., "Performance analysis on Hierarchical Mobile IPv6 with Fast-handoff over End-to-End TCP," IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM), 2002.

- [13] Sangheon Pack and Yanghee Choi, "Performance Analysis of fast Handover in Mobile IPv6 Networks", 2003
- [14] Sangheon Pack, Xuemin (Sherman) Shen, Jon W. Mark, and Jianping Pan, "Adaptive Route Optimization in Hierarchical Mobile IPv6 Networks," August 2007
- [15] Xavier P´erez-Costa and Hannes Hartenstein, "A Simulation Study on the Performance of Mobile IPv6 in a WLAN-Based Cellular Network," Computer Networks, special issue on "Towards a New Internet Architecture", September 2002
- [16] Xavier P´erez-Costa and Marc Torrent-Moreno, "A Performance Study of Hierarchical Mobile IPv6 from a System Perspective," to appear in Proceedings of IEEE International Conference on Communications (ICC), May 2003
- [17] Xavier P´erez-Costa, Marc Torrent-Moreno, and Hannes Hartenstein, "A Performance Comparison of Mobile IPv6, Hierarchical Mobile IPv6, Fast Handovers for Mobile IPv6 and their Combination," 2003