ANALISIS PERFORMANSI FMIPV6 (FAST HANDOVER MOBILE IPV6) PADA JARINGAN WIRELESS ACCESS IN VEHICULAR ENVIRONMENT (WAVE) 802.11P

PERFORMANCE ANALYSIS OF FMIPV6 (FAST HANDOVER MOBILE IPV6) ON WIRELESS ACCESS NETWORK IN VEHICULAR ENVIRONMENT (WAVE) 802.11p

Syadwina Mayhani[1], Fazmah Arif Yulianto, ST., MT.[2], Anton Herutomo, S.T., M.Eng.[3]

[1, 2, 3] Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung
[1]syadwina.mayhani@gmail.com, [2]faz@telkomuniversity.ac.id, [3]anton.herutomo@gmail.com

Abstrak

Mobile IPv6 (MIPv6) merupakan protokol yang memungkinkan Mobile Node (MN) untuk tetap dicapai dalam Internet IPv6. Paket yang ditujukan untuk Home Address (HA) sebuah MN secara transparan dirutekan ke Care of Address (CoA) yang menunjukkan lokasi MN pada saat itu. Namun teknologi MIPv6 ini masih dirasa kurang dalam memenuhi kebutuhan konektivitas *mobile user*. Dengan protokol tambahan *Fast Handover for Mobile IPv6* (FMIPv6) pada MIPv6 akan memungkinkan sebuah MN untuk mengkonfigurasi CoA baru sebelum MN tersebut berpindah dan terhubung dengan jaringan yang baru. Adakalanya sesuai kondisi keadaan di jalan, MN dapat bergerak sangat cepat, adapula kondisi terjadi kepadatan yang besar. Dengan kondisi jalan seperti itu, perlu diketahui apakah metode *Handover* menggunakan FMIPv6 akan baik bila digunakan ketika kedua kasus tersebut terjadi. Tugas akhir ini akan membandingkan pengaruh jumlah MN dengan kecepatan pergerakan MN terhadap kinerja FMIPv6 pada jaringan Wireless Access Networks in Vehicular Environments (WAVE) dengan cara membangun simulasi dibuat menggunakan NS-2.31 dan SUMO 0.12.3 dengan dua lingkungan yaitu *Urban* dan *Highway* dengan perubahan kecepatan node dan jumlah kepadatan node dengan waktu pengamatan 180 detik untuk masing-masing skenario. Selain itu akan dilakukan analisis terhadap parameter standar kualitas dan kelayakan dari layanan (QoS) yang meliputi *handoff latency, delay, throughput* dan *packet delivery ratio.* Setelah melakukan simulasi didapatkan bahwa baik jumlah node dan kecepatan MN akan mempengaruhi performansi FMIPv6, makin banyak jumlah node menyebabkan kenaikan nilai *handoff latency*, begitu juga dengan kecepatan yang semakin meningkat akan membuat nilai *handoff latency* semakin besar.

Kata kunci: Mobile IP, FMIPv6, WAVE, NS-2, SUMO 0.12.3

Abstract

Mobile IPv6 (MIPv6) is a protocol allows the Mobile Node (MN) to remain reachable in IPv6 Internet. Packets addressed to a MN's Home Address (HA) are transparently routed to its Care-of Address (CoA) that show MN current location. But this technology is still considered less in meeting the needs of the connectivity for mobility user. With the additional protocol Fast Handover for Mobile IPv6 (FMIPv6) will allow a MN to configure new CoA before MN move and connected to the next network. Sometimes, according to the conditions in the state of the road, the mobile nodes can move very quickly, another hand, those conditions occur a large number of density. With road conditions like that, whether using FMIPv6 handover method on both cases occurred. This final project will compare the effect of the amount of the MN and MN speed movement of the performance FMIPv6 in network Wireless Access Networks In Vehicular Environments (WAVE) by building a simulation created using NS-2.31* **and SUMO 0.12.3** *with two environments, Urban and Highway with change of velocity nodes and the number density of nodes with the observation time of 180 seconds for each scenario. Then do an analysis of the parameters of quality standards and the feasibility of service (QoS) which includes handoff latency, delay, throughput and packet delivery ratio. After finishing the simulation, show that both the number of nodes and speed will affect the performance FMIPv6 MN, the more the number of nodes causes increase in value handoff latency, as well as increasing the speed will make the handoff latency greater value.

***Keywords: Mobile IP, FMIPv6, WAVE, NS*-2, SUMO 0.12.3**

1. Pendahuluan

Mobile Internet Protocol (Mobile IP) adalah suatu protokol internet baru yang direkomendasikan untuk kebutuhan mobilitas ini. Mobilitas host menjadi sangat penting diperhatikan karena sifatnya yang selalu berpindah-pindah (dinamis) dengan syarat konektivitas yang tidak terputus. Dalam perpindahan tersebut akan membuat *host* mengalami perpindahan dari satu jaringan ke jaringan lain yang disebut dengan *handover*.[2]

Agar kecepatan konektivitas tetap terjaga dan tidak terputus pada saat mobilitas dengan kecepatan tinggi, maka proses *handover* pun harus cukup cepat agar tidak mengganggu konektivitas jaringan *user*. Mobilitas untuk protokol IPv6 dikembangkan untuk memperbolehkan *node* IPv6 untuk berpindah titik akses jaringan tanpa adanya ganggunan. Dengan protokol tambahan *Fast Handover for Mobile IPv6* (FMIPv6) pada Mobile IPv6 (MIPv6) akan mengatasi masalah *handover* yang membutuhkan waktu lebih lama. FMIPv6 memungkinkan sebuah MN (*Mobile Node)* untuk mengkonfigurasi CoA (*Care of Address*) baru sebelum MN tersebut berpindah dan terhubung dengan jaringan yang baru. Akan tetapi pengiriman suatu data pada saat perpindahan tidak luput dari kendala-kendala terlebih jika ditinjau dari segi kecepatan mobilitas *user* maupun dari segi jumlah node. Sehingga dapat memungkinan FMIPv6 mengalami penurunan kinerja saat proses *handover*. [2]

Adakalanya sesuai kondisi keadaan di jalan, MN dapat bergerak sangat cepat, adapula kondisi terjadi jumlah kepadatan yang besar. Dengan kondisi jalan seperti itu, perlu diketahui apakah metode *Fast Handover* menggunakan FMIPv6 baik digunakan saat kedua kasus tersebut terjadi. Tugas akhir ini akan membandingkan pengaruh jumlah MN dengan kecepatan pergerakan MN terhadap kinerja FMIPv6 dengan cara membangun simulasi jaringan pada MIPv6 yang menggunakan FMIPv6 pada jaringan Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE), kemudian akan dilakukan analisis terhadap parameter standar kualitas dan kelayakan dari layanan (QoS) yang meliputi *handoff latency*, *delay*, *throughput* dan *packet delivery ratio.*

Dari hasil analisis yang diperoleh, maka diharapkan dapat memberikan gambaran secara jelas mengenai kinerja FMIPv6 yang dipengaruhi oleh kecepatan perpindahan MN dan jumlah *mobile* yang disimulasikan pada jaringan WAVE, sehingga dapat diketahui apakah FMIPv6 cocok untuk pergerakan MN yang cukup tinggi dan jumlah kepadatan MN yang bergerak tiap detiknya.

2.Dasar Teori

2.1 Fast Handover for Mobile IPv6

Tujuan dari protokol FMIPv6 (RFC 4068) adalah untuk memungkinkan sebuah MN untuk mengkonfigurasi CoA yang baru, sebelum MN tersebut berpindah dan terkoneksi ke jaringan yang baru. FMIPv6 ini juga mengijinkan MN untuk menggunakan CoA yang baru seketika dia mengkoneksikan dirinya ke jaringan yang baru. Selain itu, FMIPv6 mencari untuk mengeliminasi latensi yang terjadi ketika terjadi prosedur Binding Update dari MN dengan menyediakan sebuah *tunnel* dua arah antara jaringan yang lama dengan yang baru saat prosedur Binding Update sedang dilakukan.

FMIPv6 memiliki beberapa terminology baru :

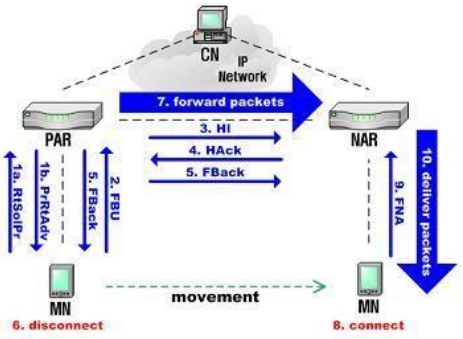
AR – Access Router. Default *router* dari MN, sebagai contoh adalah *router* dimana MN terkoneksi.

PAR – Previous Access Router. AR akan terlibat didalam penanganan trafik dari MN saat perpindahan. PAR adalah *router* dimana MN terkoneksi sebelum melakukan perpindahan.

NAR – New Access Router. NAR adalah *router* dimana MN terkoneksi setelah melakukan perpindahan.

PCoA – Previous Care of Address. CoA yang dimiliki oleh MN sebelum pindah.

NCoA – New CoA. CoA yang dimiliki MN setelah dia berpindah ke jaringan yang baru.[6]



Gambar 1 Proses Handover FMIPv6 [7]

Metode Fast Handover merupakan sebuah ekstensi yang ditawarkan untuk MIPv6 dan menyerupai sebuah kombinasi Pre-Registrasion dan Post-Registrasion. Dengan proses Pre-Registrasion, MN memiliki keuntungan untuk mempersiapkan proses registrasi dengan New Access Router (NAR) dan memperoleh Next CoA saat masih terhubung dengan Previous Access Router (PAR). Proses Post-Registration membuat MN dapat meginstruksikan PAR untuk meneruskan paket yang dialamatkan ke Previcious CoA ke Next CoA. Inti dari potokol FMIPv6 adalah sebuah Access Router harus tahu Access Router lainnya yang berdekatan yang memungkinkan MN akan terkoneksi ke AR tersebut.[6]

2.2 Wireless Access Vehicular Environment

WAVE adalah salah satu bagian dari kelompok standar protokol untuk DSRC. Penelitian yang dilakukan oleh IEEE menjelaskan bahwa fitur-fitur yang dikenal dengan WAVE adalah standar 802.11p.Protokol 802.11p memodifikasi standar 802.11 untuk menambahkan dukungan untuk jaringan area lokal nirkabel (WLAN) di lingkungan kendaraan. Aplikasi utama 802.11p adalah untuk komunikasi kendaraan-ke-kendaraan. IEEE 802.11p

adalah rancangan amandemen dari IEEE 802.11 standar untuk menambah akses nirkabel di dalam kendaraan lingkungan (WAVE) untuk mendukung Intelligent Transportation Systems (ITS) dimana mobil yang awalnya hanya berfungsi untuk alat transportasi, kini dirancang untuk bisa menjadi alat komunikasi *mobile*. Hal ini mencakup pertukaran data berkecepatan tinggi antara kendaraan ke kendaraan dan infrastruktur jalan pada lisensi pita 5,9 GHz (5,85-5,925 GHz). [1]

2.3 Parameter QoS yang Digunakan

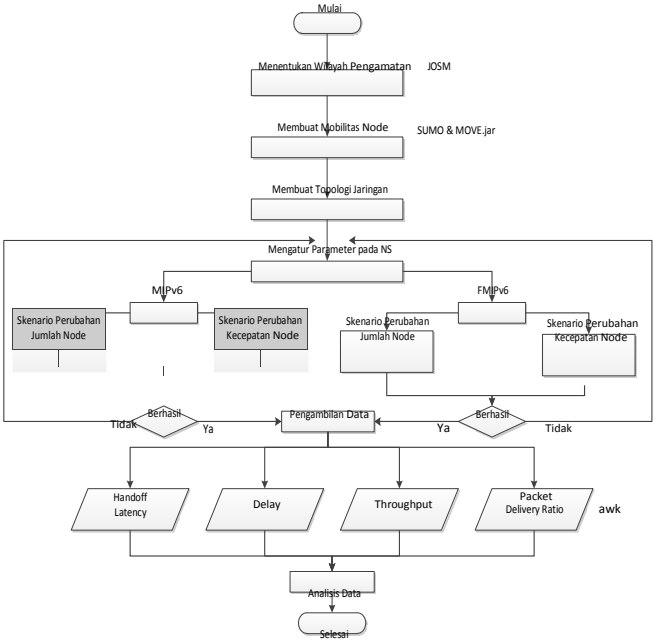
Handoff Latency : Waktu yang terhitung sejak paket terakhir dari rute pengiriman paket lama hingga paket pertama diterima oleh *mobile node* dari rute pengiriman paket baru setelah terjadinya handover.
Delay : Waktu yang dibutuhkan oleh sebuah paket data terhitung ketika paket data dikirimkan hingga data diterima oleh receiver.
Throughput : Banyak bit yang diterima oleh suatu suatu *node* dalam selang waktu pengamatan tertentu. Satuan yang digunakan adalah kbps (kb/second).
Packet Delivery Ratio: Rasio jumlah paket data yang sukses diterima oleh tujuan dengan jumlah paket yang dikirimkan ke tujuan baik paket itu sukses diterima maupun gagal. Satuan yang digunakan adalah persen (%).

3. Perancangan Sistem

3.1 Gambaran Umum Sistem

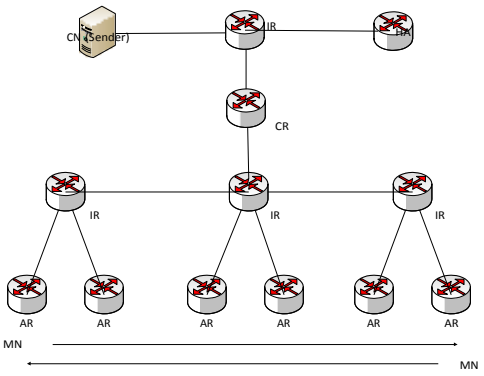
Tabel 1 Parameter-parameter pada Simulasi

Parameter	Nilai
Protokol *Routing*	NOAH
Simulator	NS 2.31
MAC Type	IEEE 802.11p
Frekuensi	5,9 GHz
Transimitter Range	1000 m
Antenna	OmniDirectional
Area	3900 x 9650 m (*urban*) dan 7100 x 3150 m (*highway*)
Kecepatan *Node*	30-50km/jam(*urban*) dan 80-120 km/jam (*highway*)
Jumlah *Node*	30, 50, 70 *node*/jam
Waktu simulasi	180 detik
Transport	TCP
Traffic Type	FTP
Packet Size	512 Kb



Gambar 2 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Topologi Jaringan



Gambar 3 Topologi Jaringan pada Simulasi FMIPv6

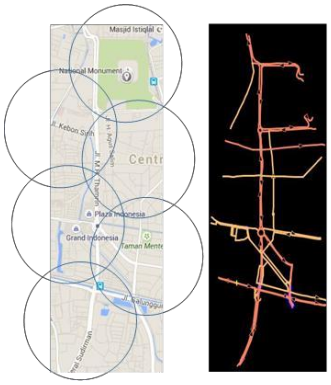
Menurut standar Cisco [4] luas area overlap yang direkomendasikan yakni antara 10% - 20% dari cakupan BS agar tidak terjadi area blackout. Karena pada simulasi setiap BS memiliki jangkauan sekitar 1000 m, maka

sepanjang 200 m merupakan bagian overlap adapun total daerah overlap sebesar 400 m, sehingga jarak antar BS berkisar 1600 m.

3.3 Skenario Simulasi

Berdasarkan studi litelatur banyak kendaraan yang melintas di ruas Jalan MH Thamrin adalah sebanyak 4000 kendaraan per jam atau sekitar 67 kendaraan per menit atau 200 kendaraan per tiga menit. Dengan kecepatan maksimal sebesar 50 km/jam sesuai den

gan batas kecepatan kendaraan menurut undang-undang kepolisian [4][5]. Sedangkan untuk lingkungan *highway* jumlah *node* yang diujikan sesuai dengan data volume kendaraan milik PT. Jasamarga kurang lebih 400 kendaraan per menit [3]. Karena simulasi dilakukan selama 180 detik dan hanya 8 km, sehingga jumlah *node* pada lingkungan *highway* yang digunakan adalah berkisar antara 90 sampai dengan 210 *node* sesuai data [4]. Kecepatan yang diujikan berkisar antara 80km/jam-120km/jam mengikuti aturan seperti yang dikatakan pada Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, pasal 287 ayat 5 [5].



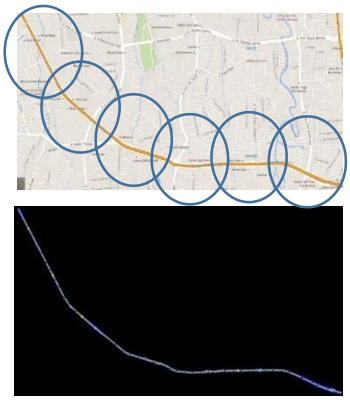
Gambar 4 Peta Area Simulasi Urban

Tabel 2 Skenario Jumlah Node pada Urban

Jumlah Mobile Node per Jam	Kelajuan
30	50 km/jam atau 13,89 m/s
50	50 km/jam atau 13,89 m/s
70	50 km/jam atau 13,89 m/s

Tabel 3 Skenario Kecepatan Node pada Urban

Jumlah Mobile Node per Jam	Kelajuan
50	30 km/jam atau 8,33 m/s
50	40 km/jam atau 11,11 m/s
50	50 km/jam atau 13,89 m/s



Gambar 5 Peta Area Simulasi Jalan Bebas Hambatan

Tabel 4 Skenario Jumlah Node pada Highway

Jumlah Mobile Node per Jam	Kelajuan
30	100 km/jam atau 27,78 m/s
50	100 km/jam atau 27,78 m/s
70	100 km/jam atau 27,78 m/s

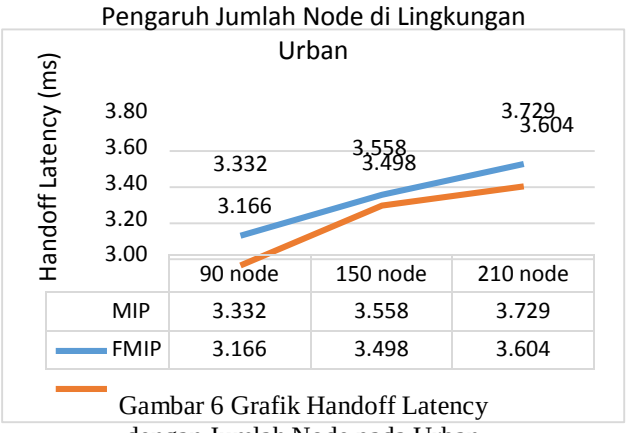
Tabel 5 Skenario Kecepatan Node pada Highway

Jumlah Mobile Node per Jam	Kelajuan
50	80 km/jam atau 22,22 m/s
50	100 km/jam atau 27,78 m/s
50	120 km/jam atau 33.33 m/s

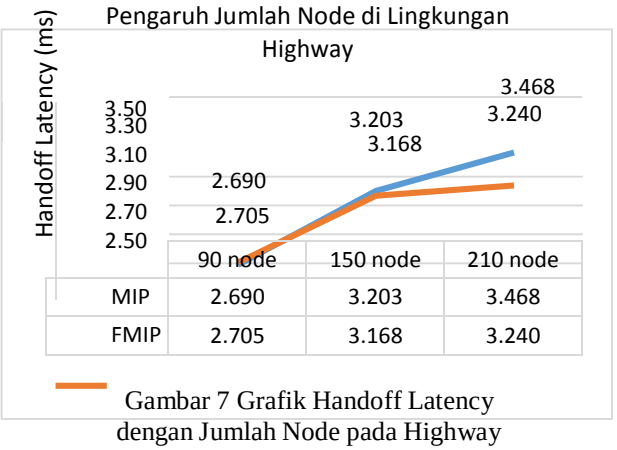
4. Analisis Hasil Simulasi

4.1 Hasil Pengujian Skenario

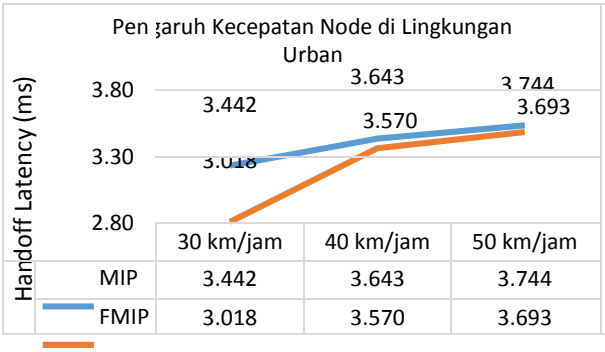
4.1.1 Handoff Latency



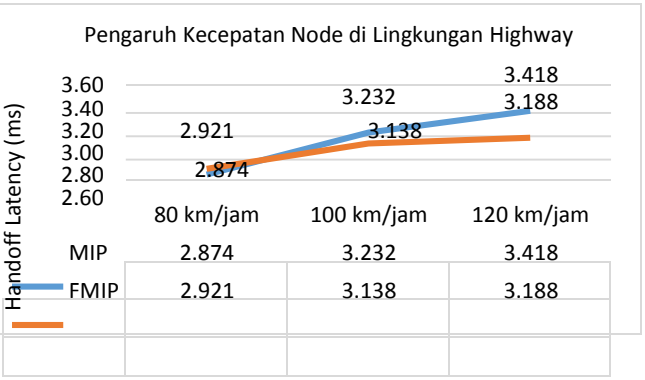
Gambar 6 Grafik Handoff Latency dengan Jumlah Node pada Urban



Gambar 7 Grafik Handoff Latency dengan Jumlah Node pada Highway



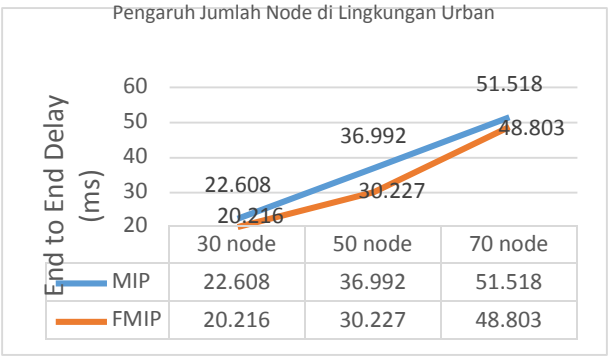
Gambar 8 Grafik Handoff Latency dengan Kecepatan Node pada Urban



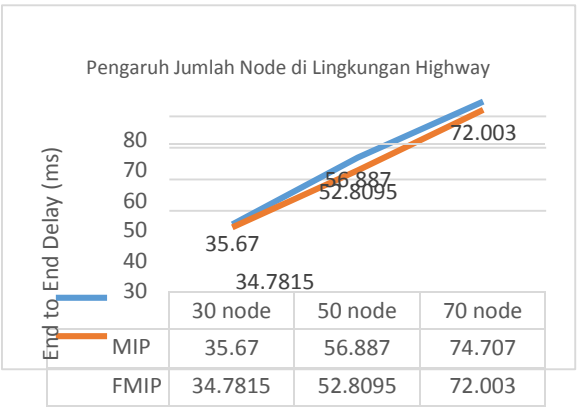
Gambar 9 Grafik Handoff Latency dengan Kecepatan Node pada Highway

Perubahan jumlah *node* yang semakin meningkat didapatkan mengakibatkan *handoff latency* semakin besar, dengan bertambah jumlah *node* maka kualitas layanan pun akan terbagi kepada *node-node* tersebut sehingga menurunkan performansi handover. MIPv6 ini akan kalah pada jumlah *node* yang cukup besar karena pesan FMIPv6 dapat mengetahui *link* ketetanggannya sebelum melakukan handover. *Handoff latency* berbanding lurus dengan besar kecepatan *node*. FMIPv6 akan mempersipakan proses handover dengan memberikan info ketetanggan menggunakan deteksi pergerakan. Dengan kecepatan *node* yang semakin meningkat, pesan BU harus dapat menyeimbangi dengan deteksi pergerakan, ketidaksinkronan dapat membuat proses handover memakan waktu lebih lama.

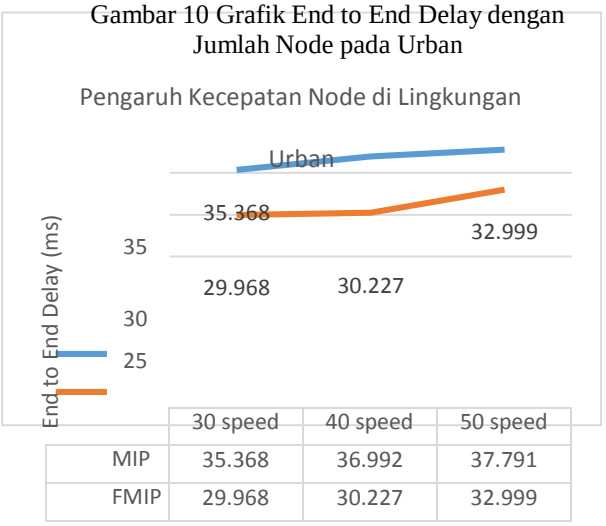
4.1.2 End to End **Delay**



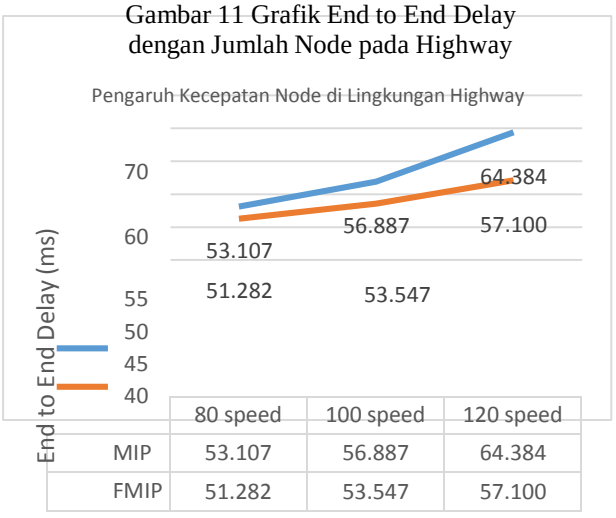
Gambar 10 Grafik End to End Delay dengan Jumlah Node pada Urban



Gambar 11 Grafik End to End Delay dengan Jumlah Node pada Highway



Gambar 12 Grafik End to End Delay dengan Kecepatan Node pada Urban

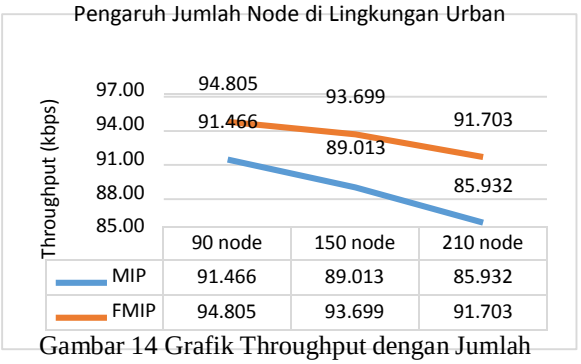


Grafik 13 Grafik End to End Delay dengan Kecepatan Node pada Highway

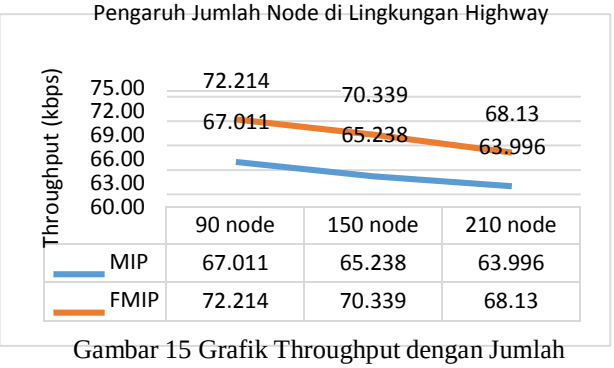
FMIPv6 memberikan nilai yang lebih baik dibandingkan MIPv6 karena pada FMIPv6, CN yang langsung mengirimkan pada MN. Kedua protokol tersebut mengalami kenaikan *delay* seiring dengan kenaikan jumlah *node* hal ini karena terjadi pembagian *bandwidth* seiring dengan bertambahnya *node* sehingga menyebabkan *delay* makin naik. *Delay* pada lingkungan *urban* lebih besar dibanding lingkungan jalur bebas hambatan, karena pada *urban* kecepatan *node* lebih kecil, sehingga mengakibatkan kepadatan *node* pada titik-titik persimpangan.

Rata-rata *delay* dapat dikatakan tidak mengalami kenaikan yang signifikan. Karena CN akan terus mengirim paket data ke setiap node tidak memperhatikan posisi mobile node, karena yang lebih berperan dalam pengiriman sesuai posisi mobile node adalah PAR dan NAR. FMIPv6 memiliki *delay* yang lebih kecil dibanding dengan MIPv6 karena paket MIPv6 dari CN dapat dikirim ke HA terlebih dahulu yang meneybabkan trafik penuh.

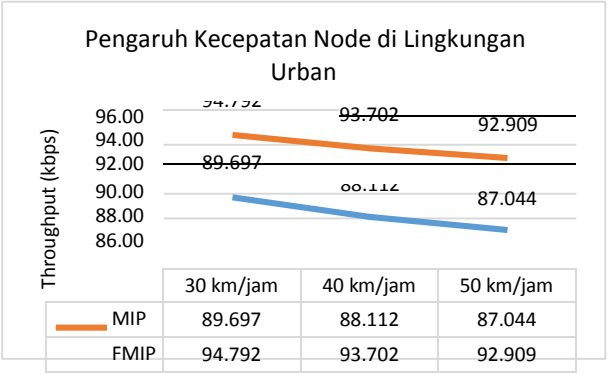
4.1.3 Throughput



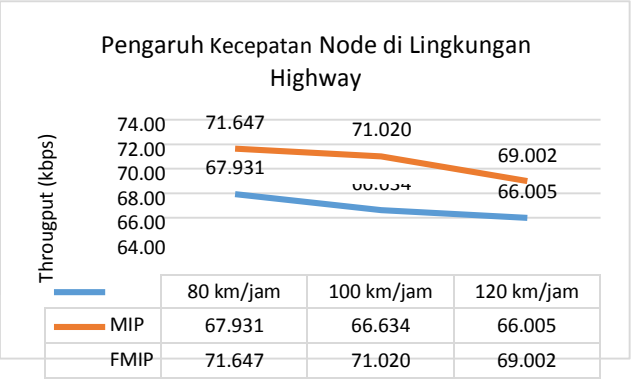
Gambar 14 Grafik Throughput dengan Jumlah Node pada Urban



Gambar 15 Grafik Throughput dengan Jumlah Node pada Highway



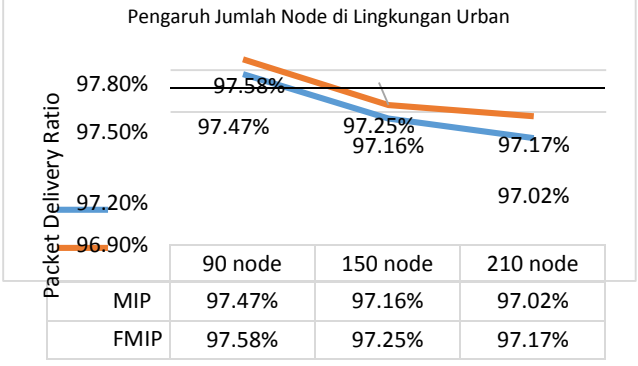
Gambar 16 Grafik Throughput dengan Kecepatan Node pada Highway



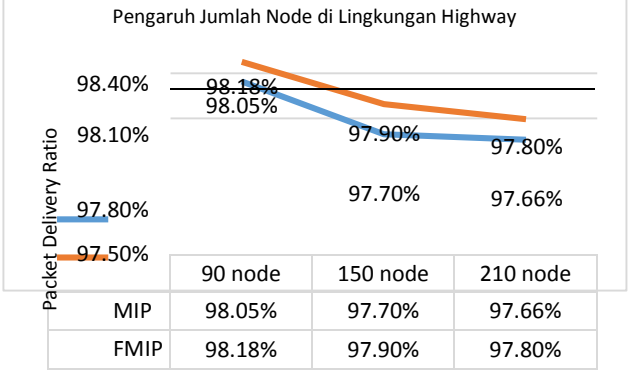
Gambar 17 Grafik Throughput dengan Kecepatan Node pada Highway

FMIPv6 memberikan *throughput* yang lebih baik dibandingkan MIPv6 karena FMIPv6 sebelum melakukan handoff sudah mengantisipasi perpindahan dan memberitahu ke NAR, ketika MN sampai ke subnet baru, paket dapat langsung dikirim. Seiring dengan kenaikan jumlah *node*, *throughput* baik MIPv6 dan FMIPv6 mengalami penurunan karena pembagian layanan jaringan ke setiap *node*. *Throughput* pada lingkungan *urban* lebih besar dibanding lingkungan jalan tol karena *node* pada *urban* berada pada suatu subnet lebih lama dibandingkan di jalan tol yang mengalami perpindahan subnet lebih cepat, sehingga MN akan dapat menerima paket lebih banyak.

4.1.4 Packet Delivery Ratio

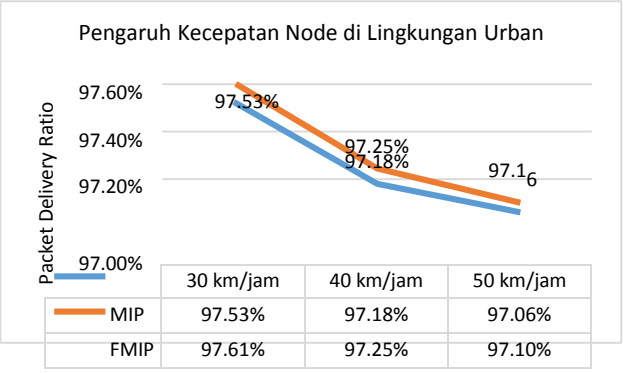


Gambar 18 Grafik PDR dengan Jumlah Node pada Urban

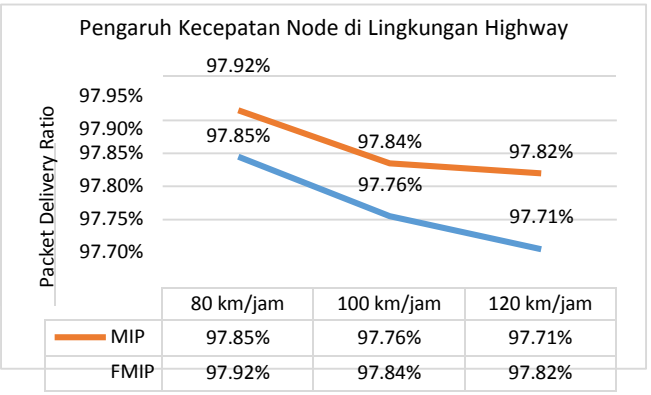


Gambar 19 Grafik PDR dengan Kecepatan Node pada Highway

FMIPv6 memiliki performa yang lebih baik dibandingkan M IPv6. Semakin banyak *node* maka trafik jaringan makin padat bahkan dapat mengakibatkan *packet loss*. Perbandingan paket terkirim pada lingkungan *urban* maupun *highway*, karena jumlah paket yang dikirim baik pada kedua lingkungan tersebut tidak jauh beda karena jumlah *node* yang sama. FMIPv6 masih menunjukkan *throughput* yang lebih baik dibandingkan MIPv6. Karena FMIPv6 dapat memberikan *handoff latency* yang lebih kecil sehingga *throughput* yang didapat pun lebih baik.



Gambar 20 Grafik PDR dengan Kecepatan Node pada Urban



Gambar 21 Grafik PDR dengan Kecepatan Node pada Highway

Semakin cepat pergerakan *node* maka paket data dapat tidak dit erima oleh MN karena jika handoff tidak mengimbangi MN sudah pindah ke lain subnet terlebih dahulu. Selain itu, bila informasi keadaan tidak update, maka paket akan menumpuknya paket pada AR dapat mengakibatkan paket dibuang. Perbandingan paket terkirim pada lingkungan *urban* maupun jalan tol tidak jauh berbeda, karena jumlah paket yang dikirim baik pada kedua lingkungan tersebut tidak jauh beda karena jumlah *node* yang sama.

4.2 Analisa Hasil Keseluruhan Pengujian

Dari hasil beberapa parameter pengujian pada bab 4.2 dapat dilakukan analisa terhadap hasil pengujian tersebut. Yang menjadi fokus maslaah pada Mobile IP adalah *handover latency* dan *packet loss.* Dapat dikatakan FMIPv6 memberikan hasil *handoff latency* yang lebih baik dibandingkan dengan MIPv6. Hal ini dikarenakan FMIPv6 memiliki pendekatan '*make-before-break*'.

Ketika MN memiliki informasi tentang keterikatan subnet selanjutnya. MN mengirimkan pesan RtSolPr ke PAR beserta info ke titik mana dia akan pindah. Setelah PAR menerima pesan MN ingin berpindah ke NAR, PAR membangun CoA baru berdasarkan interface ID MN dan subnet prefix NAR, kemudian membalas MN dengan pesan PrRtAdv yang berisi CoA baru yang diusulkan dan alamat IP NAR dan informasi *link layer* NAR. Kemudian MN mengirimkan FBU sebagai pesan terakhir sebelum handover dilakukan.

```
M 0.00000 4194305 (2625.78, 646.99, 0.00), (2625.78, 646.99), 1.00
M 0.00000 4194305 (2625.78, 646.99, 0.00), (2626.54, 646.80), 1.92
M 1.00000 4194305 (2626.54, 646.80, 0.00), (2627.86, 646.48), 3.38
s 0.555880716 _7_ AGT  --- 105 udp 52 [0 0 0 0] ------- [4194305:0 -1:0 32 0]
r 0.557007538 _100_ MAC  --- 105 udp 72 [0 ffffffff 1 800] ------- [4194305:0 -1:0 32 0]
r 0.557032538 _100_ AGT  --- 105 udp 72 [0 ffffffff 1 800] ------- [4194305:0 -1:0 31 0]
s 0.557032538 _100_ AGT  --- 107 udp 48 [0 0 0 0] ------- [16779264:0 4194305:0 32 0]
+ 0.557033 100 4 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
- 0.557033 100 4 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
r 0.559109 100 4 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
+ 0.559109 4 1 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
- 0.559109 4 1 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
r 0.569135 4 1 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
+ 0.569135 1 2 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
- 0.569135 1 2 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
r 0.599139 1 2 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
+ 0.599139 2 6 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
- 0.599139 2 6 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
r 0.609144 2 6 udp 48 ------- 0 4.1.0.0 1.0.1.0 0 107
```

Gambar 21 MN (node 7) berpindah dan memberikan BU ke HA (node 6)

```
6.032899 simple timeout 0.500000 [COA 1023.2047.2047]
         no BSs in range
```

Gambar 22 Timeout 5 Detik karena Tidak Menerima ACK

```
+ 65.637616 4 100 tcp 572 ------- 35 0.0.0.1 4.1.0.1 1012 159501
- 65.637616 4 100 tcp 572 ------- 35 0.0.0.1 4.1.0.1 1012 159501
r 65.640531 4 100 tcp 572 ------- 35 0.0.0.1 4.1.0.1 1012 159501
D 65.640555842 _100_ IFQ  --- 159501 tcp 552 [0 24 5e 800] ------
```

Gambar 23 AR (node 100) Membuang Paket 159501 dari IR (node 4)

Pada waktu yang bersamaan ketika PAR mengirim PrRtAdv, PAR juga mengirim HI ke NAR yang berisi oCoA MN yang lama dan nCoA MN yang diusulkan. Setelah NAR menerima HI, NAR memastikan apakah sudah ada Neighbor Cache untuk nCoA yang diusulkan tersebut, jika nCoA sudah disetujui oleh NAR, maka NAR akan menambahkan nCoA pada daftar Neighbor Cache dan mengirimkan pesan balasan HAck bahwa nCoA yang diusulkan valid kepada PAR. Setelah menerima HAck, PAR menyiapkan untuk meneruskan paket untuk MN ke NAR dan membalas pesan FBU yang sebelumnya dari MN dengan FBAck, pesan FBAck juga dikirimkan ke NAR. Setelah MN tiba di NAR, MN akan mengirimkan FNA untuk menandakan MN siap menerima paket selanjutnya kemudian NAR akan mengirimkan paket tersebut. Setelah proses fast handover selesai, MN akan mengikuti proses biasa seperti MIPv6 untuk menginformasikan HA dan CN tentang lokasi baru melalui pesan BU.

Proses handover tersebut membuat paket TCP dapat ditransmisikan ulang oleh CN, karena paket TCP sesuai standar NIST ketika ada data yang tidak mendapatkan ACK selama 3-5 detik maka akan dilakukan retransmisi data, sehingga menyebabkan paket yang ada di AR semakin banyak dan membebani jaringan yang

dapat menyebabkan paket dibuang. Hal ini akan menyebabkan *throughput* mengalami penurunan seiring dengan pertambahan jumlah *node*, karena makin banyak paket yang harus ditampung AR utuk setiap *node*.

Semakin cepat pergerakan *node* maka paket data dapat tidak diterima oleh MN karena jika handoff tidak mengimbangi MN sudah pindah ke lain subnet terlebih dahulu. Selain itu, bila informasi keadaan tidak update, maka paket akan menumpuknya paket pada AR dapat mengakibatkan paket dibuang. Hal ini dapat mempengaruhi kulaitas throughput maupun rasio paket terkirim.

Akibat kecepatan MN yang memicu perpindahan ke subnet yang baru dengan lebih cepat, tidak begitu mempengaruhi *end to end delay* karena paket akan terus dikirimkan ke setiap *router* dengan interval waktu tetap tanpa memperhatikan perpindahan MN karena yang lebih mengatur pengiriman paket ke MN adalah PAR dan NAR. *Delay link* akan lebih berpengaruh terhadap jumlah *node* karena dapat membebani jaringan.

Dari analisa keseluruhan protokol FMIPv6 dapat dikatakan memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan dengan protokol MIPv6, tetapi kedua protokol tersebut masih dikatakan baik untuk layanan TCP karena keduanya memberikan *delay* dalam batas cukup yang ditetapkan oleh standar ITU-T G.114 yaitu diantara 0 - 150 ms [11]. Untuk PDR standar ITU-T G.114 dikatakan baik apabila *packet loss* 0 – 3 %, sehingga untuk PDR untuk protokol FMIPv6 termasuk dalam kategori dapat diterima karena rata-rata PDR FMIPv6 bernilai lebih dari 97%.

5 . Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan tujuan dari Tugas Akhir ini serta hasil dari pengujian dan analisa terhadap performansi FMIPv6, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- Kecepatan tiap *node* dan jumlah *node* memberi dampak terhadap performansi FMIPv6, karena mempengaruhi nilai *handoff latency* sehingga semakin besar kecepatan *node* dan jumlah *node*, mengakibatkan penurunan performansi FMIPv6.
- Kecepatan tiap *node* tidak begitu mempengaruhi *delay*, karena paket dari CN akan terus dikirimkan tanpa memperhatikan kecepatan *node*, tetapi jumlah *node* memiliki pengaruh terhadap *delay* karena dapat membebani jaringan.
- Nilai *throughput* dan PDR dipengaruhi baik oleh jumlah *node* maupun kecepatan *node*, semakain banyak jumlah *node* dan semakin besar kecepatan *node* nilai *throughput* dan PDR akan berbanding terbalik.
- FMIPv6 memiliki performansi yang lebih baik jika dibandingan dengan MIPv6, dan juga protokol FMIPv6 masih memenuhi standar yang direkomendasikan oleh ITU-T G.114.

Untuk penelitian selanjutnya perlu diujikan pada jaringan selain 802.11p, seperti protocol wireless 802.11 a/b/g/n, atau 802.16 juga di jaringan seluler seperti 3G atau LTE. Selain itu masih banyak protocol-protokol handover yang perlu dibandingkan dengan FMIPv6, seperti HMIPv6 dan PMIPv6. Dapat dilakuakan pengujian FMIPv6 terhadap jenis-jenis layanan multimedia lainnya seperti VoIP dan Video Streaming. Untuk mendapatkan batas maksimal jumlah *node* yang dapat ditangani oleh protocol FMIPv6 perlu diuji dengan jumlah *node* yang lebih banyak dan juga memperbesar area simulasi, alangkah baiknya simulasi dijalankan menggunakan pararel computing karena dikhawatirkan jika dengan single prosesor akan mengalami kehabisan memori.

Daftar Pustaka:

[1] D. M. Weigle, "Standards: WAVE / DSRC / 802.11p," Old Dominion University, Washigton DC, 2008.

[2] F. A. Setiawan, "Analisis Perbandingan Kualitas VoIP menggunakan CODEC G.711 dan GSM dengan Menggunakan Metode Fast Handover pada Mobile IPv6 (FMIPv6)," 2010. Tugas Akhir

[3] Jasa Marga, "Volume Lalu Lintas," [Online]. Available: http://www.jasamarga.com/id_/kinerja-perusahaan/volume-lalu-lintas.html. [Accessed April 2014].

[4] M. A. Perdana, "Sehari, 160 Ribu Kendaraan Lewat Sudirman-Thamrin," TEMPO.CO, 10 Desember 2012. [Online]. Available: http://metro.tempo.co/read/news/2012/12/10/083447021/Sehari-160-Ribu-Kendaraan-Lewat-Sudirman-Thamrin. [Accessed April 2014].

[5] National Traffic Management Centre, "Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, pasal 287 ayat 5 Tentang Batas Kecepatan Kendaraan," NTMC, 26 Januari 2012. [Online]. Available: http://ntmc-korlantaspolri.blogspot.com/2012/01/undang-undang-nomor-22-tahun-2009-pasal.html. [Accessed April 2014].

[6] R. Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," IETF, Juli 2005. [Online]. Available: http://www.ietf.org/rfc/rfc4068.txt. [Accessed Mei 2014].

[7] S. Al-farisyi, "Analisa Performa Jaringan Mobile IPv6 degan Aplikasi Transferfile menggunkan protocol FTP dan SFTP pada Vertical Handover," 2012. Tugas Akhir