

Pengaruh *Vertical Handover* pada Kinerja Video Teleconference dalam Jaringan *Mobile IPv6*

Supriyanto¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.

Informasi Artikel

Naskah Diterima : 15 Nopember 2021

Direvisi : 17 Nopember 2021

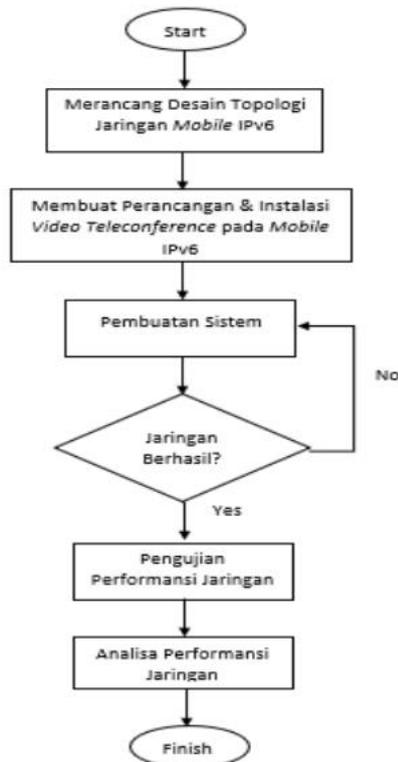
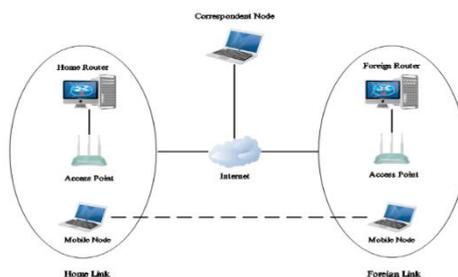
Disetujui : 17 Nopember 2021

doi: 10.36055/setrum.v10i2.13052

*Korespondensi Penulis :

supriyanto@untirta.ac.id

Graphical abstract



Abstract

Modern humans use the internet in all their life activities, so it is hoped that an internet connection will still be available even if the user moves from place to place. To provide easy internet connection that supports user mobility, the Mobile IPv6 protocol has been developed. One of the processes that occur in providing continuous connections is handover, which is the process of changing traffic channels automatically on a network that is being used to communicate without any network disconnection. The favorite application during the covid-19 pandemic is the video teleconference application which is widely used as a medium for meetings and learning. To ensure meeting quality, it is necessary to justify the appropriate type of video teleconference application and its performance on the Mobile IPv6 network. Several researchers have published research results on the performance of video teleconferencing on Mobile IPv6 but have not provided recommendations for the type of video. This study aims to compare the performance of Zoom Meet video teleconference with Google Meet on Mobile IPv6 network. The experimental results show that the network throughput in the Google Meet application is 9% greater than Zoom Meet, but the delay in Google Meet is also higher than Zoom Meet with a difference of 3%. Although there are differences in throughput and delay values, the quality of the handover success ratio of the two applications shows 100% success.

Keywords: Mobile IPv6, Handover, Performance, Video Teleconference.

Abstrak

Manusia modern menggunakan internet dalam semua aktivitas kehidupannya, sehingga diharapkan koneksi internet tetap tersedia walaupun pengguna berpindah tempat. Untuk memberikan kemudahan koneksi internet yang mendukung mobilitas pengguna, telah dikembangkan protokol Mobile IPv6. Salah satu proses yang terjadi pada penyediaan koneksi terus-menerus adalah handover yaitu proses pergantian kanal traffic secara otomatis pada suatu jaringan yang sedang digunakan untuk berkomunikasi tanpa adanya pemutusan hubungan jaringan. Aplikasi favorit pada masa pandemi covid-19 adalah aplikasi video teleconference yang banyak digunakan sebagai media pertemuan dan pembelajaran. Agar kualitas pertemuan terjamin diperlukan justifikasi jenis aplikasi video teleconference yang sesuai dan performanya pada jaringan Mobile IPv6. Beberapa peneliti telah mempublikasikan hasil penelitian tentang performa video teleconference pada Mobile IPv6, namun belum memberikan rekomendasi jenis videonya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa video teleconference Zoom Meet dengan Google Meet pada jaringan Mobile IPv6. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa throughput jaringan pada aplikasi Google Meet lebih besar 9% dari Zoom Meet, namun delay pada Google Meet juga lebih tinggi dari Zoom Meet dengan selisih 3%. Walaupun terdapat perbedaan nilai throughput dan delay, kualitas handover success ratio kedua aplikasi menunjukkan keberhasilan 100%.

Kata kunci: Mobile IPv6, Handover, Kinerja, Video Teleconference.

© 2021 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Pada dekade terakhir telah terjadi perkembangan teknologi yang sangat pesat dengan ditandai terjadinya gelombang revolusi industri 4.0. Teknologi inti pada era industri 4.0 adalah teknologi internet

yang mengalami peningkatan pengguna hingga lebih dari 1300 persen selama tahun 2000 hingga 2021 [1].

Pengguna internet memanfaatkan teknologi jaringan komputer global ini untuk berbagai keperluan hidup mulai dari sekedar mencari informasi hingga melakukan bisnis. Penggunaan internet yang bervariasi menyebabkan kebutuhan dukungan teknologi yang memungkinkan tidak terhentinya koneksi walaupun sedang bergerak. Untuk memberikan dukungan mobilitas, teknologi protokol internet generasi enam yang dikenal dengan IPv6 dilengkapi dengan pilihan dukungan mobile yang kemudian disebut sebagai Mobile IPv6 [2]. Generasi teknologi mobile yang digunakan sebelumnya adalah Mobile IP [3]. Mobile IP yang menggunakan protokol inti IPv4 menghadapi masalah ketersediaan alamat. Selain itu, teknologi Mobile IP juga memiliki masalah yang dikenal dengan triangle problem [4]. Untuk mengatasi masalah kekurangan alamat dan sekaligus triangle problem, IETF telah mengenalkan teknologi Mobile IPv6 yang juga telah dilengkapi dengan teknologi keamanan IPsec [5].

Proses transmisi paket pada Mobile IPv6 dijelaskan pada [6] yang menjelaskan tentang mekanisme handover pada Mobile IPv6 dalam dua model. Model pertama dikenal dengan bi-directional tunneling. Pada model ini dijelaskan pada saat correspondent node/CN (perangkat pasangan) mengirimkan paket IPv6 ke perangkat bergerak (Mobile Node/MN), maka paket akan melewati Home Agent (HA) terlebih dahulu sebelum kemudian diteruskan ke MN, begitu pula sebaliknya paket IPv6 akan melewati HA saat MN mengirimkan paket ke CN. Model yang kedua dikenal dengan model route optimization (optimalisasi rute). Pada model kedua ini, hanya paket pertama saja yang melewati HA. Setelah paket pertama terkirim dan diterima oleh MN, maka MN menginformasikan alamat barunya (Care of Address) kepada CN dalam bentuk pesan binding update. Setelah menerima pesan BU, maka CN akan menyimpan alamat tersebut pada binding list dan membalasnya dengan mengirim paket binding acknowledgement (BA). Setelah itu, paket berikutnya dapat langsung dikirimkan ke MN tanpa melewati HA.

Pada tahun 2019, dunia telah dilanda pandemi Covid-19 yang memaksa manusia untuk tidak keluar rumah, agar penyebaran virus covid-19 segera dapat dikendalikan. Terbatasnya mobilitas manusia, menyebabkan berbagai kegiatan kerja dan belajar dilakukan dari rumah (work from home). Kegiatan rapat dan belajar dilakukan dari rumah dengan menggunakan aplikasi video teleconference. Namun penggunaan aplikasi ini terkadang mengalami kendala jaringan yang saat ini masih menggunakan infrastruktur IPv4. Kendala ini terkadang menjadi masalah pada saat pengguna berpindah tempat. Potensi penyelesaian masalah adalah dengan menggunakan teknologi Mobile IPv6. Namun karena belum digunakan secara luas oleh pengguna, maka diperlukan adanya penelitian performa video teleconference jika menggunakan teknologi Mobile IPv6.

Penelitian yang dilakukan pada [7] menghasilkan kesimpulan bahwa teknologi Mobile IPv6 tidak dapat mencapai proses handover yang mulus. Peneliti juga melakukan proses handover di lapisan 2 dengan setting frekuensi pengiriman setinggi mungkin, tetap saja mengalami kehilangan paket (packet loss) jika menggunakan skenario video conference. Peneliti melanjutkan penelitiannya menggunakan teknologi Fast Mobile IPv6 dan menghasilkan proses transmisi paket tanpa kehilangan paket data. Penelitian ini juga menemukan pada saat menggunakan Fast Mobile IPv6, terjadi delay namun tidak mempengaruhi pengguna.

Paper [8] menganalisis pengaruh handover horisontal pada WLAN 802.11 terhadap performa streaming e-learning. Peneliti menggunakan perangkat Cisco 3500 series access point pada eksperimennya. Perangkat ini mendukung layanan handover dengan sistem jaringan existing, jaringan ad-hoc dan type hard handover. Hasil analisis menunjukkan bahwa performa jaringan semakin baik seiring dengan terjadinya pemulihan jaringan setelah proses handover. Paper ini juga telah mencoba menggunakan model VSS berbasis Web-SIG untuk meningkatkan efisiensi visualisasi streaming video IP Camera. Hasil uji coba kemudian dianalisis menggunakan analisa usability software. Hasil analisis menunjukkan bahwa fitur-fitur dalam Google Map API dapat berjalan dengan baik pada saat proses handover horisontal.

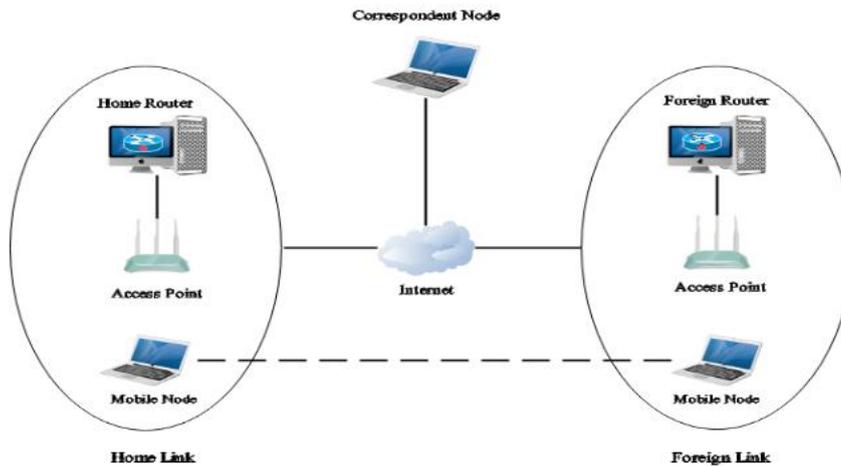
Pada penelitian [9] telah dilakukan eksperimen yang mengevaluasi performa transmisi paket secara real-time pada saat proses handover vertikal pada Mobile IPv6. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa performa transmisi paket IPv6 stabil pada saat overlap antara jaringan asal dengan jaringan tujuan. Koneksi antara CN dan MN sempat down pada saat terjadi konfigurasi CoA. Kesimpulan dari penelitian ini adalah jika proses pembangkitan CoA terjadi lebih cepat maka koneksi akan kembali up

secepatnya. Jika jaringan tujuan berjarak cukup jauh, kondisi down terjadi selama masa perjalanan menemukan jaringan baru. Setelah MN selesai melakukan konfigurasi CoA, maka koneksi akan tersambung kembali. Dengan demikian performa video pada proses handover sangat ditentukan oleh kecepatan MN memperoleh CoA.

Beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa masalah performa pengiriman paket IPv6 pada proses handover telah menarik perhatian para peneliti. Namun sayang penelitian-penelitian tersebut belum menyentuh pada performa aplikasi video teleconference yang sejak pandemi melanda sangat banyak digunakan masyarakat. Untuk itu penelitian tentang uji performa aplikasi video teleconference pada jaringan Mobile IPv6 khususnya pada saat proses handover sangat diperlukan. Paper ini berusaha untuk melakukan penelitian dengan eksperimen pengiriman paket video teleconference pada saat handover.

2. METODOLOGI

Penelitian ini membahas mengenai performa video teleconference pada proses handover vertikal dalam jaringan Mobile IPv6. Secara umum langkah-langkah penelitian ini tergambar pada diagram alir pada graphical abstract di halaman awal paper ini. Sedangkan implementasi dilakukan dalam sebuah jaringan berskala laboratorium seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Secara singkat, jaringan ini menggambarkan pada saat MN ingin berpindah jaringan dari jaringan semula (HA) menuju jaringan yang baru (FN) secara otomatis tanpa konfigurasi ulang. Namun demikian, MN masih dapat terhubung ke CN yang berada pada jaringan semula dan masih dapat saling berkomunikasi.



Gambar 1. Topologi Jaringan *Vertical Handover* Pada *Mobile IPv6*

Untuk dapat menguji keberhasilan perpindahan tersebut serta dapat mengamati kinerja dari jaringan *mobile IPv6* saat melakukan layanan *video teleconference*, maka dilakukanlah skenario pengujian yang terdiri dari 4 skenario pengujian, sebagai berikut:

1. Skenario 1 : *Mobile Node* berada di *Home Link*
2. Skenario 2 : *Mobile Node* berada di *Foreign Link*
3. Skenario 3 : *Mobile Node* Pada Saat terjadi *Overlap* jaringan
4. Skenario 4 : *Mobile Node* Pada Saat proses *Handover*

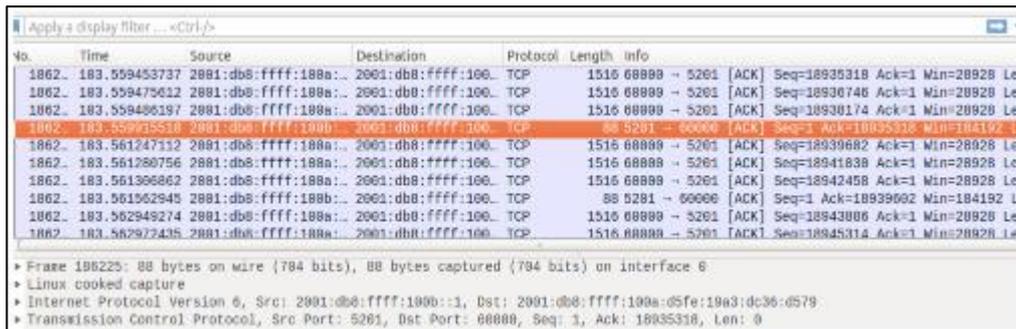
Sistem operasi yang digunakan untuk setiap node pada topologi Gambar 1 adalah Ubuntu 16.04 LTS Xenial Xerus. OS ini dipilih untuk mendukung beroperasinya jaringan *Vertical Handover*, sedangkan program aplikasi untuk komunikasi antara CN dan MN menggunakan aplikasi Zoom Meet dan Google Meet. Perangkat software lain yang digunakan pada saat pengujian ini adalah *wireshark* yang digunakan untuk mengamati paket-paket IPv6 dalam bentuk pesan TCP.

Pengujian dilakukan untuk mengukur kinerja jaringan *Mobile IPv6* yang sedang menjalankan

zoom meeting yang semula berada di *Home Link* dan berpindah ke *Foreign Link*. Eksperimen dilakukan sebanyak 20 kali percobaan selama tiga periode yaitu 2 menit, 4 menit, dan 6 menit. Pengukuran dimulai pada saat aplikasi *video teleconference* dioperasikan hingga berakhirnya waktu setting. Untuk mengetahui kinerja jaringan, digunakan 4 parameter yaitu *throughput*, *delay*, *packet loss* dan *handover success ratio*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Topologi jaringan Mobile IPv6 sebagaimana pada Gambar 1 telah disediakan dan dikonfigurasi di Laboratorium IcoNiC CoE Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Eksperimen dilakukan sesuai dengan skenario yang telah dirancang. Pada bagian ini disajikan hasil eksperimen dan analisis yang menjadi justifikasi kinerja aplikasi video teleconference pada jaringan Mobile IPv6. Proses transmisi paket pada jaringan yang telah dikonfigurasi dapat berjalan dengan baik. Gambar 2 adalah sebagian hasil capture transmisi paket menggunakan wireshark.



Gambar 2. Display Paket TCP pada Wireshark

Hasil yang ditunjukkan pada bagian ini adalah hasil eksperimen pada skenario 4 yaitu pada saat MN melakukan proses handover. Eksperimen dilakukan dengan mencatat nilai *throughput*, *delay*, dan *packet loss*. Hasil eksperimen untuk masing-masing parameter tersebut kemudian dianalisis sebagai berikut:

3.1. Hasil Pengujian *Throughput*

Percobaan penelitian ini dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dengan waktu yang bervariasi setiap 2 menit sekali dengan waktu maksimal selama 6 menit. Hasil pengujian dari percobaan *Throughput* pada seluruh skenario dapat di lihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Rata-rata *Throughput* pada semua Skenario

<i>Throughput</i> (Mbps)						
Format	Google Meeting			Zoom Meeting		
	120s	240s	360s	120s	240s	360s
Skenario 1	31.15	32	32.3	35.45	33.4	36.2
Skenario 2	27.05	28.85	29.35	28.5	29.9	30.4
Skenario 3	9.1	10.8	11.24	11.04	12.2	13.3
Skenario 4	16.5	19.1	19.6	17.2	20	23.2

Jika dibandingkan dengan nilai *Throughput* pada skenario 1 maka nilai *Throughput* Skenario 2, 3, dan 4 mengalami penurunan nilai. Perbedaan nilai *Throughput* skenario 1 dengan 2 ini terjadi dikarenakan MN melakukan *Video Teleconference* berbeda jaringan, perbedaan jaringan tersebut bisa mempengaruhi nilai *Throughput* yang dihasilkan. Sedangkan perbedaan nilai *Throughput* skenario 1 dengan 3 ini karena MN mengalami proses *Vertical Handover* yang mana posisi sebelumnya MN berada pada jaringan *Home*

Link yang kemudian berpindah *access* ke jaringan *Foreign Link*, tetapi MN pada saat tersebut MN belum terhubung ke *Foreign Link*. Perbedaan nilai *Throughput* skenario 1 dengan 4 dikarenakan MN mengalami proses *Vertical Handover* yang dimana sinyal *access point* pada *Home Link* sudah tidak tertangkap sehingga MN akan terhubung di *access point 2* pada *Home Link* yang memiliki sinyal yang cukup besar.

Pada skenario 4 yang terdapat proses handover, terjadi penurunan nilai *throughput* yang tidak lebih dari 55%. Terjadi perbedaan tingkat penurunan *throughput* pada dua aplikasi yang diuji coba. Aplikasi *Zoom Meet* pada menit ke 2 memiliki penurunan nilai sebesar 51.5%, sementara untuk aplikasi *Google Meet* pada menit ke 2 memiliki penurunan nilai sebesar 47%. Penurunan berikutnya terjadi pada menit ke-4, aplikasi *Zoom Meet* pada menit ke 4 memiliki penurunan nilai sebesar 40.1%, dan untuk aplikasi *Google Meet* pada menit ke 4 memiliki penurunan nilai sebesar 41.9%. pada menit ke-6 juga terjadi penurunan nilai *throughput*, namun persentasenya semakin kecil dibanding menit sebelumnya. Dan untuk perbedaan *Video Teleconference* aplikasi *Zoom Meet* pada menit ke 6 memiliki penurunan nilai sebesar 35.9%, untuk aplikasi *Google Meet* pada menit ke 6 memiliki penurunan nilai sebesar 39.3%.

Dari hasil nilai pengukuran *throughput* pada setiap skenario dengan kondisi *video teleconference* dijalankan setiap 2 menit sekali maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama *video teleconference* berlangsung maka akan semakin berpengaruh terhadap nilai *throughput* yang didapatkan. Terjadi trend menurun pada kedua aplikasi walaupun dengan kadar yang berbeda. Nilai rata – rata *throughput* tertinggi terdapat pada aplikasi *Zoom Meet* dan nilai rata – rata *throughput* terendah terjadi pada aplikasi *Google Meet*.

3.2. Hasil Pengujian Delay

Delay merupakan suatu waktu yang dibutuhkan oleh data untuk menempuh jarak yang dimana dari jarak asal ke tujuan. Sebagaimana pada pengujian *throughput*, percobaan pengukuran *delay* juga dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dengan waktu yang bervariasi setiap 2 menit sekali dengan waktu maksimal selama 6 menit. Hasil pengujian dari percobaan *Delay* pada pada seluruh skenario dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Percobaan *Delay* pada saat Proses *Handover*

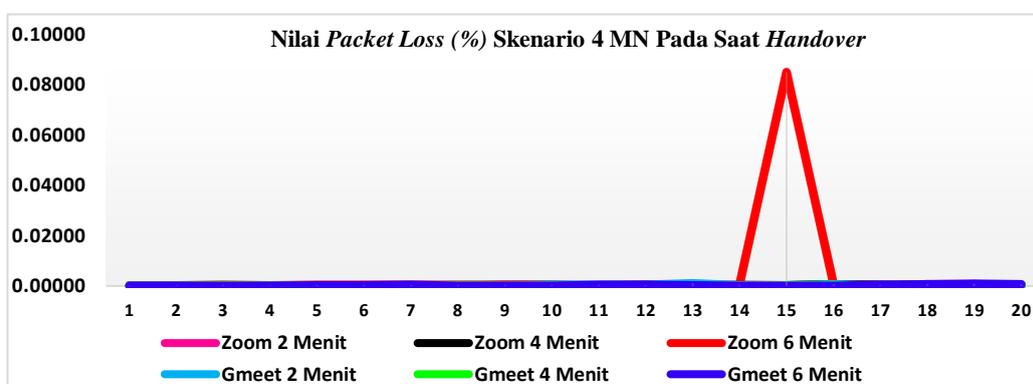
<i>Delay</i> (s)						
Format	<i>Zoom Meeting</i>			<i>Google Meeting</i>		
	120s	240s	360s	120s	240s	360s
Skenario 1	0.000222	0.000253	0.000236	0.000274	0.000275	0.000271
Skenario 2	0.000308	0.000286	0.000297	0.000319	0.000363	0.000295
Skenario 3	0.000755	0.000692	0.000658	0.000965	0.000875	0.000870
Skenario 4	0.000513	0.000424	0.000381	0.000536	0.000460	0.000491

Jika dibandingkan dengan nilai *Delay* pada skenario 1 maka nilai *Delay* Skenario 2, 3, dan 4 mengalami penurunan nilai. Perbedaan nilai *Delay* skenario 1 dengan 2 ini terjadi dikarenakan MN melakukan *Video Teleconference* berbeda jaringan, perbedaan jaringan tersebut bisa mempengaruhi nilai *Delay* yang dihasilkan. Sedangkan perbedaan nilai *Delay* skenario 1 dengan 3 ini karena MN mengalami proses dari *Vertical Handover* yang dimana sebelum nya posisi MN berada pada jalur jaringan *Home Link* yang kemudian berpindah *access* secara manual kepada jaringan *Foreign Link*, tetapi MN belum terhubung ke *Foreign Link*. Perbedaan nilai *Delay* skenario 1 dengan 4 di karenakan MN mengalami proses dari *Vertical Handover* yang dimana sebelum nya posisi MN berada pada jalur jaringan *Home Link* yang kemudian berpindah jalur secara otomatis ketika sinyal dari *access point* pada *Home Link* sudah tidak tertangkap sehingga MN akan terhubung di *access point 2* pada *Home Link* yang memiliki sinyal yang cukup besar.

Delay pada skenario ke 4 mengalami kenaikan hingga 75%. Aplikasi *Zoom Meet* pada menit ke 2 memiliki kenaikan nilai sebesar 56.7%, dan untuk aplikasi *Google Meet* pada menit ke 2 memiliki kenaikan nilai sebesar 48.9%. Pada menit ke 4 aplikasi *Zoom Meet* memiliki kenaikan nilai sebesar 40.3%, dan untuk aplikasi *Google Meet* pada menit ke 4 memiliki kenaikan nilai sebesar 40.2%. Terakhir pada menit ke 6 aplikasi *Zoom Meet* pada memiliki kenaikan nilai sebesar 38.1%, dan aplikasi *Google Meet* memiliki kenaikan nilai sebesar 44.8%. Dari data yang diperoleh dari percobaan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi *Zoom* lebih baik dibandingkan aplikasi *Google Meet* pada saat diaplikasikan pada jaringan *Mobile IPv6* lokal.

3.3. Hasil Pengujian *Packet Loss*

Packet loss adalah suatu ukuran untuk menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah dari total paket yang hilang saat transmisi paket. Paket yang hilang tersebut dapat terjadi karena *Collision* dan *Congestion* pada jaringan. Hal ini berdampak pada semua aplikasi dikarenakan proses retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan. Semakin tinggi nilai *Packet Loss* maka semakin menurun juga kualitas pada jaringan tersebut. Untuk melihat jumlah *Packet Loss*, digunakannlah aplikasi *Wireshark*. Percobaan penelitian ini di ambil sebanyak 20 kali dengan waktu yang bervariasi setiap 2 menit sekali dengan waktu maksimal selama 6 menit. Hasil pengujian dari percobaan *Packet Loss* pada pada seluruh skenario dapat di lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik *Packet Loss* Skenario 4 MN Pada Saat *Handover*

Gambar 3 merupakan grafik nilai *packet loss* pada skenario 4. Grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai *packet loss* yang ter-capture tidak lebih dari 1% selama proses *video teleconference* berlangsung. Sehingga hasil ini dapat dikatakan bahwa jaringan yang sudah dibangun sangat baik. Semakin kecil nilai *packet loss* yang didapatkan maka semakin baik juga kualitas jaringannya. Menurut standar TIPHON, jaringan dikatakan baik jika nilai *packet loss* tidak melebihi dari 3%.

3.4 Hasil Pengujian *Handover Success Ratio*

Nilai *Handover Success Ratio* ini didapatkan dengan melakukan *video teleconference* sebanyak 20 kali dengan pengukuran kegagalan setiap 2 menit sekali. Dengan menghitung kegagalan semasa percobaan *video teleconference* berlangsung pada saat perpindahan MN dari jaringan *Home Link* ke *Foreign Link* atau sebaliknya. Kegagalan terjadi jika terdapat paket BU tidak diterima oleh HA dan atau sebaliknya MN tidak menerima balasan paket BU yang berupa paket BA.

Proses *Vertical Handover* yang dimana proses perpindahan *access point* pada penelitian ini terjadi pada saat paket route solicitation (RS) dikirim dari source node dengan alamat 2001:db8:ffff:100a::3. Alamat ini merupakan *Home-of-Address* dari *Mobile Node* (MN) pada saat berada di *Home Agent*. Selain itu terdapat paket RS selanjutnya dikirimkan melalui IPv6 source 2001:db8:ffff:100c:523e:aaff:fe9d:68bd yang merupakan *Care-of-Address* baru, saat MN berada di *Foreign Router*. Alamat CoA ini kemudian didaftarkan pada *Home Agent* dengan cara mengirimkan pesan *Binding Update* dan *Home Agent* akan membalas dengan *Binding Acknowledgement*. Nilai *Handover Success Ratio* pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3. Pada kedua aplikasi tercatat bahwa *Handover Success Ratio* pada skenario 4 pada

semua pengukuran bernilai 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua aplikasi tidak mengalami kegagalan pada saat MN melakukan perpindahan jaringan.

Tabel 3. Rata – Rata Nilai *Handover Success Ratio* (%)

<i>Handover Success Ratio</i> (%)						
Format	Zoom Meet			Google Meet		
	120 s	240 s	360 s	120 s	240 s	360 s
Skenario 4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

4. KESIMPULAN

Berdasarkan diskusi pada bagian hasil dan pembahasan dapat diketahui bahwa pengujian hasil dari nilai *Throughput* dan *Delay* ini menghasilkan dari performa *Vertical Handover Mobile IPv6* yang sudah di bangun bekerja dengan optimal dengan menggunakan aplikasi *Video Teleconference Zoom Meeting*. Pengujian pada nilai *Packet Loss* ini menghasilkan hasil presentase setiap skenario nya pada aplikasi *Video Teleconference* tidak lebih dari 3% sehingga jaringan yang di gunakan menurut standar *TIPHON* yaitu baik. Pengujian dari nilai *Handover Success Ratio* pada skenario 4 dapat di tarik kesimpulan bahwa hasil presentasi pada setiap menit di aplikasi *Video Teleconference* dengan 20 kali percobaan yaitu berhasil 100%. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan agar menggunakan keamanan pada proses *Vertical Handover*. Pada penelitian ini MN hanya melakukan proses dari *Vertical Handover* tanpa adanya keamanan yang di pertimbangkan. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan aplikasi *video teleconference* yang lainnya, sehingga performa berbagai jenis aplikasi video teleconference dapat diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Internet World Stats, 202, <http://www.internetworldstats.com/>.
- [2] Perkins, C., Johnson, D., & Arkko, J. (2011). RFC 6275 Mobility Support in IPv6. *Internet Engineering Task Force (IETF)*.
- [3] C. Perkins, P. Calhoun, and J. Bharatia, (2007), "Mobile IPv4 challenge/response extensions (revised)," *RFC 4721*, vol. 2, 2007.
- [4] Hussein, E. S. K., Ismail, A. P. I. A. S., & Ahmed, S. H. (2006). Triangle Routing Problem in Mobile IP. *Triangle*, 2(3), 4.
- [5] Doraswamy, N., & Harkins, D. (2003). *IPSec: the new security standard for the Internet, intranets, and virtual private networks*. Prentice Hall Professional.
- [6] Praptodiyono, S., Firmansyah, T., Alaydrus, M., Santoso, M. I., Osman, A., & Abdullah, R. (2020). Mobile IPv6 Vertical Handover Specifications, Threats, and Mitigation Methods: A Survey. *Security and Communication Networks*, 2020.
- [7] Montavont, J., Ivov, E., & Noel, T. (2007). Analysis of mobile ipv6 handover optimizations and their impact on real-time communication. In *2007 IEEE Wireless Communications and Networking Conference* (pp. 3244-3249). IEEE.
- [8] Widyantara, I. M. O., Cahyono, B. D., & Setiawan, W. (2015). Analisa Horizontal Handover Terhadap QoS Layanan Streaming Multimedia E-Learning Pada Jaringan WLAN 802.11. *Jurnal Teknologi Elektro*, 14.
- [9] Praptodiyono, S., Pramudyo, A. S., Irfan, A., Santoso, M. I., & Osman, A. (2019). Experimental evaluation of real-time packets transmission during vertical handover process on mobile ipv6. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 673, No. 1, p. 012051). IOP Publishing.