



JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI: 10.31289/jite.v6i2.8231

Received: 20 October 2022

Accepted: 16 January 2023

Published: 25 January 2023

Analysis of End-to-End Delay Video Conferencing Services on a Mobile Ad Hoc Network

Riklan Kango1)*, Nurwahidah Jamal2) & Mohamad Ilyas Abas3)

1,2) Prodi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan, Indonesia

3) Prodi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Indonesia

*Corresponding Email: riklan.kango@poltekba.ac.id

Abstrak

Permasalahan dinamika perubahan dan perpindahan pengguna dalam jaringan ad-hoc seluler sangat fleksibel karena mendukung protokol routing yang tertanam di setiap node-client, sehingga node-client dapat berjalan sebagai perangkat backwarding/forwarding. Sehingga menjadi sebuah keadaan yang dievaluasi kualitas layanan jaringan ad-hoc. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan serangkaian pengujian terhadap setiap penambahan jumlah node-client pada Mobile Ad hoc Network, sedangkan setiap node melakukan layanan video conference real-time dari cloud internet yang dapat berdampak signifikan terhadap Quality of Service. Quality of Service dari Mobile Ad hoc Network yang mendukung video conference secara real-time dievaluasi berdasarkan End-to-End Delay. Model yang ditawarkan berupa implementasi jaringan ad-hoc pada layanan zoom cloud meeting. Skenario transmisi layanan video conference nirkabel dinilai sambil mengubah jumlah node user. Pengukuran dilakukan 5 kali dan dihitung nilai rata-rata yang diperoleh untuk dibandingkan terhadap jumlah node berbeda dalam hal ini data diperoleh menggunakan software Wireshark. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai end-to-end delay pada Mobile Ad hoc Network meningkat sebesar 27% ketika skalabilitas jaringan Mobile Ad hoc ditingkatkan dari 2 node menjadi 4 nodes. Model yang kami usulkan dapat membantu dalam membuat keputusan tentang aspek jumlah node dalam jaringan Mobile Ad hoc Network dalam komunikasi real-time.

Kata Kunci: MANET, End-to-End Delay, Video Conference, Zoom Cloud Meeting.

Abstract

The purpose of this study is to conduct a series of tests on each increase in the number of node-clients on the Mobile Ad hoc Network, while each node performs real-time video conferencing services from the internet cloud which can have a significant impact on the Quality of Service. The quality of service of the Mobile Ad hoc Network that supports video conferencing in real-time is evaluated based on End-to-End Delay. The model offered is in the form of the implementation of an ad hoc network on the zoom cloud meeting service. We assessed the transmission scenario of wireless video conferencing services while changing the number of user nodes. It carried the measurement out 5 times and calculated the average value obtained to be compared against the number of different nodes in this case the data obtained using Wireshark software. The results showed that the end-to-end delay value on the Mobile Ad hoc Network increased by 27% when the scalability of the Mobile Ad hoc network was increased from 2 nodes to 4 nodes. Our proposed model can be helpful in making decisions about aspects of the number of nodes in the Mobile Ad hoc network in real-time communication.

Keywords: MANET, End-to-End Delay, Video Conference, Zoom Cloud Meeting.

How to Cite: Kango, R., Jamal, N., & Abas, M. I. (2023). Analysis of End-to-End Delay Video Conferencing Services on a Mobile Ad Hoc Network. *JITE (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering)*, 6(2), 393-402.

I. PENDAHULUAN

Mobile Ad hoc Network (MANET) adalah sistem otonom dari node yang terhubung secara nirkabel yang bebas bergerak ke segala arah, yang menyiratkan topologi sepenuhnya dinamis (Wulandari et al.,

2019). Karakteristik ini membuat MANET tidak dapat diprediksi dari sudut pandang skalabilitas (Sarhan & Sarhan, 2021). Selain itu, node ini memiliki kapasitas terbatas dalam hal bandwidth, dan jangkauan transmisi. Karena topologi yang dinamis, protokol routing untuk jenis jaringan ini harus menemukan rute secara dinamis (Simamora, Alharis, et al., 2012). MANET dapat menjalankan layanan suara, dan video, berbentuk paket (Hariyadi & Abidin, 2018; Heidari & Moradian, 2021). Layanan komunikasi lebih ke arah real-time daripada layanan informasi, dan layanan data (Simamora, Juhana, et al., 2012)(Mulyana et al., 2019), dan layanan video menempati level tertinggi dari pertukaran data yang kompleks (Baldi & Ofek, 2000). Aplikasi real-time interaktif melalui jaringan packet-switched sangat menantang (Pande et al., 2018). Meskipun dalam beberapa kasus, layanan yang buruk dapat ditoleransi misalnya, jika dikenakan biaya dengan harga murah (Usman et al., 2018). Fokus pekerjaan ini adalah pada layanan berkualitas tinggi video conference yang memungkinkan interaksi alami yang membutuhkan End-to-End delay di bawah persepsi manusia. Berbagai penelitian menyimpulkan bahwa untuk pendengaran alami delay ini harus sekitar 100 ms (Karlsson, 1996). Meskipun sosok objektif dan unik tidak ada, delay 100 ms memastikan kepuasan penuh bagi semua pengguna (Ahmad et al., 2019). Sementara End-to-End delay yang lebih tinggi tidak dapat dihargai, yakni di atas 100 ms akan diperhatikan oleh beberapa pengguna dan akan mengarahkan untuk mencari layanan yang lebih baik. Dengan demikian, penyedia layanan yang dapat menjamin End-to-End delay 100 ms akan memiliki keunggulan pasar yang berbeda.

Masalah yang kami pelajari dalam penelitian ini adalah video conference dimana suara dan video harus disinkronkan (alias lip-sync), dengan demikian, End-to-End delay video juga harus di bawah 100 ms. Kurangnya link sering menyebabkan paket drop atau delay transmisi. Akibatnya, layanan menjadi dibatasi waktu dan ditandai dengan pengiriman yang tidak tepat waktu. Oleh karena itu, untuk mengurangi masalah ini, beberapa penelitian telah menyelidiki berbagai layanan real-time yang dijalankan pada MANET (misalnya, skype, VoIP). Penelitian (Kango & Ibrahim, 2018) telah menguji kualitas VoIP melalui skype dimana delay dapat meningkat dengan melakukan perubahan file transfer yang dilakukan. Penelitian (Ali et al., 2019) mengungkapkan bahwa pperformance delay pada MANET skema simulation lebih baik daripada eksperimen praktis. Penelitian (Puspitasari et al., 2019) telah melakukan pengiriman data (file) dalam jaringan MANET. Kualitas delay layanan dengan skenario topologi full connected lebih baik dibandingkan kondisi partial connected. Penelitian (Hariyanto & Rahayu, 2021) telah merancang tool manajemen bandwidth berupa program untuk mengalokasikan bandwidth uplink pada jaringan ad hoc. Penerapan sistem bandwidth mencapai kinerja throughput yang lebih baik dengan menghitung average rounded trip time. Namun, perancangan sistem bandwidth jaringan ad-hoc melalui metode yang ditawarkan tidak diuji kinerja delay dan packet loss serta tidak dibuat skema ada penghalang untuk menguji performansi layanan. Beberapa dari pekerjaan ini berfokus pada evaluasi cross-layer dan mengoptimalkan parameter kinerja MANET seperti delay, jitter, dan throughput pada kualitas suara (Voice over IP).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi End-to-End Delay dari MANET yang mendukung layanan video conference secara real-time. End-to-End delay juga dapat dinilai dalam jaringan berbasis infrastruktur seperti yang dilaporkan oleh penulis (Puspitasari et al., 2019), yang hasilnya sangat mirip dengan yang diperoleh di sini. Penelitian ini juga mengetahui kualitas layanan yang dibangun dengan melakukan analisis terhadap pengaruh penambahan jumlah pengguna (node client) dengan skenario node bergerak pada kondisi Line of Sight (LOS). Sisa dari makalah ini disusun sebagai berikut: Bagian II mengeksplorasi literatur terkait bidang penelitian ini. Bagian III merinci desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini. Bagian IV menganalisis dan membahas hasil penelitian dan terakhir Bagian V kesimpulan dan pekerjaan masa depan.

II. STUDI PUSTAKA

Beberapa penelitian menunjukkan banyak studi yang telah dilakukan untuk menyelidiki kinerja protokol routing di MANET dengan simulator dan metrik kinerja yang berbeda. Namun, tidak ada dari studi berikut yang menyelidiki dan menghasilkan hasil kuantitatif yang mengungkapkan kinerja layanan VoIP untuk komunikasi real-time yang membuat studi ini menjadi novelty (Tabel 1).

Penelitian Kango & Ibrahim (2018) telah mengevaluasi layanan VoIP untuk data suara menggunakan aplikasi skype. Kinerja tersebut diukur dari segi delay, jitter, throughput dan packet loss. Jumlah node adalah 3 node yang diposisikan tanpa penghalang antar keduanya dan waktu untuk simulasi adalah 180 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian secara keseluruhan menggunakan aliran data dan pengujian tanpa aliran data mendapatkan hasil yang kurang lebih sama, sehingga jaringan VoIP yang dibangun relatif memuaskan. Namun, jumlah node yang digunakan masih terbatas pada 3 user,

sehingga nilai kinerja layanan VoIP secara keseluruhan belum terpenuhi protokol routing. Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan jumlah user (node) sejumlah 8 untuk menghitung kinerja protokol routing dan melihat interferensi sesama node.

Penelitian Puspitasari, dkk. (2019) telah mengevaluasi kualitas layanan Quality of service pada MANET menggunakan perangkat raspberry pi serta routing protokol Babel. Evaluasi tersebut diukur dari segi delay, jitter, throughput dan packet loss. Jumlah node adalah 3 node yang diposisikan tanpa penghalang antar keduanya. Pengujian menggunakan topologi mesh dengan empat skenario, satu untuk kondisi terhubung penuh dan tiga untuk kondisi terhubung sebagian. Kualitas hasil layanan saat diuji dengan skenario topologi kondisi fully connected pada MANET yang dibangun lebih baik dibandingkan dengan kondisi partial connected. Namun, packet file yang digunakan belum menggunakan layanan real-time. Sehingga perlu dilakukan pengembangan layanan komunikasi real-time. Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan layanan VoIP secara real-time yaitu Video Conference Synchronous.

Penelitian Ali, dkk. (2019) telah mendeskripsikan perbandingan QoS simulasi dan eksperimen praktis protokol OLSR pada MANET menggunakan simulator OPNET. Parameter performansi yang digunakan adalah delay dan throughput. Jumlah node dalam penelitiannya adalah 8 node menggunakan dua skenario dengan posisi node random. Hasil implementasi menunjukkan nilai delay dan throughput dipengaruhi oleh perubahan skema dari dikarenakan jumlah hop berkurang sehingga mengurangi delay dari sistem routing protokol. Namun, penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan parameter packet loss selama pengujian sistem layanan VoIP, sebab penting dilakukan untuk mengetahui data informasi yang hilang akibat protokol routing maupun hop jaringan MANET. Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan pengujian parameter Quality of Service secara lengkap yakni delay, jitter, throughput dan packet loss. Selain itu ditambahkan parameter Mean-Opinion-Score (MOS) sebagai refleksi terhadap pengguna layanan VoIP pada jaringan MANET.

Penelitian Hariyanto & Rahayu (2021) telah merancang tool manajemen bandwidth berupa program untuk mengalokasikan bandwidth uplink pada jaringan ad hoc. Parameter performansi yang digunakan adalah throughput. Jumlah node dalam penelitiannya adalah 7 node menggunakan skenario posisi node indoor-building diameter area 9 meter. Hasil penerapan sistem bandwidth Wi-Fi jaringan ad-hoc menggunakan metode CBQ mencapai kinerja throughput yang lebih baik dengan menghitung average rounded trip time. Namun, perancangan sistem bandwidth jaringan ad-hoc melalui metode yang ditawarkan tidak diuji kinerja delay dan packet loss serta tidak dibuat skema ada penghalang untuk menguji performansi layanan. Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan pengujian performansi layanan VoIP melalui selain skenario Line-of-sight (LOS) akan digunakan juga skenario non-Line-of-Sight (NLOS) yakni ada penghalang antar node.

Tabel 1. Studi pustaka

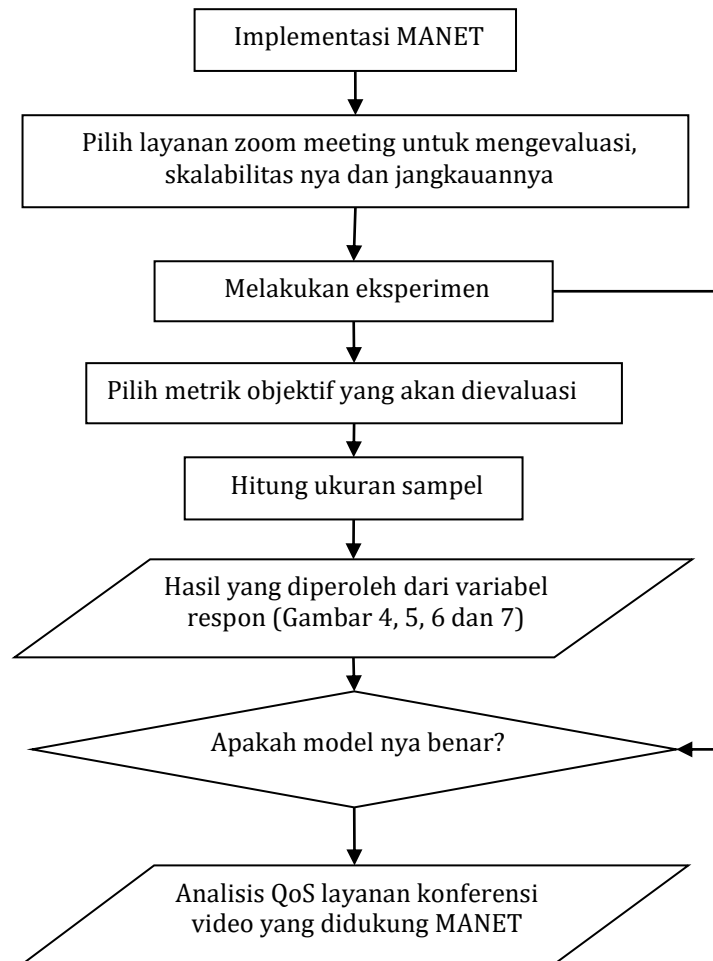
Peneliti & Tahun Penelitian	Trafik (Informasi)	Parameter (Kinerja)	Node (Jumlah user)	Metode	Hasil penelitian
(Kango & Ibrahim, 2018)	Suara (voice)	delay, jitter, throughput, packet loss	3 nodes	Experimental research	Delay meningkat dengan perubahan file transfer yang dilakukan.
(Puspitasari et al., 2019)	Data (file)	delay, jitter, throughput, packet loss	4 nodes	Experimental research	Kualitas delay layanan dengan skenario topologi full connected lebih baik dibandingkan kondisi partial connected
(Ali et al., 2019)	Data (file)	delay dan throughput	8 nodes	Experimental research & Network Simulator 3	Performance delay MANET skema simulation lebih baik daripada eksperimen
(Hariyanto & Rahayu, 2021)	Data (file)	delay, throughput	7 nodes	Experimental research	Tool manajemen bandwidth MANET menggunakan metode CBQ memiliki kinerja delay yang lebih baik

Penelitian ini	Video Conference	End-to-End Delay	2 dan 4 nodes	Experimental research	
----------------	------------------	------------------	---------------	-----------------------	--

Sumber Tabel. Karya penulis sendiri

III. METODE PENELITIAN

Metodologi yang diusulkan untuk mengevaluasi *End-to-End Delay* layanan *video conference* secara real time, seperti *zoom cloud meeting* yang didukung dalam MANET, yang memungkinkan verifikasi apakah jaringan ini dapat berfungsi sebagai infrastruktur komunikasi (Chaiko et al., 2020), seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur metode yang diusulkan.

Sumber Gambar. Karya penulis sendiri

Percobaan dilakukan di ruang kelas laboratorium Jaringan Telekomunikasi Politeknik Negeri Balikpapan. Skenario terdiri dari ruang area indoor 42 meter persegi di lantai dua (disebut Lab ICT/Elektronik). Testbed terdiri dari dua dan empat node yang terdistribusi secara merata di dalam ruang. Semua node (laptop) memiliki fitur teknis yang sama: Spesifikasi minimal dari laptop yang digunakan adalah sistem operasi Windows 10, memori RAM 4 GB dan dilengkapi wireless NIC untuk standar IEEE 802.11 b/g/n. Untuk menghasilkan lalu lintas dan meniru layanan video conference real-time yang didukung oleh MANET, aplikasi zoom cloud meeting (Zoom Meeting, n.d.) digunakan untuk mengalirkan video di semua node yang terhubung ke MANET dari node utama.

Penelitian ini mengevaluasi variabel respons tunggal dari MANET yang mendukung layanan video conference secara real time yaitu End-to-end delay. Yang didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk paket yang akan ditransmisikan melalui jaringan dari sumber ke tujuan (Baldi & Ofek, 2000). Ini adalah istilah umum dalam pemantauan jaringan IP, dan berbeda dari round-trip delay (RTT) karena hanya jalur dalam satu arah dari sumber ke tujuan yang diukur. Jaringan yang efisien mencapai end-to-end

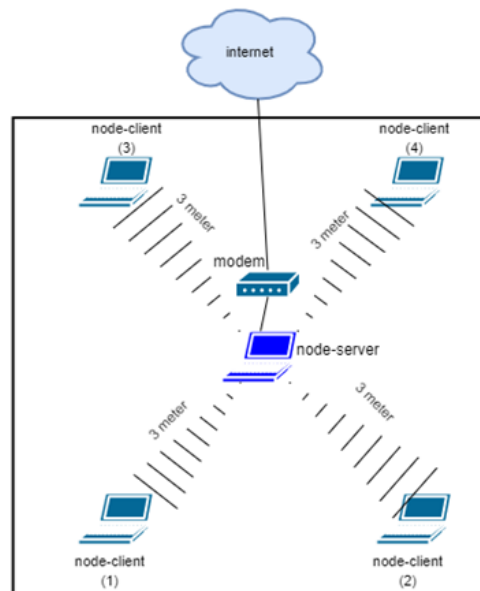
delay yang lebih baik, yang diukur dalam mili second(Zeb et al., 2020). Tabel 2 merinci nilai operasi biasa dari End-to-End Delay tersebut.

Tabel 2. Parameter End-to-End Delay

End-to-End Delay (ms)	Kualitas
0 - 150	Baik
150 - 400	Cukup, masih dapat diterima
>400	Buruk

Sumber Tabel. ITU-TG.144

Gambar 2 mengilustrasikan topologi sistem yang diimplementasikan untuk mengevaluasi *end-to-end delay*. Layanan diberikan melalui *video conference* real-time menggunakan masing-masing 2 node kemudian 4 node yang terhubung dengan node server di Lab ICT/Electronics. *Zoom cloud meeting* menghasilkan layanan yang ditransmisikan melalui jaringan ke perangkat node client yang terletak di dalam ruangan. Perangkat tersebut terhubung ke MANET dan menerima layanan melalui aplikasi *zoom cloud meeting*. Layanan online di testbed ditransmisikan dengan mempertimbangkan parameter yang disajikan pada Tabel 2(Study Group, 2009). Setiap sesi transmisi dikendalikan pada node dan paket ditangkap menggunakan Wireshark(Wireshark · Go Deep., n.d.). Secara umum, sejumlah besar faktor dapat mempengaruhi kinerja MANET yang mendukung layanan *video conference* secara real-time. Faktor dipilih dalam penelitian ini ukuran jumlah node yang terhubung pada MANET.



Gambar 2. Komponen dari eksperimental setup
Sumber Gambar. Karya penulis sendiri

Percobaan dilakukan di lingkungan nyata ruang kelas. Untuk mendapatkan hasil End-to-End Delay, masing-masing dari empat node dieksekusi lima kali dalam pengumpulan data. Dengan demikian, masing-masing dari 20 percobaan yang dihasilkan di testbed (5 × 4) dieksekusi selama 300 detik. Pada tahap akhir, data dari pengukuran yang diperoleh dibuat dengan Microsoft Excel® untuk dilakukan analisis dan ditarik kesimpulan dari semua pengujian penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melakukan serangkaian pengujian terhadap setiap penambahan jumlah node-client (*user*) pada MANET yang terbentuk, dimana direncanakan untuk variabel jumlah berpola, sedangkan setiap *user* melakukan panggilan dengan mengakses *video conference* dari *cloud* internet yang dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap QoS yang diperoleh. *Video conference* sangat sensitif terhadap QoS sehingga kualitas layanannya bergantung pada besar *End-to-End Delay*(Khalifa et al., 2019).

Tabel 3 dan 4 merupakan skenario uji coba mencari nilai rata-rata selang waktu yang dibutuhkan oleh paket ketika melewati jaringan yaitu node sumber sampai sukses diterima oleh node tujuan,

Tabel 3. Skenario parameter input

Percobaan-i	Asal	Tujuan	Delay (ms)
1	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.241 (Studen-1)	5,69531572
2	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.241 (Studen-1)	7,08644573
3	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.241 (Studen-1)	7,216273061
4	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.241 (Studen-1)	6,395744681
5	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.241 (Studen-1)	7,239983129
Rata-rata			6,907007471
1	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.11 (Studen-2)	2,720908872
2	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.11 (Studen-2)	3,816951765
3	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.11 (Studen-2)	4,17516318
4	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.11 (Studen-2)	4,173567573
5	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.11 (Studen-2)	4,706361837
Rata-rata			3,918590645

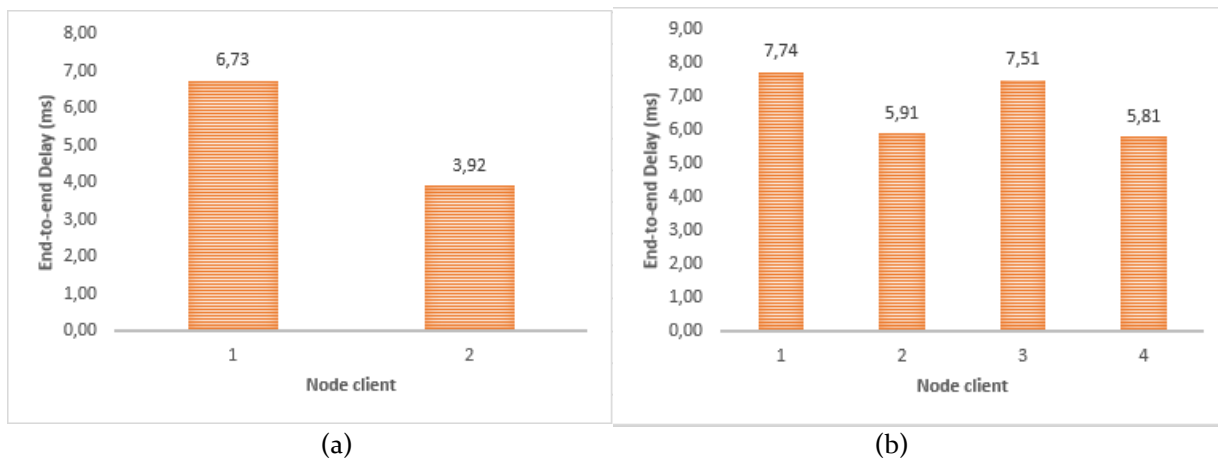
Sumber Tabel 1. Karya penulis sendiri

Tabel 4. Skenario parameter input

Percobaan-i	Asal	Tujuan	Delay (ms)
1	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.241 (Studen-1)	5,016406413
2	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.241 (Studen-1)	4,515434986
3	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.241 (Studen-1)	5,325326164
4	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.241 (Studen-1)	12,25521365
5	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.241 (Studen-1)	11,59076248
Rata-rata			7,740628739
1	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.11 (Studen-2)	6,097600791
2	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.11 (Studen-2)	7,289370882
3	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.11 (Studen-2)	4,508411942
4	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.11 (Studen-2)	5,489483748
5	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.11 (Studen-2)	6,160741578
Rata-rata			5,909121788
1	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.13 (Studen-3)	6,322588963
2	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.13 (Studen-3)	18,37846508
3	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.13 (Studen-3)	4,442234572
4	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.13 (Studen-3)	7,921345451
5	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.13 (Studen-3)	8,703113063
Rata-rata			9,153549426
1	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.26 (Studen-4)	6,326369666
2	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.26 (Studen-4)	6,362492763
3	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.26 (Studen-4)	3,649499054
4	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.26 (Studen-4)	6,254506527
5	192.168.137.1 (Asus)	192.168.137.26 (Studen-4)	6,469030733
Rata-rata			5,812379749

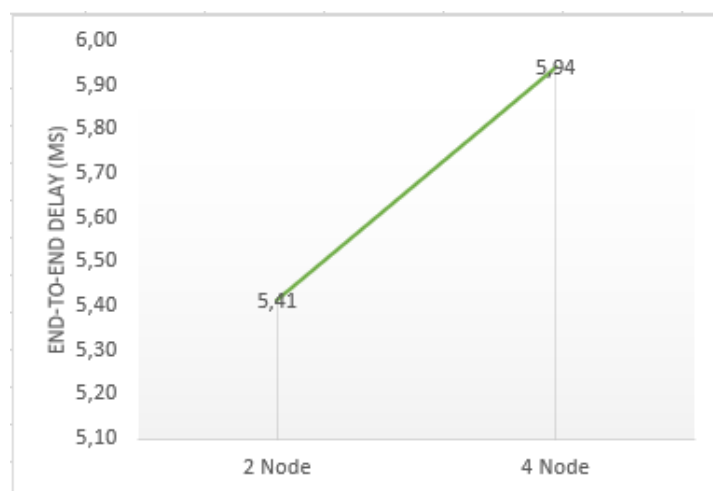
Sumber Tabel. Karya penulis sendiri

Gambar 3 mengilustrasikan rata-rata dari *end-to-end delay* dari model evaluasi yang kami usulkan hampir sama. Temuan penting ini untuk perbandingan hasil pengujian yang mengungkapkan bahwa ada perbedaan antara end-to-end delay 2-node dan 4-node (Gambar 4). Bila dibandingkan data rata-rata end-to-end delay untuk 2-node menjadi 4-node, maka menunjukkan peningkatan sebesar 27%, meskipun tidak terlalu signifikan perubahannya, setelah layanan video conference dan jaringan dibagi penggunaannya secara bersama-sama pada sejumlah penambahan node client (Simamora et al., n.d.). Aplikasi zoom cloud meeting pada komunikasi video conference di jaringan MANET dapat berjalan dengan baik bahkan antara perubahan pola jumlah node-client. Meningkatnya nilai end-to-end delay jaringan terbentuk berarti bahwa ada hubungan antara penambahan jumlah node dan end-to-end delay. Berdasar (Baldi & Ofek, 2000; Vivekananda G N et al., 2020) ada banyak faktor yang mempengaruhi fluktuasi delay transmisi pengiriman data, salah satunya adalah congestion dan collision (pada sisi saluran data) dan beban komputasi (pada node/end client).



Gambar 3. End-to-end delay sinkronisasi jaringan real-time (a) untuk 2 node, (b) untuk 4 node.
Sumber Gambar. Karya penulis sendiri

Model ini, mungkin berguna untuk mengembangkan evaluasi performansi jaringan MANET untuk layanan real-time. Dalam metodologi kami, penggunaan node yang identik dengan posisi *end-user* pada jaringan terbentuk memberikan dukungan kuat bahwa tambahan node pada topologi ad hoc memainkan peran penting dalam mengevaluasi performansi layanan aplikasi. Oleh karena itu, penting untuk memanfaatkan potensi keandalan jaringan nirkabel sebagai media transmisi dalam sistem komunikasi MANET secara real-time, karena dapat dikaitkan hubungan antara ukuran jaringan dengan kompleksitas status data. Kompleksitas kriteria dari data dapat diekspresikan dalam parameter lapisan-n, yang mewakili lapisan tertanam dari dua atau lebih data dalam hierarchy (Duraipandian, 2019).



Gambar 4. Perbandingan *End-to-End delay* dalam layanan video conference
Sumber Gambar. Karya penulis sendiri

Jika kita melihat hasil akhir dari pengujian menggunakan teknik distribusi data dengan model jumlah n-node (Gambar 4), kami mendapatkan hubungan antara end-to-end delay dan jumlah node yang ditambahkan mengacu pada penelitian yang dibahas sebelumnya (Baldi & Ofek, 2000)(Ospina Cifuentes et al., 2021)(Soret et al., 2014); dimana jumlah n-client yang semakin banyak, mengakibatkan end-to-end delay yang semakin besar. Namun, berdasarkan nilai yang diperoleh untuk end-to-end delay memberikan perbedaan 1,42 ms ($<0,1$ second); dan jika menggunakan level pengamatan pada end-user, waktunya sangat mendekati singkat; tetapi keuntungannya mungkin di lapisan perangkat keras, yang memberikan makna tidak sesingkat di sisi end-user. Terutama ketika menyadari bahwa laju bit saluran data mendekati satuan dasar Megabit per detik.

Penggunaan MANET untuk layanan komunikasi dua arah real-time pada eksperimen ini menunjukkan hasil yang baik, layanan zoom cloud meeting digunakan dari jaringan internet (node-server) dan didistribusikan menggunakan pengalamatan bersifat dinamis dengan UDP. Walaupun implementasi di lapangan belum tentu bersifat taktis dan sederhana penerapan yang telah dilakukan; namun hasilnya menunjukkan layanan terdistribusi ke setiap terminal-client dalam jaringan dan dapat berjalan dengan baik, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3a and 3b. Persyaratan komunikasi wireless untuk dukungan Standar ITU-TG.144 menuntut studi lanjut untuk parameter QoS lainnya(Study Group, 2009). Evaluasi performansi masa depan terhadap throughput dan kekuatan sinyal nirkabel dalam pengujian layanan video conference pada jaringan MANET perlu dilakukan sebelum pengambilan kebijakan penggunaan teknik MANET ini dapat direkomendasikan dalam proses komunikasi real-time.

Dengan data yang tersedia saat ini, kami menyajikan pada posisi jarak yang sama (3 meter) dengan jumlah node yang berubah mendapatkan nilai end-to-end delay yang bervariasi untuk setiap variabel n-node yang diambil kemudian end-to-end delay meningkat tidak signifikan untuk layanan video conference jika dibandingkan (Gambar 4). Akibatnya, MANET dapat menjadi solusi jaringan efisien untuk proses komunikasi real-time khususnya video conference pada aplikasi zoom cloud meeting. Metodologi ini menunjukkan bahwa efisiensi tersebut diamati ketika skalabilitas node jaringan meningkat dari 2 menjadi 4 node, yang menghasilkan performansi yang masih cukup baik untuk standar komunikasi ITU G114. Temuan ini didukung oleh hipotesis percobaan dan validasi model nya. Penggunaan teknologi jaringan nirkabel untuk bertukar informasi melalui komunikasi real-time dapat menjadi tren jaringan komputer saat ini karena kepraktisan dan kinerjanya hampir sama dengan jaringan kabel.

V. SIMPULAN

Dalam karya ini kami menganalisis end-to-end delay pada layanan video conference dalam konfigurasi sistem yang diperoleh dengan menggunakan teknologi zoom cloud meeting dengan dua skema topologi jumlah node. Kualitas layanan pendukung MANET dalam hal ini video conference dievaluasi berdasarkan End-to-End Delay. Khususnya, jumlah node ditemukan memberikan end-to-end delay yang lama yang mengarah pada penurunan kinerja MANET; itu meningkatkan End-to-End delay sebesar 10% saat beralih dari 2 ke 4 node. Temuan menunjukkan bahwa metodologi yang dikembangkan dapat digunakan untuk menilai QoS dari MANET secara real-time. Fluktuasi nilai End-to-End Delay rentan terjadi selama layanan video conference karena cenderung real-time. Hal ini karena kondisi yang berfluktuasi dipengaruhi oleh lalu lintas saluran data atau jaringan dan keadaan node pada jaringan. Metodologi ini dapat digunakan untuk menganalisis jenis layanan video conference yang merupakan layanan paling kompleks. Dari hasil temuan, disimpulkan bahwa ukuran jumlah node mempengaruhi kinerja jaringan MANET.

Penelitian lebih lanjut tentang evaluasi Quality of Service pada MANET perlu untuk mengevaluasi parameter throughput dan kekuatan sinyal nirkabel perangkat node yang juga berpengaruh cukup signifikan terhadap kinerja MANET saat layanan video conference secara real-time.

VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian yang dilaporkan dalam publikasi ini didukung oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M), Politeknik Negeri Balikpapan dengan nomor hibah 03/PL32.13/SPK-LT/2022. Proyek ini melalui skema riset kompetitif dengan dana DIPA POLTEKBA untuk tahun anggaran 2022

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Hameed, A., Ikram, A. A., & Wahid, I. (2019). State-of-the-Art Clustering Schemes in Mobile Ad Hoc Networks: Objectives, Challenges, and Future Directions. *IEEE Access*, 7, 17067–17081. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2885120>
- Ali, M. F., Suharto, N., & Kusumawardani, M. (2019). Analisis Perbandingan Qos Simulasi Dan Eksperimen Praktis Protokol Olsr Pada Jaringan Mobile Adhoc. *Jaringan Telekomunikasi (JARTEL)*, 9(2). <http://jtdjurnal.polinema.ac.id/index.php/jtd/article/view/125>
- Baldi, M., & Ofek, Y. (2000). End-to-end delay analysis of videoconferencing over packet-switched networks. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 8(4), 479–492. <https://doi.org/10.1109/90.865076>
- Chaiko, Y., Kunicina, N., Patlins, A., & Zhiravetska, A. (2020). Advanced practices: Web technologies in the educational process and science. *2020 IEEE 61st Annual International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University, RTUCON 2020 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/RTUCON51174.2020.9316567>
- Duraipandian, M. (2019). Performance Evaluation of Routing Algorithm for Manet Based on the Machine Learning Techniques. *Journal of Trends in Computer Science and Smart Technology*, 01(01), 25–38. <https://doi.org/10.36548/jtcsst.2019.1.003>
- Hariyadi, M., & Abidin, N. (2018). Implementasi Dan Analisa Quality of Service Wireless Voip Berbasis Sip Pada Mobile Adhoc Network Berbasis Openwrt. *NJCA (Nusantara Journal of Computers and Its Applications)*, 3(2), 135–145. <https://doi.org/10.36564/njca.v3i2.73>
- Hariyanto, T., & Rahayu, M. (2021). Sistem bandwidth WiFi jaringan ad-hoc menggunakan metode class based queue. *Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika*, 1(1), 17–24. <https://jitel.polban.ac.id/jitel/article/view/8>
- Heidari, F., & Moradian, N. (2021). The Potentiality of Synchronous Video-Based Computer-Mediated Communication on EFL Learners ' Inside and Outside Classroom Willingness to Communicate and Intercultural Competence. *Journal Of Foreign Language Research*, 10. <https://doi.org/10.22059/jflr.2021.314929.781>
- Kango, R., & Ibrahim, I. (2018). Analisis Quality of Service Aplikasi Voice Over Internet Protokol pada Jaringan Mobile Adhoc Network. *Jurnal Sains Informasi Geografi*, 1(2), 21. <https://doi.org/10.31314/jsig.v1i2.175>
- Karlsson, G. (1996). Asynchronous transfer of video. *IEEE Communications Magazine*, 34(8), 118–126.
- Khalifa, O. O., Ahmed, D. E. M., Hashim, A. H. A., & Yagoub, M. (2019). Video streaming over Ad hoc on-demand distance vector routing protocol. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 8(3), 863–874. <https://doi.org/10.11591/EEI.V8I3.1510>
- Mulyana, A., Permana, A. G., Terapan, F. I., Telkom, U., & Pi, R. (2019). Perancangan Dan Analisis Jaringan Voip Pada Mobile Ad Hoc Network Menggunakan Raspberry Pi Sebagai Server Design and Analysis Voip on Mobile Ad Hoc Network Using. *E-Proceeding of Applied Science*, 5(2), 1599–1608.
- Ospina Cifuentes, B., Montoya Benítez, A., Góez, G. D., & Alvarado Jaimes, R. (2021). Evaluating the Throughput of Real-time Distance Education Services Supported by a Mobile Ad Hoc Network. *Tecnológicas*, 24(50), e1719. <https://doi.org/10.22430/22565337.1719>
- Pande, P. S. S., Ketut Sudiarti, P., & Widyantara, O. I. M. (2018). Pengukuran Kinerja VoIP dengan CODEC G.711 μ , G.711a dan G.729 di Media Transmisi Nirkabel Berbasis SIP dan IAX. *E-Journal SPEKTRUM*, 5(1), 21–31.
- Puspitasari, S., Subardono, A., & Adrian, R. (2019). Pengujian dan Analisis Quality of Service Mobile Ad-Hoc Network (MANET) Menggunakan Protokol Routing Babel Pada Raspberry Pi. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 5(2), 79–87. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v5i2.2019.79-87>
- Sarhan, S., & Sarhan, S. (2021). Elephant Herding Optimization Ad Hoc On-Demand Multipath Distance Vector Routing Protocol for MANET. *IEEE Access*, 9, 39489–39499. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3065288>
- Simamora, S. N. M. ., Juhana, T., & Ruhyani, A. (n.d.). *The Comparative Analysis of Data-streaming Services for Position Variable in Mobile Ad-hoc Network*. 6–9.
- Simamora, S. N. M. P., Alharis, M., Sularsa, A., Komputer, T., & Telkom, P. (2012). Analisis Kinerja Layanan Voip Pada Jaringan Hotspot Dengan Pendekatan Perpindahan Terminal-Client. *Seminar Nasional Inovasi Dan Teknologi (SNIT) 2012*, 21–30.
- Simamora, S. N. M. P., Juhana, T., & Ardianita, W. (2012). Analisis Sistem Waktu-Nyata pada Komunikasi Full-Duplex untuk Jalur Komunikasi Data. *Konferensi Nasional ICT-M Politeknik Telkom (KNIP) 2012*, 1(1).

- Soret, B., Mogensen, P., Pedersen, K. I., & Aguayo-Torres, M. C. (2014). Fundamental tradeoffs among reliability, latency and throughput in cellular networks. *2014 IEEE Globecom Workshops, GC Wkshps 2014*, 1391–1396. <https://doi.org/10.1109/GLOCOMW.2014.7063628>
- Study Group, I. (2009). *ITU-T Amendment 2 SERIES G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks*.
- Usman, M., Jan, M. A., He, X., & Alam, M. (2018). Performance evaluation of High Definition video streaming over Mobile Ad Hoc Networks. *Signal Processing*, 148, 303–313. <https://doi.org/10.1016/J.SIGPRO.2018.02.030>
- Vivekananda G N, Chenna Reddy P, & Ilknur, A. (2020). A congestion avoidance mechanism in multimedia transmission over MANET using SCTP multi-streaming. *Multimedia Tools and Applications*, 79(23–24), 16823–16844. <https://doi.org/10.1007/S11042-019-7260-X/METRICS>
- Wireshark · Go Deep*. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.wireshark.org/>
- Wulandari, Y. P., Jatmika, A. H., & Bimantoro, F. (2019). Meningkatkan Efisiensi Rute Pada Protokol Routing AOMDV Menggunakan Metode PA-SHORT di Jaringan MANET. *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, Dan Aplikasinya (JTika)*, 1(1), 77–85. <https://doi.org/10.29303/jtika.v1i1.11>
- Zeb, U., Khan, W. U., Irfanullah, S., & Salam, A. (2020). The Impact of Transmission Range on Performance of Mobile Ad-hoc Network Routing Protocols. *2020 3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies: Idea to Innovation for Building the Knowledge Economy, ICoMET 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICOMET48670.2020.9074090>
- Zoom Meeting*. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://zoom.us/>