

Analisis dan Pengembangan *Quality of Service (QoS)* Model Jaringan Telemedis Menggunakan *Network Simulator v.3*

Analysis and Development of Quality of Service (QoS) Telemedical Network Model using Network Simulator v.3 Approach

Budi Herdiana*, Fajar Petrus Apris Samosir

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung

*Email : budi.herdiana@email.unikom.ac.id

Abstrak - Kesehatan merupakan salah satu ukuran untuk menunjukkan tingkat kesejahteraan manusia. Karena itu, pengawasan kondisi kesehatan sangat dibutuhkan setiap waktu dimanapun kita berada. Masalah yang ada saat melakukan pengawasan ini yaitu ketika posisi kita cukup jauh dari pusat layanan kesehatan sehingga diperlukan cara dalam penyelesaiannya. Karenanya diperlukan akses jaringan komunikasi khusus yang menghubungkan pusat layanan kesehatan dengan pasien guna mempermudah diagnosa secara *real-time*. Usulan pemodelan konfigurasi jaringan pada penelitian ini dilakukan melalui pendekatan metode kuantitatif empiris yang dilakukan secara simulasi dengan informasi data masukannya berupa data-data rekam medis yang diambil dari hasil observasi lapangan. Adapun tujuannya adalah agar memperoleh sebuah kualitas konfigurasi jaringan telemedis yang baik dilihat dari indeks konversi *Quality of Service (QoS)* berdasarkan kriteria nilai indeks konversi dari *packet loss*, *throughput*, *latency* dan *jitter* yang diperoleh diatas rata-rata 3. Hasilnya menunjukan bahwa dari jumlah percobaan simulasi yang dilakukan sebanyak lima kali untuk pengujian dua model topologi jaringan, maka diperoleh nilai rata-rata indeks konversi *packet loss* antara 3 sampai dengan 4, *throughput* memiliki nilai konstan sebesar 4, *latency* antara 1 sampai dengan 1,2 dan *jitter* antara 1 sampai 3,4. Dari seluruh hasil pengujian simulasi jaringan menunjukan secara umum model jaringan telemedis yang dirancang cukup bagus sesuai katagori nilai indeks konversi QoS meskipun untuk *latency* diperoleh nilai kecil yang mengindikasikan waktu pengiriman data masih membutuhkan jeda waktu lama. Prinsipnya memenuhi pencapaian tiga dari empat kriteria di atas dapat memberikan kontribusi membangun dan menjadi salah satu rujukan dalam memodelkan sebuah jaringan telemedis ke depannya.

Kata kunci : Quality of Service, Telemedis, Packet Loss, Throughput, Latency, Jitter

Abstract – Health is one measure to show the level of human welfare. Therefore, monitoring of health conditions is needed at all times so that we are there. The problem that occurs when carrying out this supervision is when our position is far enough from the service center so that a solution is needed. Therefore, it is necessary to access a special communication network that connects health service centers with easy real-time diagnosis. The proposed network configuration modeling in this study was carried out through a simulation approach with the input data information in the form of medical data taken from the results of field observations. The goal is to obtain a good quality telemedical network configuration seen from the Quality of Service (QoS) conversion index based on the conversion index value criteria of packet loss, throughput, latency, and jitter obtained. The results show that from the number of simulation experiments carried out five times for testing two network topology models, the average packet loss conversion index value is between 3 to 4, throughput has a constant value of 4, latency is between 1 to 1.2. and the jitter is between 1 and 3.4. The network test results show that in general the telemedical network model that is designed is quite good according to the value category in the QoS conversion although latency is obtained at a small value which makes sending data still require time lag. In principle, the achievement of the four criteria above can contribute to building and become one of the references in modeling a telemedicine network future.

Keyword : Quality of Service, Telemedicine, Packet Loss, Throughput, Latency, Jitter

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kesehatan merupakan salah satu parameter tingkat kesejahteraan manusia. Seseorang apabila sakit, maka akan berusaha untuk mencari obat dengan mendatangi dokter atau tenaga medis. Beberapa penyakit memiliki gejala yang mirip bahkan ada penyakit yang memiliki gejala yang spesifik sehingga dibutuhkan pengetahuan dan kecermatan dalam menentukan suatu penyakit [1]. Perkembangan teknologi saat ini seharusnya dapat memberikan kontribusi positif bagi kita terutama bisa dijadikan fasilitas untuk memantau kondisi kesehatan kita melalui perangkat teknologi yang mumpuni. Salah satunya memanfaatkan jaringan komunikasi telemedis yang khusus dipergunakan untuk aktivitas pengawasan dibidang Kesehatan seperti mendiagnosa kondisi kesehatan pasien jarak jauh.

Pada kenyataannya untuk beberapa pusat kesehatan pemanfaatan jaringan telemedis belum banyak diterapkan sehingga diperlukan pengembangan kualitas model jaringan berdasarkan analisa parameter *Quality of Service* (QoS) jaringan yang diukur dari indek nilai *packet loss*, *throughput*, *latency* dan *jitter*. QoS sendiri merupakan teknologi yang memungkinkan administrator jaringan mampu menangani berbagai dampak terjadinya kongesti pada lalu lintas aliran paket dari berbagai sumber layanan untuk memanfaatkan jaringan secara optimal dibandingkan dengan menambah kapasitas fisik jaringan tersebut [2] [3]. Analisa QoS pada jaringan telemedis ini menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut-atribut layanan jaringan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Metode pengujiannya dilakukan dengan dasar kecenderungan pasien tidak menyadari kondisi fisiknya yang sedang tidak dalam kondisi prima dan bahkan sebagian pasien untuk tetap melakukan aktivitas di lingkungan mereka saat kondisi fisiknya sedang tidak baik sehingga diharapkan diperoleh data-data medis yang akurat dan presisi sebagai database dalam memutuskan diagnosa bagi pasien.

B. State of Art

Pada dasarnya untuk mengetahui level kualitas sebuah jaringan telemedis tolak ukurnya adalah salah satunya bisa diperoleh dari hasil unjuk kinerja QoS-nya. Perolehan QoS ini dapat diukur dari hasil pengujian dan analisa *Packet Loss*, *Throughput*, *Delay*, *Jitter*. *Packet Loss* menggambarkan kondisi dimana jumlah total paket yang hilang saat pengiriman terjadi akibat adanya tabrakan (*collision*)

dan *congestion* pada jaringan. Sedangkan *latency* (waktu tunda) merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh dari sumber ke tujuan. Waktu tunda dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik dan congesti atau waktu proses yang lama. *Throughput* adalah Kecepatan transfer data efektif, yang diukur dalam satuan bps (*bit per second*). *Throughput* sebenarnya merupakan ukuran jumlah total kedatangan paket yang sukses diterima yang diamati dalam selang interval waktu tertentu dibagi dengan durasi interval waktu tersebut [4][5]. Sedangkan *Jitter* muncul diakibatkan oleh adanya variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir proses transmisi data.

Pada penelitian sebelumnya sudah berbagai model jaringan telemedis dikembangkan dengan objek yang berbeda-beda. Mereka lebih banyak membangun sebuah jaringan telemedis menggunakan modifikasi satu konfigurasi topologi jaringan pohon dengan hanya memiliki satu koordinator sebagai akses point-nya [6]. Hasil mereka menunjukkan bahwa keterlambatan *end-to-end* dalam topologi pohon lebih tinggi sebesar 50% dari bintang dan mesh di mana jaringan hanya memiliki satu koordinator [8][9]. Pada hasil penelitian lainnya pengujian kualitas telemedis dilakukan dengan membandingkan analisa QoS berdasarkan perbedaan *routing protocol*. Hasilnya diperoleh nilai *Packet Loss* sebesar 9,40% dengan *latency* sebesar 3,827 ms [10].

Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi jaringan telemedis menggunakan dua modifikasi topologi dengan cara mensimulasikan skenario dengan menggunakan pendekatan model *Friis Loss Propagation* yang merupakan model rugi-rugi propagasi pada ruang terbuka dengan asumsi bahwa tidak memiliki penghalang (*obstacle*). Sedangkan tipe propagasinya menggunakan *COST231 Loss Model* sebagai standar rugi-rugi propagasi karena mendekati kondisi lingkungan yang sebenarnya. Karena itu tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini ada memperoleh kualitas QoS jaringan telemedis diatas rata-rata nilai 3 sesuai standar TIPHON.

C. Tujuan

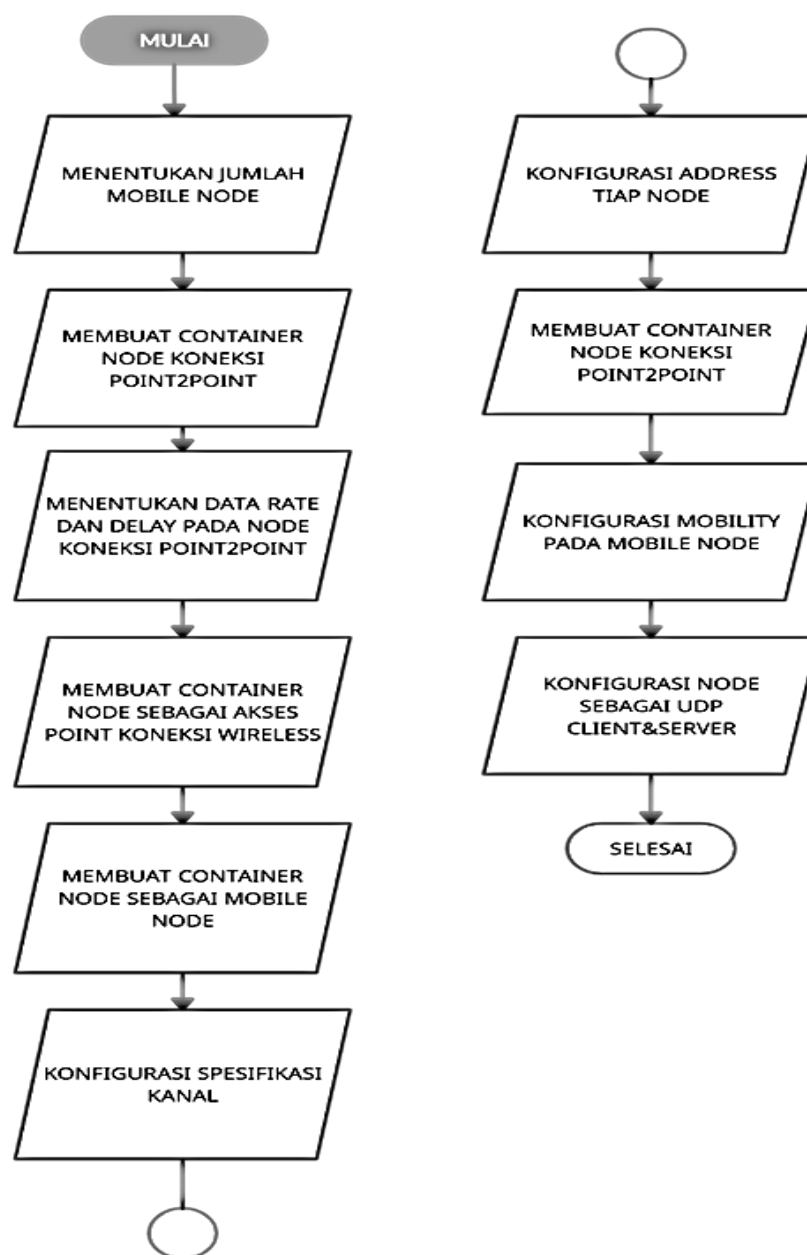
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan sebuah model jaringan telemedis bergerak (*mobile*) yang mampu diakses dimanapun tanpa mengalami gangguan. Selain itu juga untuk memperoleh kualitas jaringan telemedis mumpuni berdasarkan pengujian standar *Quality of Service* jaringan dengan merujuk pada perolehan nilai indek *packet loss*, *throughput*, latensi dan *jitter*.

D. Sistematika Pembahasan

Penentuan topik penelitian ini diambil dari alasan dasar yang digambarkan pada bagian pendahuluan yang menyertakan *state of art* sebagai bentuk penguatannya. Selanjutnya dibagian metodologi lebih proses tahapan dalam membuat sebuah kerangka model jaringan yang merujuk pada penerapan metode dan pemilihan standar topologi jaringan telemedis-nya. Pengujiannya dilakukan menggunakan sebuah aplikasi simulator jaringan dengan cara membandingkan dua buah model topologi jaringan yang sudah dimodelkan. Hasilnya nanti akan diukur dan dianalisa yang kemudian akan disimpulkan dibagian akhir penelitian ini.

II. METODOLOGI

Pemodelan jaringan telemedis disini menggunakan software aplikasi simulator yaitu *Network Simulator 3 (NS-3)* dimana aplikasi ini bersifat open source menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan script python [7]. Dalam memodelkan pengembangan jaringan telemedis ini, dilakukan dengan metode kuantitatif empiris yang terlebih dahulu melakukan observasi data lapangan sebagai referensi data masukan guna merancang model topologi jaringan melalui pendekatan Analisa simulasi. Adapun alur pemodelan topologi jaringan menggunakan alat bantu simulator dapat dilihat pada **Gambar 1**.



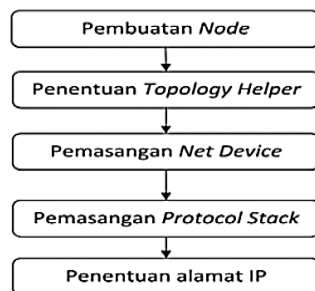
Gambar 1. Diagram Alur Pemodelan Topologi Jaringan Telemedis

Dari alur pemodelan sesuai **Gambar 1** dapat dijelaskan ada beberapa tahap perancangan. Tahap pertama dilakukan untuk menentukan jumlah node yang diasumsikan sebagai pasien, *access point*, dan klinik layanan. Selanjutnya pada tahap kedua dibangun sebuah konfigurasi kanal (*path network*) untuk kebutuhan jalur transmisi antar node. Sedangkan di tahap ketiga lebih membangun system pengalamatan node yang mana tiap node akan diberikan label dan alamat berbeda. Untuk tahap terakhir dilakukan penentuan UDP-Client-Server digunakan untuk mensimulasikan dari mana dan kemana data dikirim. Semua proses ini dilakukan mengikuti prosedur yang diberlakukan oleh perangkat simulator NS-3 ini. Adapun algoritma dasar pada prosedur simulasi NS-3 ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Algoritma Dasar Simulasi menggunakan NS-3

Sedangkan tahapan perancangan model topologi jaringan pada simulasi ini dilakukan sesuai langkah yang digambarkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Langkah Perancangan Topologi menggunakan NS-3

Pembuatan *node* pada NS-3 dikenal sebagai *host* pada suatu jaringan computer. Node ini akan ditambahkan dengan jenis protokol, aplikasi dan *peripheral card*. *Topology Helper* digunakan untuk membuat, mengontrol dan mengakses node apapun yang sudah dibuat sebelumnya dengan mudah dalam menjalankan simulasi. Pemasangan *Net Device* dilakukan agar tiap node yang telah dibuat mempunyai konfigurasi yang penulis tentukan dalam simulasi. Pemasangan protokol disini bertujuan agar *routing protocol* yang digunakan bisa diterapkan pada node yang dibuat. Langkah selanjutnya

penentuan alamat *IP* dimana langkah ini dilakukan agar tiap node memiliki alamat berbeda sehingga pelacakan jejak data bisa dilakukan dengan mudah.

Metode perancangan, perhitungan, pengujian pada penelitian ini semua mengacu pada nilai-nilai referensi QoS jaringan yang diambil berdasarkan regulasi yang dikeluarkan *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network* (TIPHON) yang tergambarkan dalam **Tabel I** sampai dengan **Tabel IV**.

Tabel I. Nilai Standar *Throughput* TIPHON

Kategori	<i>Throughput</i> (bps)	Indeks
Sangat Bagus	100 bps	4
Bagus	75 bps	3
Sedang	50 bps	2
Jelek	< 25 bps	1

Tabel II. Nilai Standar *Packet Loss* TIPHON

Kategori	<i>Packet loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Jelek	25	1

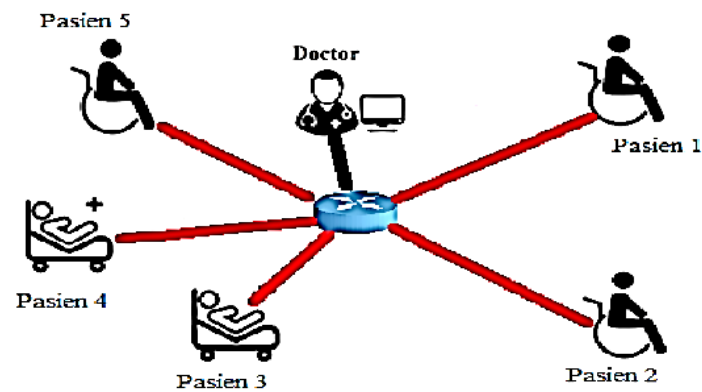
Tabel III. Nilai Standar *Latency* TIPHON

Kategori	<i>Latency</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150	4
Bagus	150 - 300	3
Sedang	300 - 450	2
Jelek	> 450	1

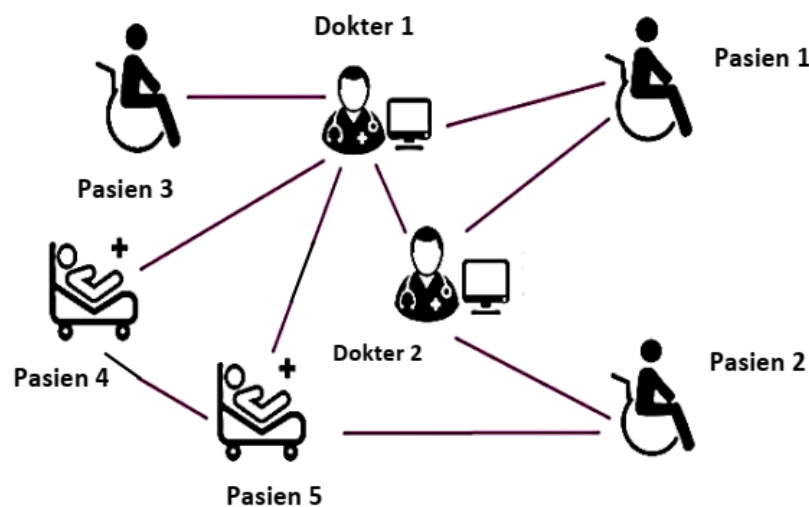
Tabel IV. Nilai Standar *Jitter* TIPHON

Kategori <i>Jitter</i>	<i>Jitter</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0 - 75	3
Sedang	75 - 125	2
Jelek	125 - 225	1

Dari nilai-nilai standar ini dijadikan referensi data informasi input yang akan diterapkan pada proses simulasi. Dua topologi hasil simulasi yang terlihat pada gambar 4 dan 5 menunjukkan dua tipe topologi jaringan telemedis yang akan dianalisa dan diimplementasikan untuk pengembangan kedepannya. Konfigurasi dasar topologi yang digunakan adalah topologi campuran *point to point* dengan topologi *star* untuk pengujian topologi pertama dan topologi *Mesh* pengujian kedua topologi.



Gambar 4. Topologi Jaringan Model ke-1



Gambar 5. Topologi Jaringan Model ke-2

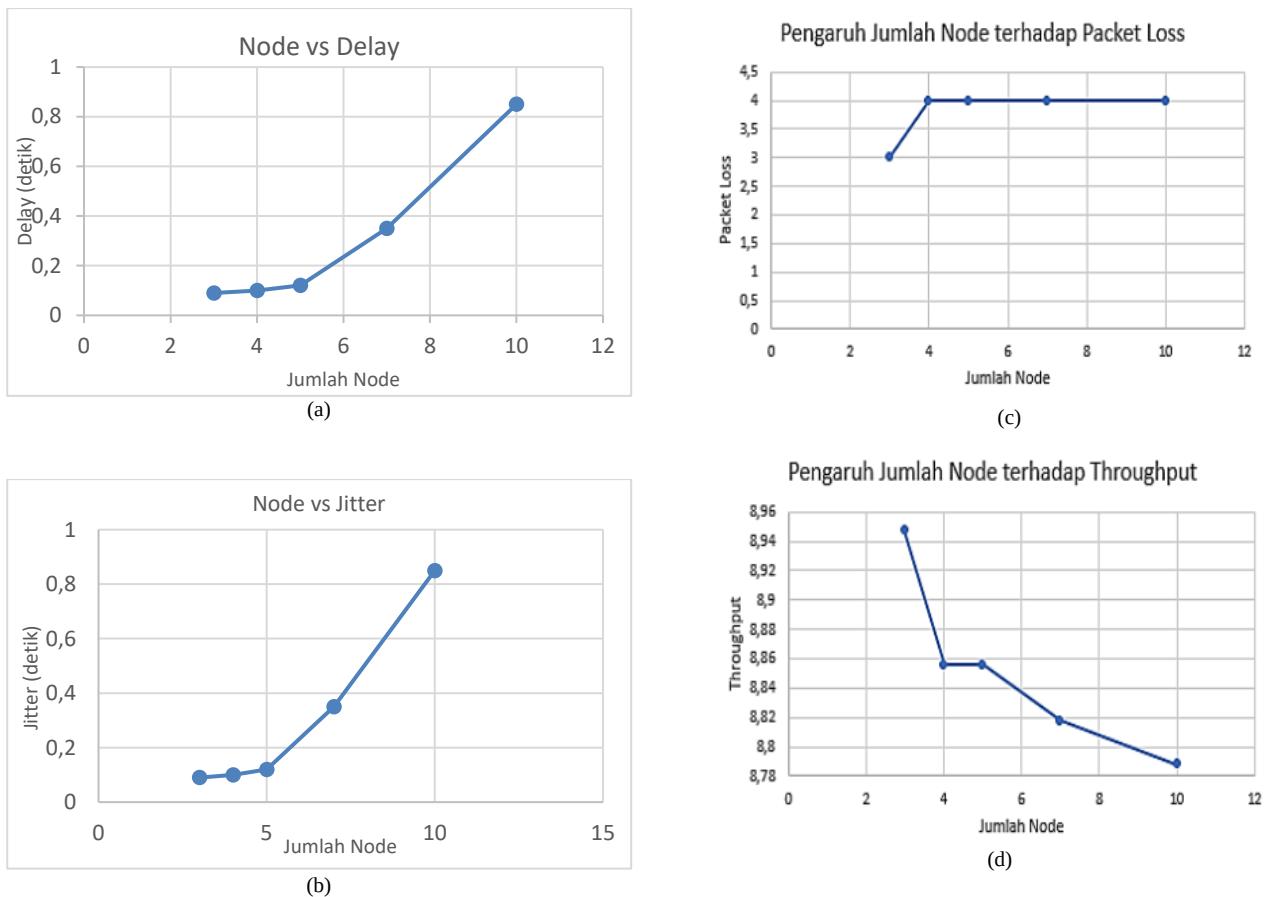
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian model jaringan telemedis pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan dua buah topologi jaringan yang dirancang secara berbeda berdasarkan pengaruh perubahan jumlah node jaringan terhadap parameter-parameter QoS yang diuji seperti *packet loss*, *throughput*, latensi (*delay*) dan *jitter*.

A. Pengujian Model Topologi Ke-1

Pada pengujian topologi jaringan pertama ini seperti yang diperlihatkan **Gambar 4** menunjukan bahwa jaringan dibangun hanya oleh satu akses point atau *router* sehingga diperoleh analisis hasil akhirnya seperti yang ditunjukkan **Gambar 6**.

Data hasil pengujiannya memperlihatkan bahwa penambahan jumlah node pada model jaringan telemedis pertama ini akan meningkatkan *packet loss*, *delay*, *jitter*. Sedangkan dari sisi *throughput* jaringan akan kecenderungan semakin kecil. Hal ini terjadi karena beberapa node terkoneksi hanya ke satu *router* saja sehingga menyebabkan penumpukan data di sana. Untuk kondisi seperti ini biasanya sebuah akses point (*router*) dalam jaringan saat menerima data dari jumlah banyak *client* atau node saat bersamaan, maka secara linier akan menurunkan rata-rata kinerja QoS jaringan [10],[11]. **Tabel V** memperlihatkan hasil pengukuran dan pengujian model simulasi jaringan topologi ke-1 dengan nilai konversi indek kualitas QoS rata-rata diperoleh berdasar perolehan nilai parameter-parameter QoS-nya.



Gambar 6. Kurva Hasil Simulasi Model Topologi Ke-1

Tabel V. Hasil Pengujian Simulasi Topologi ke-1 Beserta Nilai Konversi Indeks QoS

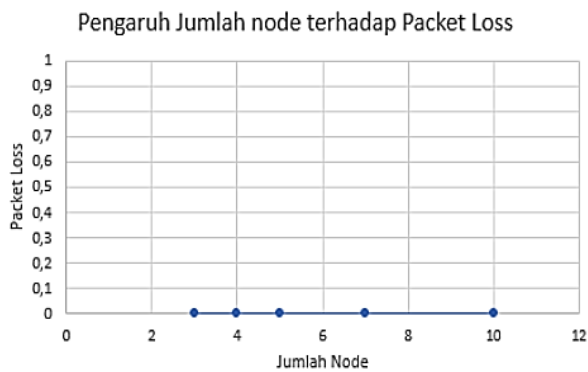
Parameter QoS	Simulasi ke-1	Simulasi ke-2	Simulasi ke-3	Simulasi ke-4	Simulasi ke-5	QoS Total
Packet Loss	3	3	3	3	3	3
Throughput	4	4	4	4	4	4
Delay	2	1	1	1	1	1,2
Jitter	3	2	1	1	1	1,6

B. Pengujian Model Topologi Ke-2

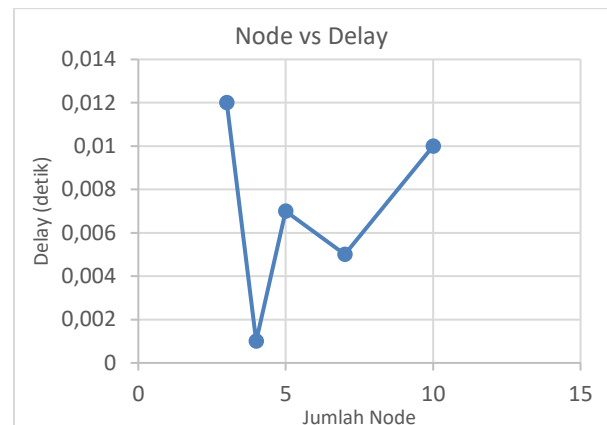
Pada pengujian topologi jaringan kedua ini seperti yang diperlihatkan **Gambar 5** dibentuk jaringannya lebih dari satu akses point atau *router* sehingga diperoleh analisis hasil akhirnya seperti yang ditunjukkan **Gambar 7**.

Data hasil pengujiannya model topologi ke-2 memperlihatkan bahwa dengan penambahan jumlah node yang diikuti penambahan router tampaknya memperlihatkan *delay*, *jitter* dan *throughput* jaringan mengalami perubahan relatif lebih baik meskipun pada *packet loss*-nya tidak

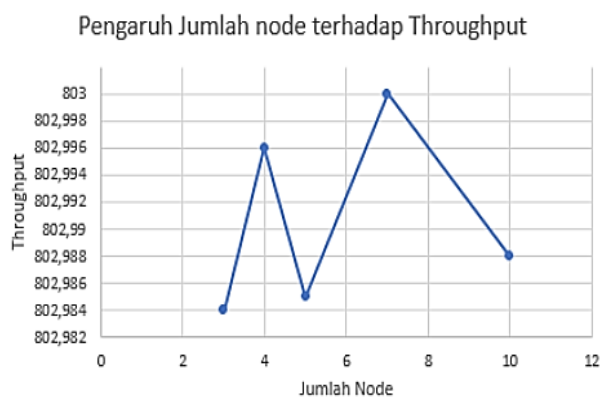
mengalami perubahan nilai. Hal ini dimungkinkan terjadi karena prinsip penambahan *router* sebagai koordinator dalam suatu jaringan akan mampu memperbaiki kinerja QoS karena akses beban jaringan akan terbagi secara merata jika jumlah koordinator jaringan lebih dari satu [2].[6]. **Tabel VI** memperlihatkan hasil pengukuran dan pengujian model simulasi jaringan topologi ke-2 disertai dengan nilai konversi indeks kualitas QoS rata-rata berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang menjadi bagian dari kualitas layanan jaringan.



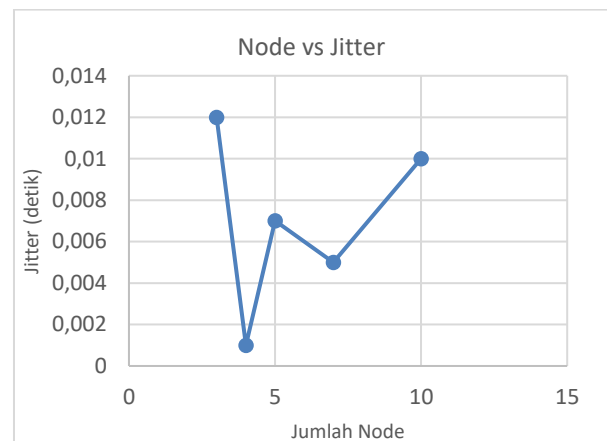
(a)



(c)



(b)



(d)

Gambar 7. Kurva Hasil Simulasi Model Topologi Ke-2

Tabel VVI. Hasil Pengujian Simulasi Topologi ke-2 beserta Nilai Konversi indeks QoS

Parameter QoS	Simulasi ke-1	Simulasi ke-2	Simulasi ke-3	Simulasi ke-4	Simulasi ke-5	QoS Total
Packet Loss	4	4	4	4	4	4
Throughput	4	4	4	4	4	4
Delay	1	1	1	1	1	1
Jitter	3	4	4	3	3	3,4

IV. KESIMPULAN

Jaringan telemedis yang dimodelkan pada dasarnya memiliki peluang untuk diterapkan pada jaringan sebenarnya merujuk pada hasil pengujian simulasi rata-rata yang menunjukan indek kualitas layanan jaringan berada pada kriteria bagus. Hal ini didasarkan pada perolehan nilai indeks maksimum parameter QoS yang berada pada rentang nilai 4 untuk *packet loss*, nilai 4 untuk *throughput*, nilai 3,4 untuk *jitter* dan nilai 1,2 untuk *delay*, meskipun tantangan kedepannya adalah perlunya perbaikan kualitas lantensi (*delay*) jaringan telemedis ini

yang nantinya akan menjadi data referensi bagi pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Yao Tsai, T. Hsing Tung and Y. Tzu li, "The Realtionship Between Home Ownership and Fall-Related Outcomes: The National Health and Aging Trends Study", *Plos Global Public Health*, vol. 1, no.12, hlm. 1-10, 2021.
- [2] T. Yashima and K. Takami, "Route Availability as a Communication Quality Metric of a Mobile Ad-Hoc Network", *MDPI Open Access: Future Internet*, vol. 10, no. 41, hlm. 2-19, 2018.

- [3] P. Jagannathan, S. Gurumoorthy and A. Stateczny,” *MDPI Open Acces: Sensors*, vol. 21, hlm. 3-17, 2021.
- [4] Umeh O.A, Akpado K.A, and Okechukwn, “Throughput and Delay Analysis in a Real Time Network”, *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)*, vol. 2, no. 12, hlm. 27-34, 2015.
- [5] R.K.P Mok, H. Zou and R. Yang, “Measuring the Network Performance of Google Clud Platform”, *AMC Internet Measurement Conference (IMC 2021)*, vol.1, hlm. 54-61, 2021.
- [6] S. Haryadi, “Telecommunication Network Performance and Quality of Service”, Book Chapter, ITB, 2018.
- [7] L.Campanile, M. Gribaudo, and M. Iacono, “Computer Network Simulation with NS-3:A Systematic Literature Review”, *MDPI Open Access: Electronics*, Vol. 9, No. 272, hlm. 2-25, 2020.
- [8] K. Kosek, M. Natkaniec, and A. R. Pach,” Analysis of IEEE 802.11e Line Topology Scenarios in the Presence of Hidden Nodes”, *International Conference on Information Networking*, vol. 1, hlm. 1-5, 2008.
- [9] Swathi and Vijayanathan, “Analysis on Computer Network Topology for Store and Transmission Channel”, *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 2, no. 9, hlm. 58-62, 2014.
- [10] R. Desai and B.P. Patil,” Analysis of Routing Protocols for Ad Hoc Network”, *International Conference on Circuits, Systems, Communication and Information Technology Application*, vol. 1, hlm. 111-115, 2014.
- [11] A. H. Mousa, N. T. Mohammed and E. A. Mohammed, “EFCNT: An Evaluation Framework for Computers Network Topologies”, *International Conference on Applied Science and Technology (ICAST)*, vol.1, hlm. 1-7, 2019.