

Analisis Kinerja *Protocol* OLSR Pada Jaringan *Ad Hoc*

Rahmadani ^{1,*}

¹ Sistem Komputer; Universitas Pembangunan Panca Budi; Alamat, Jl. Jendral Gatot Subroto
KM 4.5 Sei Sikambing. Medan. Indonesia; e-mail: rahm4dani@gmail.com

* Korespondensi: e-mail: rahm4dani@gmail.com

Diterima: 02 Agustus 2023; Review: 03 Agustus 2023; Disetujui: 11 Agustus 2023

Cara citasi: Rahmadani. 2023. Analisis Kinerja *Protocol* OLSR Pada Jaringan *Ad Hoc*. Informatics for Educators and Professionals. Vol.8 (1): 78 – 87.

Abstrak: Analisis kinerja dengan menggunakan *protocol Optimized Link State Routing* (OLSR) pada jaringan *ad hoc* telah didapatkan hasil *Quality of Service* atau QoS terhadap nilai *throughput*, *packet loss* dan *delay* serta uji performa proses transfer data dilakukan dengan menggunakan *software Network Simulator 3* (NS-3) pada sistem operasi Linux Ubuntu, berdasarkan jumlah *node* yang terus ditambah sesuai dengan skenario pengujian pada jaringan *ad hoc*. Skenario pengujian dilakukan dengan penambahan *node* secara bertahap mulai dari 10 *node*, kemudian ditambahkan menjadi 20 *node*, sampai berjumlah 40 *node*. Hasil analisis kinerja *protocol Optimized Link State Routing* (OLSR) serta pengukuran yang didapatkan terhadap nilai *throughput*, menghasilkan nilai rerata sebesar 3.1872 Kbps sehingga termasuk ke dalam kategori bagus. Nilai *packet loss* menghasilkan rerata sebesar 3,48% termasuk kedalam kategori bagus dan nilai *delay* menghasilkan rerata 6.824 ms yang juga masuk ke dalam kategori bagus. Hasil akhir analisis kinerja dengan menggunakan *protocol Optimized Link State Routing* (OLSR) pada jaringan *ad hoc* telah disajikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan proses pengamatan dan penelitian selanjutnya.

Kata kunci: *jaringan ad hoc, olsr, manet*

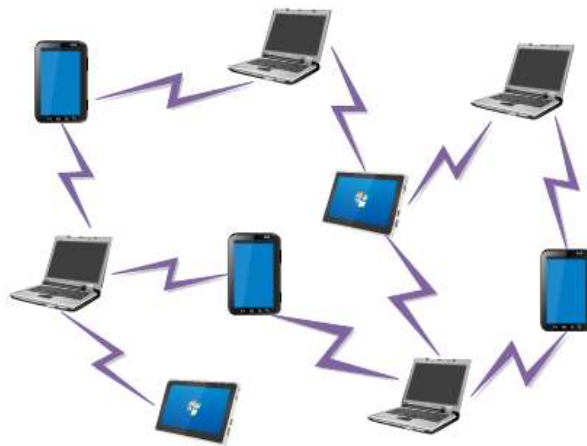
Abstract: Performance analysis using the *Optimized Link State Routing* (OLSR) protocol on *ad hoc* networks has obtained *Quality of Service* or QoS results for *throughput*, *packet loss* and *delay* values and data transfer process performance tests have been carried out using *Network Simulator 3* (NS-3) software on the *Ubuntu Linux* operating system, based on the number of nodes that are continuously added according to the test scenario on an *ad hoc* network. The test scenario is carried out by adding nodes gradually starting from 10 nodes, then adding to 20 nodes, until there are 40 nodes. The results of the performance analysis of the *Optimized Link State Routing* (OLSR) protocol and the measurements obtained on the *throughput* value, yielded an average value of 3.1872 Kbps so that it is included in the good category. The *packet loss* value produces an average of 3.48% which is included in the good category and the *delay* value produces an average of 6,824 ms which is also included in the good category. The final results of performance analysis using the *Optimized Link State Routing* (OLSR) protocol on *ad hoc* networks have been presented in graphical form to facilitate the process of observation and further research.

Keywords: *ad hoc network, olsr, manet*

1. Pendahuluan

Pada dasarnya mode koneksi jaringan nirkabel (*wireless*) terdiri dari dua bagian, yaitu mode infrastruktur dan mode jaringan *ad hoc*. Jaringan dengan mode *ad hoc* merupakan model koneksi jaringan berbasis tanpa kabel atau *wireless* yang akan menghubungkan dua atau lebih perangkat atau *node* agar dapat saling berkomunikasi dalam melakukan transmisi data pada sistem jaringan *wireless*. Jaringan *ad hoc* terdapat *node-node* yang saling terkoneksi antara *node*

yang satu dengan *node* yang lain secara langsung (*direct connection*) tanpa harus terlebih dahulu terhubung melalui perangkat perantara (*intermediate device*) seperti, *router* ataupun *access point*. Sifat jaringan *ad hoc* yang *dynamic* dan *mobile* maka *Internet Engineering Task Force* (IETF) menyatakan jaringan *ad hoc* dengan istilah *Mobile Ad Hoc Network* (MANET)[1]. Perangkat atau *node* pada jaringan *ad hoc* yang memiliki sifat dinamis karena tidak hanya mampu mengirim dan menerima informasi saja tetapi sekaligus dapat mendukung jaringan *ad hoc* untuk dapat dimanfaatkan dan dapat bekerja selayaknya berperan seperti perangkat *router* ataupun *access point*. Hal ini akan membuat setiap *node* mampu berkomunikasi dengan *node* lainnya dengan syarat harus berada pada area transmisi jaringan yang dapat dijangkau melalui topologi yang dinamis. Pada jaringan *ad hoc*, *node* akan bebas masuk dan keluar topologi jaringan secara dinamis, sehingga *node wireless* ini dinamakan *Independent Basic Service Set* (IBSS)[2]. Kelebihan dalam pemanfaatan serta ciri khas mode *ad hoc* yang implementasinya tanpa *infrastructure* tetap (*less infrastructure*) menjadikan model jaringan ini sering dimanfaatkan pada saat layanan jaringan dalam keadaan terbatas, contohnya pada kondisi pasca bencana alam, tempat-tempat yang jauh dan sangat minim dengan sumber daya jaringan komunikasi[3].

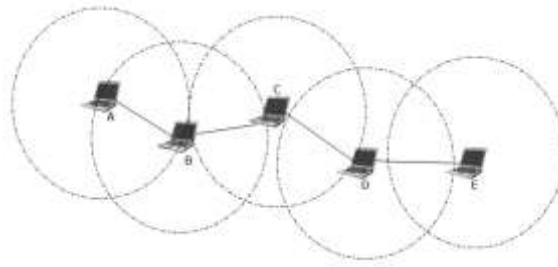


Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 1. Jaringan Ad Hoc

Beberapa ciri khas mode sistem jaringan *ad hoc* adalah *limited resources* atau sumber daya yang minim, artinya jaringan *ad hoc* dapat bekerja dan beroperasi pada energi serta kapasitas memori yang terbatas[4]. Kemudian pada saat bekerja arsitektur jaringan *ad hoc* memiliki ciri yang terus dapat berubah dan dinamis atau *dynamic topology*. Selanjutnya jaringan *ad hoc* bersifat *multiple wireless link* yaitu merupakan *node-node* pada mode jaringan *ad hoc* yang mempunyai ciri *mobility* sehingga dapat saling terhubung antara *node* yang satu dengan *node* lainnya[5]. Satu *node* pada jaringan *ad hoc* dapat berkomunikasi atau mentransmisikan dengan *node* lainnya (*neighbor*) secara langsung apabila berada pada jangkauan transmisi *node* pada topologi jaringan tersebut[6].

Jika hal tersebut belum dapat dipenuhi maka komunikasi atau transmisi dilakukan secara tidak langsung yakni dengan model sistem *multihop*. Proses komunikasi secara *multihop*, akan membuat *node-node* pada jaringan *ad hoc* mampu bekerja selayaknya perangkat *router* untuk mengirimkan paket dari *node* sumber ke *node* tujuan. Sehingga, *node* pada jaringan *ad hoc* tidak hanya berfungsi sebagai *transmitter* dan *receiver* tetapi dapat juga berfungsi sebagai *router*. Untuk mengoptimalkan kemampuan jaringan *ad hoc* yang dapat berfungsi selayaknya *router*, maka jaringan *ad hoc* membutuhkan sebuah *routing* protokol dalam proses pengiriman dan penerimaan *packet* antar *node*, sehingga dapat melakukan pencarian dan pemeliharaan rute untuk melewati banyak *node* pada mode jaringan *ad hoc*.



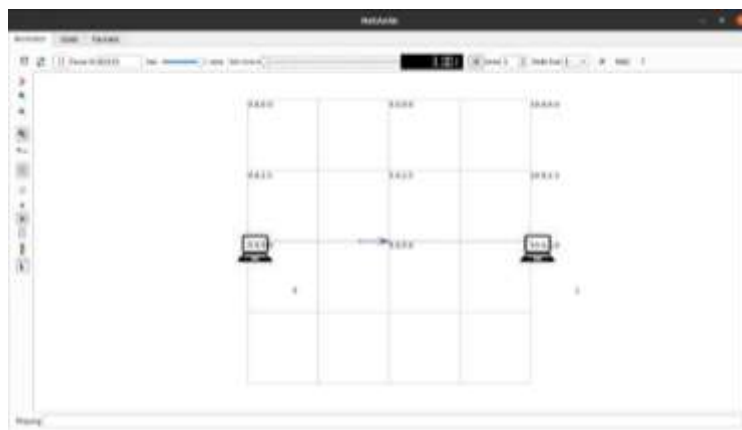
Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 2. Arsitektur Jaringan Ad Hoc

Banyaknya *node* yang sedang terhubung pada jaringan *ad hoc*, akan menyulitkan *node* baru untuk terhubung dan berkomunikasi pada sistem jaringan *ad hoc*, sehingga proses penentuan rute atau *node* tetangga yang akan dipilih pada proses transmisi data menjadi tidak optimal. Pada penelitian ini akan menjawab permasalahan status konektivitas dan proses penambahan jumlah *node* pada jaringan *ad hoc*. Sehingga topologi jaringan *ad hoc* yang terbentuk dapat mempertahankan status koneksi pada proses transmisi data ketika jumlah *node* pada jaringan yang aktif terus ditambah secara terus menerus dengan menggunakan *protocol routing Optimized Link State Routing (OLSR)*. *Protocol routing Optimized Link State Routing (OLSR)* merupakan salah satu jenis *protocol routing proaktif*. Protokol OLSR bekerja dengan selalu *update* informasi rute yang diperbaharui secara berkala berdasarkan interval waktu yang sudah ditentukan[7]. Hal tersebut merupakan keunggulan dari protokol OLSR sebagai protokol *routing proaktif* dalam melakukan pencarian rute yang lebih cepat ketika dibutuhkan atau dalam proses transmisi data berlangsung pada jaringan *ad hoc*, sehingga dapat meminimalisir nilai *packet loss*, nilai *delay* dan meningkatkan nilai *throughput*.

2. Metode Penelitian

Pada proses penelitian ini, untuk mendapatkan gambaran hasil analisis kinerja dari proses transfer paket data menggunakan *protocol Optimized Link State Routing (OLSR)*. Untuk mendapatkan hasil analisis kinerja pada proses pengiriman *packet* data, dengan menggunakan pendekatan simulasi pada jaringan *ad hoc* yang akan diuji. Proses simulasi analisis kinerja jaringan *ad hoc* menggunakan *software open source Network Simulator 3 (NS-3)* yang terinstall pada sistem operasi Ubuntu. Penelitian ini akan melakukan ujicoba untuk memperoleh hasil proses transmisi data dari *node* sumber ke *node* tujuan berdasarkan dengan skenario yang telah ditentukan sebelumnya. Proses simulasi akan menghasilkan nilai *throughput*, *packet loss* dan *delay*. Untuk memulai proses simulasi dengan NS-3, dapat dijalankan dengan perintah atau *script* tertentu sesuai dengan fitur yang tersedia. *Script* atau kode program tersebut akan disesuaikan dengan beberapa skenario simulasi yang akan dijalankan nantinya. Untuk memulai simulasi nantinya, harus masuk kedalam direktori simulator NS-3 yang telah terdapat *file.waf*. Selanjutnya menjalankan terminal dengan mengetik perintah: `“/waf –run manet-routing-compare”`.



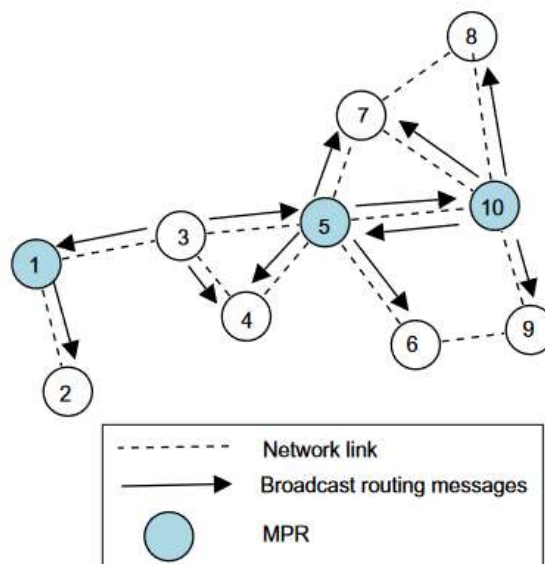
Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 3. Network Simulator (NS-3)

Pada saat akan menjalankan perintah untuk menjalankan program, selanjutnya *software* NS-3 akan melakukan proses simulasi dengan *mem-build* dan *meng-compile* program, sampai proses simulasi berjalan (*running*). Setelah simulator NS-3 dijalankan sesuai dengan waktu proses yang telah ditentukan, maka simulator NS-3 akan berhenti dan selesai menjalankan proses simulasi transfer data dari pengirim ke penerima. Setelah proses simulasi berjalan dengan baik, simulator NS-3 akan menghasilkan *file output* dengan ekstensi *.csv*. File tersebut akan berisi sejumlah informasi penting, seperti waktu simulasi, besaran *packet* yang diterima, jumlah *node* yang terhubung, sampai protokol yang digunakan sehingga akan memudahkan saat proses analisis kinerja pada mode jaringan *ad hoc*. Pada proses simulasi dengan *software* NS-3 dengan menggunakan protokol *routing Optimized Link State Routing* (OLSR) akan dimanfaatkan untuk menghitung dan mendapatkan nilai *Quality Of Service*. Analisis data nantinya akan dilakukan dengan menghitung dan memproses nilai yang terdapat pada file *.csv*. Untuk menghitung nilai *throughput* yaitu proses menghitung total dari *recevie rate* dan selisih waktu pertama kali paket dikirim hingga terakhir kali paket diterima. Nilai *throughput* akan didapatkan setelah proses pembagian nilai total *recevie rate* dengan waktu pengiriman paket. Selanjutnya, untuk menghitung *packet loss*, yaitu nilai *txPackets* akan dikurangi dengan *rxPackets* lalu hasilnya akan dibagi dengan *txPackets*, kemudian akan dirubah nilainya kedalam bentuk persen dengan cara mengkalikan dengan nilai 100%. Pada tahap akhir, untuk menghitung nilai *delay* akan dihitung berdasarkan total *delay* kemudian dijumlah dengan nilai *delay* pada setiap koneksi yang akan dibagi dengan total paket yang telah diterima.

2.1 Protokol Routing Optimized Link State Routing (OLSR)

Protokol *routing Optimized Link State Routing* (OLSR) adalah salah satu dari sekian banyak jenis protokol yang termasuk dalam kategori proaktif. Protokol *routing* ini akan bergerak (*move*) secara periodik pada proses pengiriman pesan kontrol sehingga dapat selalu menjaga jalur-jalur yang akan dilalui pada jaringan *ad hoc* tetap aktif. *Node* yang terdapat pada protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR) akan selalu menghitung rute yang masuk dalam *routing* tabel, sehingga jika rute yang akan dilalui diperlukan, akan dapat segera tersedia. Protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR) pada prosesnya akan menggunakan system *Multipoint Relay* (MPR) dalam menurunkan jumlah paket dengan *cost bandwidth* atau *routing overhead* ketika *node* sedang bekerja atau sedang dijalankan. Salah satu fokus tujuan utama dari *Multipoint Relay* (MPR) yaitu untuk mengurangi luapan (*flooding*) dengan cara memilih beberapa *node* yang tersedian pada mode jaringan *ad hoc* yang akan bertindak sebagai *Multipoint Relay* (MPR).

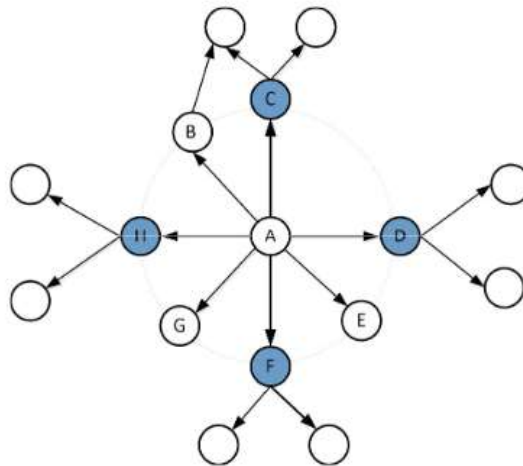


Sumber: [8]

Gambar 4. Protokol Routing OLSR Pada Pemilihan *Multipoint Relay* (MPR)

Pemanfaatan *Multipoint Relay* (MPR) juga akan bermanfaat dalam meminimalisasi *flooding* pada *control traffic*. Teknik ini secara signifikan akan mengurangi jumlah transmisi ulang

dari *broadcast control message*. Sehingga jika ada proses pembaharuan pada mode jaringan *ad hoc*, maka hanya pembaharuan tersebut yang akan dikirimkan. Akhirnya akan didapatkan sejumlah kumpulan atau koleksi jalur terbaik yang akan membentuk tabel *routing*.



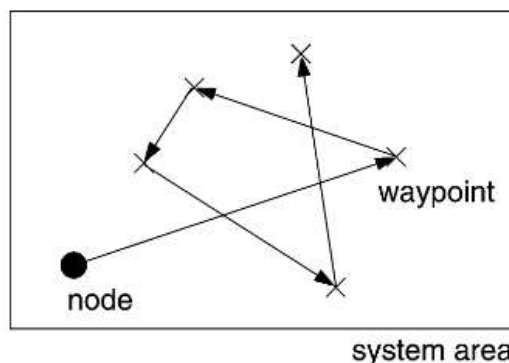
Sumber : [1]

Gambar 5. Packet Flooding Pada Protocol OLSR

Selanjutnya *node Multipoint Relay (MPR)* akan bekerja dengan meneruskan pesan yang akan diterima dengan membuat rute menjadi semakin pendek. Protocol *Optimized Link State Routing (OLSR)* menggunakan 2 (dua) jenis kontrol, yaitu pesan "*HELLO*" dan "*Topology Control (TC)*". Pesan *HELLO* akan digunakan untuk mencari dan menemukan informasi tentang keadaan atau kondisi *link* dan *node* tetangga (*neighbor*). Pesan *HELLO* ini juga akan digunakan untuk memilih *Multipoint Relay (MPR) selection set*. Tugas dan fungsi pokok dari *Multipoint Relay (MPR) selection set* adalah memilih *node* tetangga untuk bertindak sebagai *node Multipoint Relay (MPR)*. Sehingga dengan adanya pesan "*HELLO*" ini *node* pengirim dapat menentukan *node Multipoint Relay (MPR)* nya. Pesan "*HELLO*" hanya dapat dikirim sejauh 1 *hop*, tetapi pesan "*Topology Control (TC)*" dapat dikirim ke seluruh jaringan secara *broadcast*. Fungsi dari pesan "*Topology Control (TC)*" ini yaitu untuk menyebarkan informasi tentang *node* tetangga mana saja yang telah digunakan oleh *node Multipoint Relay (MPR)*. *Node "Topology Control (TC)"* hanya disebar dalam waktu satu periodik dan hanya *node Multipoint Relay (MPR)* yang dapat meneruskan pesan "*Topology Control (TC)*" tersebut[9].

2.2. Mobility Model

Pada model mobilitas akan menggunakan model *random waypoint*, yaitu *node* pada mode jaringan *ad hoc* akan bekerja secara *random* pada area simulasi jaringan *ad hoc*[10]. Setiap *node* akan menyebar secara independen dari *node* yang satu dengan *node* lain. Pergerakan *node random waypoint* akan bergerak secara bersamaan pada satu area jaringan *ad hoc*. Kondisi ini dapat mengakibatkan penumpukan *node* pada suatu area jaringan *ad hoc*[11]. Model mobilitas *random waypoint* dapat dijelaskan pada Gambar 6.



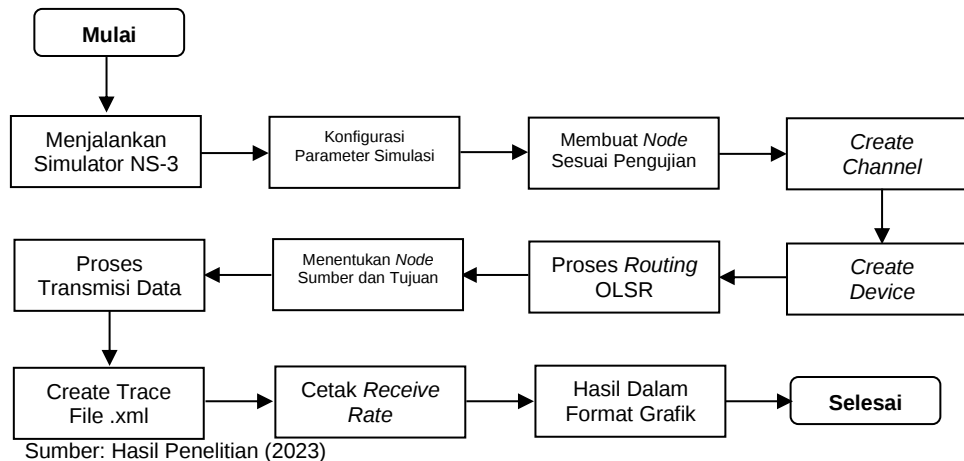
Sumber : [12]

Gambar 6. Ilustrasi Pergerakan Random Waypoint

Pada proses selanjutnya akan digunakan model *random direction* yaitu merupakan model pergerakan *node* berdasarkan proses pengembangan dari model pergerakan *node random waypoint*, yang akan bertujuan untuk dapat mengurangi penumpukan *node* pada suatu luas area jaringan *ad hoc*[13].

2.2. Skenario Simulasi Pengujian

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang maksimal terhadap analisis kinerja protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR), penelitian ini telah dibuatkan sebuah alur proses skenario simulasi yang akan dilakukan secara berurutan, seperti yang dijelaskan pada Gambar 7.



Gambar 7. Alur Proses Skenario Simulasi Pengujian

1. Memulai proses simulasi pengujian.
2. Menjalankan simulator NS3→ pada bagian ini akan menjalankan perintah dengan mengetikkan atau menjalankan kode-kode program yang telah tersedia atau yang terdapat pada simulator NS-3, sesuai dengan fitur.
3. Menentukan parameter→ proses pengaturan dengan memberikan nilai untuk beberapa parameter yang bersifat statis.
4. Membuat atau menentukan *node*→ untuk membuat sejumlah *node* sesuai dengan yang kebutuhan skenario pengujian yaitu berjumlah 10 *node* kemudian jumlah ditambahkan menjadi 20 *node* dan terakhir jumlah *node* ditambahkan kembali sehingga menjadi berjumlah 40 *node*.
5. Membuat *channel*→ pada proses ini akan digunakan untuk menghubungkan antar *node* pada mode jaringan *ad hoc* sebagai media untuk melakukan proses transmisi data dengan pengiriman dan penerimaan paket data.
6. Membuat dan menentukan *device*→Setelah menentukan jumlah *device* yang dibuat, hal ini akan bertujuan untuk menghubungkan *node* dan *channel*, dengan pengenalan MAC address dan IP address.
7. Proses *routing*→ pada proses ini akan dilakukan pemilihan jenis *routing* protokol yang akan digunakan dalam proses simulasi. Pada skenario ini akan menggunakan teknik protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR) dalam pembuatan *routing table list*.
8. Menentukan *node* pengirim dan penerima *packet*→ setiap *node* yang akan melakukan proses transmisi data atau pengiriman dan penerimaan paket akan dipasangkan selama proses simulasi berjalan.
9. Transmisi Data→pada saat simulasi berjalan, beberapa *node* akan melakukan *broadcast* untuk membuat *routing table* selanjutnya *node* pada mode jaringan *ad hoc* akan melakukan proses pengiriman paket data.
10. Membuat *trace file* → pada saat proses simulasi sedang bekerja, *software* NS-3 akan membuat *trace file* yang disimpan dalam bentuk animasi dengan ekstensi .xml. File animasi tersebut dapat dilihat dan dijalankan menggunakan aplikasi NetAnim.

11. Mencetak *receive rate* → simulator NS-3 akan menghasilkan sebuah file berekstensi .csv yang berisi informasi pengiriman data berupa *received rate*. File ini yang nantinya akan digunakan untuk melakukan analisis kinerja protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR) dalam proses menghitung nilai *throughput*, *packet loss* dan *delay*.
12. Grafik → simulator NS-3 akan menghasilkan laporan simulasi yang disajikan dalam bentuk grafik.
13. Proses simulasi pengujian selesai.

2.2 Quality Of Services (QoS)

Quality of Service (QoS) bertujuan untuk menghasilkan informasi kualitas layanan jaringan yang tersedia pada mode jaringan *ad hoc*. Nilai *Quality of service* (QoS) akan mengacu pada berbagai jenis teknologi untuk mengelola lalu lintas data pada proses mengurangi *packet loss* atau kehilangan paket, *latency*, dan *jitter* pada sistem jaringan *wireless* terutama pada mode jaringan *ad hoc*. *Quality of service* (QoS) digunakan untuk memenuhi kualitas proses transmisi data agar tidak terjadi penurunan kualitas yang disebabkan oleh *packet loss*, *latency* dan *jitter*[14].

Standard ukuran *Quality Of Service* (QoS), yang digunakan sebagai parameter pengujian dalam proses analisis kinerja pada protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR) adalah sebagai berikut;

1. *Throughput*, yaitu merupakan besaran nilai kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang akan diukur dalam satuan bps (*bit per second*). Nilai *throughput* merupakan nilai *bandwidth* aktual pada suatu ukuran waktu tertentu pada proses transmisi data. Hal ini akan berbeda dengan *bandwidth* walaupun satuannya sama *bits per second* (bps), tetapi *throughput* akan lebih menggambarkan *bandwidth* yang sebenarnya pada suatu waktu pada kondisi jaringan tertentu yang sedang digunakan untuk mengunduh atau mendapatkan besaran nilai paket data dengan ukuran tertentu. Nilai *throughput* dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah Data Yang Dikirim}}{\text{Waktu Pengiriman Data}} \dots\dots\dots (1)$$

Nilai indeks dan kategori *throughput* dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks Kategori Throughput

Kategori Throughput	Nilai Throughput	Indeks
Sangat Baik	>2,1 Mbps	4
Baik	1200 kbps – 2,1 Mbps	3
Cukup	700-1200 kbps	2
Kurang Baik	338-700 kbps	1
Buruk	0-338 kbps	0

Sumber: [15]

2. *Packet Loss*, yaitu nilai parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Hal ini dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada sistem jaringan *ad hoc*. *Packet loss* adalah persentase nilai paket yang hilang selama proses transmisi data. Hal ini dapat terjadi disebabkan oleh banyak faktor seperti penurunan sinyal dalam media jaringan, kesalahan perangkat keras jaringan atau juga radiasi dari lingkungan sekitar. Untuk mencari nilai *packet loss* dapat dihitung dengan Persamaan (2).

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{Data dikirim} - \text{Data diterima})}{\text{Data Terkirim}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Nilai indeks dan kategori *Packet Loss* dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indeks Kategori Packet Loss

Kategori Packet Loss	Nilai Packet Loss	Indeks
Sangat Baik	0-2%	4
Baik	3-14%	3
Cukup	15-24%	2
Buruk	>25%	1

Sumber : [15]

3. *Delay*, yaitu waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak pada proses transmisi data dari pengirim ke penerima. Delay dalam sebuah proses transmisi data pada sebuah jaringan *ad hoc* akan disebabkan karena adanya antrian yang panjang atau mengambil rute lain untuk menghindari kemacetan pada *routing*. Delay akan sangat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama. Untuk mencari nilai delay pada paket yang ditransmisikan dengan membagi antara panjang paket (satunya bit) dibagi dengan *link bandwidth* (satunya bit/s). Untuk menghitung rata-rata *delay* digunakan rumus seperti Persamaan (3).

$$Delay = \frac{Total\ Delay}{Packet\ Yang\ Diterima} \dots\dots\dots (3)$$

Nilai indeks dan kategori *Delay* dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks Kategori Delay[15]

Kategori Delay	Nilai Delay	Indeks
Sangat Baik	<150 ms	4
Baik	150-300 ms	3
Cukup	300-450 ms	2
Buruk	>450 m	1

Sumber : [15]

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan tahapan skenario simulasi pengujian yang telah dilakukan sebelumnya dengan skenario penambahan *node* secara bertahap mulai dari 10 *node*, ditambah menjadi 20 *node*, sampai berjumlah 40 *node* sampai proses simulasi pengujian selesai. Maka akan ditampilkan hasil simulasi pengujian jaringan *ad hoc* dengan menggunakan protokol *Optimized Link State Routing (OLSR)*. Hasil pengujian selanjutnya akan dianalisis berdasarkan nilai rata-rata *throughput*, *packet loss* dan *delay* sesuai dengan parameter *Quality Of Service* yang telah diukur.

3.1 Nilai *Throughput*

Hasil analisis dari perhitungan rata-rata *throughput* yang dihasilkan dari simulasi pengujian dengan menggunakan protokol *Optimized Link State Routing (OLSR)* untuk skenario penambahan *node* secara bertahap, yang dimulai dari 10 *node* mendapatkan hasil sebesar 3.072 Kbps, kemudian ditambahkan menjadi 20 *node*, hasil yang didapatkan adalah 3.6352 Kbps, selanjutnya ditambahkan lagi menjadi 40 *node* dan hasil yang didapatkan adalah sebesar 2.8544 Kbps. Untuk hasil perhitungan rata-rata *throughput* sebesar 3.1872 Kbps (*Kilo bit per second*).



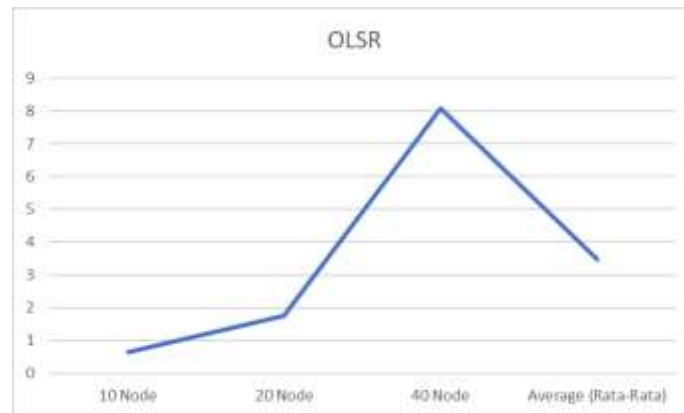
Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 8. Rerata *Throughput*

3.2 Nilai *Packet Loss*

Hasil dari perhitungan *packet loss* yang dihasilkan dari simulasi untuk skenario penambahan *node* secara bertahap dengan menggunakan protokol *Optimized Link State Routing (OLSR)*, yang dimulai dari 10 *node* didapatkan nilai *packet loss* nya berjumlah 0.63%, kemudian

ditambahkan menjadi 20 *node* nilai *packet loss* yang dihasilkan berjumlah 1.75% selanjutnya ditambahkan lagi menjadi 40 *node* sehingga nilai *packet loss* berjumlah 8.07%. Sehingga dapat disimpulkan hasil perhitungan rata-rata *packet loss* secara keseluruhan adalah sebesar 3.48%.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 9. Rerata *Packet Loss*

3.3 Nilai Delay

Hasil dari perhitungan *delay* dalam satuan *millisecond* yang dihasilkan dari simulasi untuk skenario penambahan *node* secara bertahap dengan menggunakan protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR), yang dimulai dari 10 *node* nilai waktu *delay* adalah selama 5.243ms kemudian ditambahkan menjadi 20 *node* sehingga lama *delay* menjadi 8.974ms selanjutnya ditambahkan lagi menjadi 40 *node* dan nilai *delay* yang dihasilkan selama 6.255ms. Sehingga dapat dihitung nilai perhitungan rata-rata *delay* adalah selama 6.284ms berdasarkan scenario pengujian yang telah dilakukan.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 10. Rerata *Delay*

4. Kesimpulan

Untuk mengukur analisis kinerja dan menghitung *Quality Of Service* jaringan *ad hoc* dengan menggunakan protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR) harus terlebih dahulu membuat skenario simulasi pengujian sesuai dengan nilai parameter pengukuran *Quality Of Service*. Berdasarkan proses simulasi yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa karakteristik dari proses pengiriman paket data, yaitu; *throughput*, *packet loss* dan *delay*. Berdasarkan hasil simulasi dengan NS-3 pada sistem operasi Linux Ubuntu sesuai dengan scenario pengujian, dapat dijelaskan bahwa nilai *data rate* yang tinggi pada *throughput* akan dapat memberikan kualitas layanan yang baik, dan apabila kualitas *throughput* menurun, maka akan menyebabkan penurunan kualitas jaringan *ad hoc*. Hasil analisis kinerja protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR) dengan analisis dan pengukuran yang didapatkan terhadap *throughput*, menghasilkan nilai rerata sebesar 3.1872 Kbps sehingga termasuk ke dalam kategori bagus. Parameter *packet loss* menghasilkan nilai rerata sebesar 3,48% termasuk kedalam

kategori bagus dan parameter *delay* menghasilkan nilai rerata 6.824 ms yang juga masuk ke dalam kategori bagus berdasarkan standard pengukuran pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada segala pihak yang telah memberikan pembiayaan penelitian ini dan telah mendukung selama berjalannya kegiatan penelitian.

Referensi

- [1] Y. Mostafaei and S. Pashazadeh, "An improved OLSR routing protocol for reducing packet loss ratio in ad-hoc networks," *2016 8th Int. Conf. Inf. Knowl. Technol. IKT 2016*, pp. 12–17, 2016, doi: 10.1109/IKT.2016.7777778.
- [2] I. SUPRADANA, "MODIFIKASI PROSES ROUTE DISCOVERY PROTOKOL ROUTING AODV PADA JARINGAN WIRELESS AD HOC," Institut Teknologi Bandung, 2010.
- [3] Rahmadani and Safriadi, "Implementasi Ant-Based Routing Algorithm Pada Mobile Ad Hoc Network (Manet)," *J. Inf. Syst. Dev.*, vol. 2, no. 1, pp. 15–23, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal-medan.uph.edu/index.php/isd/article/view/87/23>
- [4] R. Agrawal *et al.*, "Classification and comparison of ad hoc networks: A review," *Egypt. Informatics J.*, vol. 24, no. 1, pp. 1–25, 2023, doi: 10.1016/j.eij.2022.10.004.
- [5] Shreya Mane, "Conceptual Aspects on Mobile Ad-Hoc Network System," *Int. J. Eng. Technol. Manag. Sci.*, vol. 6, no. 6, pp. 555–564, 2022, doi: 10.46647/ijetms.2022.v06i06.095.
- [6] K. Moaveninejad, W. Z. Song, and X. Y. Li, "Robust position-based routing for wireless ad hoc networks," *Ad Hoc Networks*, vol. 3, no. 5, pp. 546–559, 2005, doi: 10.1016/j.adhoc.2004.08.004.
- [7] Y. Xue, H. Jiang, and H. Hu, "Optimization on OLSR protocol for lower routing overhead," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5009 LNAI, pp. 723–730, 2008, doi: 10.1007/978-3-540-79721-0_96.
- [8] D. Johnson and G. Hancke, "Comparison of two routing metrics in OLSR on a grid based mesh network," *Ad Hoc Networks*, vol. 7, no. 2, pp. 374–387, 2009, doi: 10.1016/j.adhoc.2008.04.006.
- [9] I. N. P. SAMUDRO, "Peningkatan Kinerja Reliable Multipoint Relay Pada OLSR Di VANET," INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER, 2017.
- [10] E. Hytiä, P. Lassila, and J. Virtamo, "Spatial node distribution of the random waypoint mobility model with applications," *IEEE Trans. Mob. Comput.*, vol. 5, no. 6, pp. 680–693, 2006, doi: 10.1109/TMC.2006.86.
- [11] B. Taufan, R. Primananda, and M. Data, "Analisis Perbandingan Kinerja Protokol Routing OLSR dan DSDV Pada MANET Berdasarkan Pergerakan Node," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 4, pp. 3573–3579, 2019.
- [12] C. Bettstetter, H. Hartenstein, and X. Pérez-Costa, "Stochastic properties of the random waypoint mobility model," *Wirel. Networks*, vol. 10, no. 5, pp. 555–567, 2004, doi: 10.1023/B:WINE.0000036458.88990.e5.
- [13] P. Nain, D. Towsley, B. Liu, and Z. Liu, "Properties of random direction models," *Proc. - IEEE INFOCOM*, vol. 3, pp. 1897–1907, 2005, doi: 10.1109/INFCOM.2005.1498468.
- [14] R. Wulandari, "ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016, doi: 10.28932/jutisi.v2i2.454.
- [15] ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," 2020.