

DAMPAK VARIASI KECEPATAN *NODE* TERHADAP PROTOKOL *ROUTING* MEDSR-LET PADA JARINGAN MANET

(*Node Speed Variations Effect on MEDSR-LET Routing Protocol in Mobile Ad hoc Networks*)

Andy Hidayat Jatmika, Noor Alamsyah*, Raphael Bianco Huwae

Dept. Informatics Engineering, University of Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: [andy, nooralamsyah, raphael.bianco.huwae]@unram.ac.id

Abstract

This research aims to analyze the impact of node speed variations on the Minimum Energy Dynamic Source Routing-Link Expiration Time (MEDSR-LET) routing protocol on Mobile Ad hoc Network (MANET) networks. The MEDSR-LET routing protocol is a modification of the Dynamic Source Routing (DSR) protocol which adds the Link Expiration Time (LET) algorithm to the protocol framework to make it more optimal in terms of route search. However, the MEDSR-LET protocol has not been tested in a network environment where node speeds vary, because previous research was only tested on nodes with speeds up to 20 m/s and the Quality of Service (QoS) measured was only energy consumption. This research uses Network Simulator 2 (NS-2) to analyze node speed variations on the MEDSR-LET routing protocol.

Based on the test results from the network simulation scenario that has been given, the MEDSR-LET routing protocol apparently has difficulty in maintaining stable connections on high-speed nodes which can result in increased packet sending overhead, which can reduce the throughput actually used for data exchange and also reduce the PDR value. High node speed also affects delay, where the MEDSR-LET protocol experiences a significant increase in delay. At nodes with speeds of 30 m/s, 50 m/s, and 70 m/s, the throughput test parameter values were respectively 20.48 kbps, 20.3 kbps, and 19.92 kbps which decreased as the node speed increased. For the delay test parameters, on node speeds of 30 m/s, 50 m/s, and 70 m/s, the delay values obtained were 71.77 ms, 76 ms, and 78.41 ms respectively, which increased. Meanwhile, the PDR values obtained at nodes with speeds of 30 m/s, 50 m/s, and 70 m/s are 95.52%, 94.66%, and 93.71%, respectively, which increased.

Keywords: *node speed, node mobility, route reliability, routing protocol, MEDSR-LET*

*Penulis Korespondensi

1. PENDAHULUAN

Jaringan MANET adalah jenis jaringan nirkabel yang terdiri dari sekelompok perangkat bergerak yang berkomunikasi secara langsung satu sama lain tanpa adanya infrastruktur jaringan tetap. MANET sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti komunikasi darurat, militer, sensor nirkabel, dan sebagainya [1].

Ketika suatu *node* ingin mengirim paket data, proses *routing* dalam jaringan MANET adalah faktor penting dalam pengiriman data, yang melibatkan penentuan rute yang tepat untuk mengirimkan paket data dari *node* pengirim ke *node* tujuan. Proses *routing* dimulai dengan setiap *node* dalam MANET mampu memahami topologi jaringan yang sedang berjalan saat itu. Setiap *node* secara periodik bertukar pesan dengan tetangga-tetangganya untuk mengidentifikasi *node* mana yang berada dalam jangkauan komunikasi dan

node mana yang dapat digunakan sebagai perantara untuk meneruskan paket data. Setelah mengetahui topologi jaringan, setiap *node* perlu memilih rute yang tepat untuk mengirimkan paket data. Ini melibatkan perhitungan jalur terbaik berdasarkan kriteria tertentu, seperti jalur terpendek, jalur dengan kecepatan tinggi, atau jalur yang memiliki konsumsi daya yang rendah

Dalam MANET, protokol *routing* memainkan peran penting dalam mengatur bagaimana paket data akan diteruskan melalui jaringan yang berubah secara dinamis. Keselamatan data dalam jaringan MANET memiliki peran yang sangat penting dan krusial. Oleh karena itu, menentukan rute yang tepat untuk meneruskan paket data dari sumber ke tujuan menjadi hal yang sangat kritis. Inilah hal penting dimana protokol *routing* berperan menentukan rute.

Protokol *routing* dalam MANET bertanggung jawab untuk menentukan rute optimal atau paling efisien untuk paket data. Hal ini melibatkan pemantauan topologi jaringan yang berubah, perhitungan jalur terbaik, pengiriman informasi *routing* antar *node*, dan pengambilan keputusan dinamis saat paket data harus dikirim. Keberhasilan protokol *routing* dalam MANET akan memengaruhi kinerja jaringan secara keseluruhan, termasuk latensi, *throughput*, dan keandalan komunikasi. Oleh karena itu, pemilihan dan penyesuaian protokol *routing* yang sesuai sangat penting untuk memastikan bahwa paket data dapat diteruskan dengan efisien dalam kondisi jaringan yang dinamis seperti MANET.

Pergerakan *node* pada MANET memicu meningkatnya resiko kegagalan hubungan antar *node*, yang dapat menyebabkan terputusnya koneksi dan kegagalan *routing*. Pergerakan *node* pada jaringan MANET juga dapat menyebabkan topologi yang telah terbentuk seringkali berubah dengan cepat seiring pergerakan *node*. Hal tersebut tentunya mempengaruhi kinerja dari jaringan MANET [9].

Protokol *routing* dalam jaringan MANET dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama berdasarkan cara mereka beroperasi dan bagaimana mereka mengelola pengiriman paket data yaitu protokol *routing* reaktif, proaktif, dan hybrid [2]. Protokol reaktif, juga dikenal sebagai protokol perutean on-demand, hanya menghitung jalur saat ada permintaan untuk mengirim data dari satu *node* ke *node* lain. Ketika ada permintaan, *node* sumber akan memulai pencarian untuk menemukan jalur yang sesuai ke *node* tujuan. Hal ini biasanya melibatkan pengiriman pesan kontrol yang disebut RREQ (Route Request) ke seluruh jaringan untuk mencari rute. Kelebihan protokol *routing* yang bersifat reaktif dapat mengurangi *overhead* dalam jaringan karena tidak perlu mempertahankan tabel *routing* yang diperbarui terus-menerus. Protokol proaktif, juga dikenal sebagai protokol perutean berbasis tabel, mempertahankan tabel *routing* yang diperbarui secara berkala. Setiap *node* dalam jaringan memiliki informasi lengkap tentang topologi jaringan dan jalur ke *node* lain. Ketika ada permintaan untuk mengirim data, *node* dapat langsung mengirimkannya melalui jalur yang telah diperhitungkan sebelumnya. Kelebihan protokol proaktif cenderung memberikan latensi yang lebih rendah dalam pengiriman data karena jalur telah dihitung sebelumnya. Protokol *routing* bersifat hybrid mencoba menggabungkan kelebihan dari kedua pendekatan *routing* reaktif dan proaktif. Protokol *routing* bersifat hybrid dapat menggunakan perutean

reaktif saat pertama kali memulai pencarian jalur dan kemudian beralih ke perutean proaktif ketika jalur tersebut sering digunakan atau diperlukan secara berkala [3].

Protokol-protokol *routing* dalam MANET terus berkembang, dan berbagai penelitian menghasilkan berbagai protokol yang didesain dengan berbagai tujuan. Pada penelitian ini difokuskan pada analisis dampak variasi kecepatan *node* pada protokol *routing* bersifat reaktif yaitu MEDSR-LET.

MEDSR-LET merupakan protokol *routing* berbasis protokol DSR yang telah didesain dan dimodifikasi dengan menambahkan algoritma LET pada kerangka protokolnya agar menjadi optimal pada proses pencarian rutenya [4]. Kelemahan protokol *routing* MEDSR standar tanpa ditambahkan algoritma LET adalah hanya berfokus pada efisiensi energi ketika proses pencarian rute tanpa melihat kestabilan link-link penyusun rutenya, sehingga rute yang dipilih belum tentu reliabel. Ketika sebuah *node* ingin mengirim paket data, protokol *routing* MEDSR-LET mengirim permintaan rute berupa Route Request (RREQ) ke *node-node* tetangganya dengan menggunakan transmit power level yang rendah untuk menghemat energi, kemudian reliabilitas link antar dua buah *node* akan dihitung menggunakan algoritma LET. *Node* intermediate akan melakukan hal yang sama ketika meneruskan paket RREQ hingga sampai ke *node* tujuan. Hasil perhitungan LET pada Link-link penyusun rute akan dijumlahkan dan ditumpangkan pada paket Route Reply (RREP) yang kemudian *node* sumber akan memilih RREP dengan nilai LET tertinggi untuk dijadikan rute utama dalam pengiriman paket data ke *node* tujuan [4]. Dari modifikasi protokol *routing* tersebut, hasil yang didapatkan jika dilihat dari residual energy tiap *nodenya* sudah cukup baik dengan kecepatan *node* 20m/s pada network area 1000 x1000 m². Penelitian tersebut hanya mengukur konsumsi energi *node* pada kecepatan 20 m/s saja tanpa mengukur parameter lain seperti *throughput*, *delay*, *packet delivery ratio* serta variasi kecepatan *node* sehingga belum diketahui konsistensi kehandalan protokol *routing* MEDSR-LET pada situasi-situasi yang telah disebutkan.

Penelitian ini bertujuan melakukan analisis terhadap protokol *routing* MEDSR-LET jika diberikan lingkungan jaringan dimana kecepatan *nodenya* bervariasi. Pada penelitian ini menggunakan 3 variasi kecepatan *node* yaitu 30 m/s, 50 m/s, dan 70 m/s pada network area 1000x1000m². Parameter uji kinerja yang digunakan adalah *throughput*, *delay*, dan PDR. Simulasi jaringan menggunakan tool Network Simulator 2 (NS-

2) versi 2.35 yang diinstal pada sistem operasi Linux Ubuntu 14.04 LTS yang berjalan pada virtual mesin VirtualBox.

Berdasarkan hasil ujicoba dari skenario simulasi jaringan yang telah diberikan, protokol routing MEDSR-LET ternyata mengalami kesulitan dalam menjaga koneksi yang stabil pada node-node berkecepatan tinggi sehingga dapat mengakibatkan peningkatan *overhead* pengiriman paket, yang dapat mengurangi *throughput* yang sebenarnya digunakan untuk pertukaran data dan juga menurunkan nilai PDR. Kecepatan node yang tinggi juga mempengaruhi delay, dimana protokol MEDSR-LET mengalami peningkatan delay yang cukup signifikan. Pada node berkecepatan 30 m/s, 50 m/s, dan 70 m/s didapatkan nilai *throughput* secara berturut-turut adalah 20.48 kbps, 20.3 kbps, dan 19.92 kbps yang mengalami penurunan seiring meningkatnya kecepatan node. Untuk parameter uji *delay*, pada node berkecepatan 30 m/s, 50 m/s, dan 70 m/s didapatkan nilai *delay* secara berturut-turut adalah 71.77 ms, 76 ms, dan 78.41 ms yang mengalami peningkatan. Sedangkan nilai PDR pada node berkecepatan 30 m/s, 50 m/s, dan 70 m/s didapatkan nilai secara berturut-turut adalah 95.52%, 94.66%, dan 93.71%.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian [4] pernah dilakukan modifikasi terhadap protokol *routing* DSR menggunakan algoritma LET. Transmit power digunakan selama proses route discovery untuk mengidentifikasi rute yang memiliki rute dengan konsumsi energi cukup rendah. Dalam Transmit power digunakan 2 (dua) jenis power level yaitu low power level (transmission range 125 meter) dan high power level (transmission range 250 meter). Selama proses route discovery, source *node* mencoba mencari rute menggunakan mode low power level. Dengan mode transmit power rendah ini, *node* yang mengirim sebuah paket ke *node* lain juga akan menggunakan mode minimum power level. Jika tidak ada *node* yang berada dalam jangkauan sinyal, maka source *node* akan meningkatkan transmit power menggunakan mode high power level. Untuk mendapatkan rute yang reliable, digunakan metode Link Expiration Time (LET). Lingkungan ujicoba dilakukan menggunakan network area 1000 x1000 m² dengan kecepatan *node* 20 m/s. Parameter uji kinerja yang dihitung hanya berupa residual energy tanpa melihat parameter uji yang lain seperti *throughput*, *delay*, dan PDR. Simulasi jaringan menggunakan tools NS-2 versi 2.35.

Pada artikel [5] dilakukan penelitian terhadap protokol *routing* reaktif yaitu DSR. Protokol *routing* DSR standar dimodifikasi dengan ditambahkan algoritma LET pada proses Route Request (RREQ). Protokol *routing* DSR standar hanya menemukan rute dengan metrik hop count untuk menjangkau *node* tujuan. Kelemahan protokol *routing* DSR standar adalah tidak mengetahui apakah rute yang ditemukan itu reliabel atau tidak di tiap link-link penyusun rutenya karena hanya menggunakan *routing* metrik hop count saja, sehingga rute yang ditemukan tersebut kemungkinan bisa cepat terputus. Algoritma LET menjadi solusi untuk permasalahan tersebut, dimana algoritma LET bekerja dengan menghitung reliabilitas tiap link penyusun rute, sehingga nantinya rute yang dipilih adalah rute yang memiliki reliabilitas tinggi dengan hop count yang sedikit. Parameter uji kinerja yang diukur hanya berupa packet sent dan packet forwarded. Pada penelitian ini protokol DSR-LET memberikan kinerja yang sangat baik dibandingkan dengan protokol *routing* DSR standar pada jumlah *node* 50 dan 100 dengan network area 1000x1000 m² dan 1500x1500 m². Namun pada penelitian ini tidak disebutkan berapa kecepatan *nodenya* ketika dilakukan simulasi, sehingga belum dapat diketahui kinerjanya ketika dilakukan pada lingkungan simulasi dengan kecepatan *node* yang bervariasi.

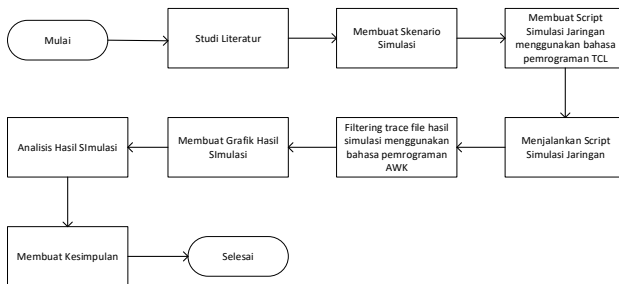
Pada artikel [6] dilakukan penelitian menggunakan algoritma LET yang diterapkan pada kerangka protokol *routing* yang bersifat proaktif dan reaktif yaitu protokol DSDV dan protokol AODV. Protokol *routing* yang telah dimodifikasi diberi nama protokol S-DSDV dan protokol S-AODV. Penelitian ini mencoba membandingkan kinerja protokol DSDV standar dengan protokol S-DSDV, lalu membandingkan protokol *routing* AODV standar dengan S-AODV. Simulasi jaringan dilakukan pada lingkungan kecepatan *node* yang bervariasi yaitu 1 m/s, 10 m/s, dan 20 m/s. Jumlah *node* yang digunakan adalah 10, 50, 100, dan 200 *node*. Parameter uji kinerja yang digunakan yaitu *throughput*, *delay*, dan PDR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa protokol *routing* S-DSDV memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan protokol *routing* DSDV standar. Namun pada penelitian ini, kecepatan *node* yang diberikan masih menggunakan kecepatan maksimal sampai 20 m/s saja.

Pada artikel [11] dilakukan analisis perbandingan konsumsi energi terhadap protokol *routing* PA-AOMDV dan AOMDV. Parameter uji hasil simulasi pada penelitian tersebut tidak hanya mengukur konsumsi energi saja, namun diukur juga parameter uji yang lain seperti *throughput* dan *delay* untuk mengetahui

kinerja kedua protokol routing dari sisi kecepatan transfer dan waktu yang dibutuhkan paket data untuk sampai ke *node* tujuan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

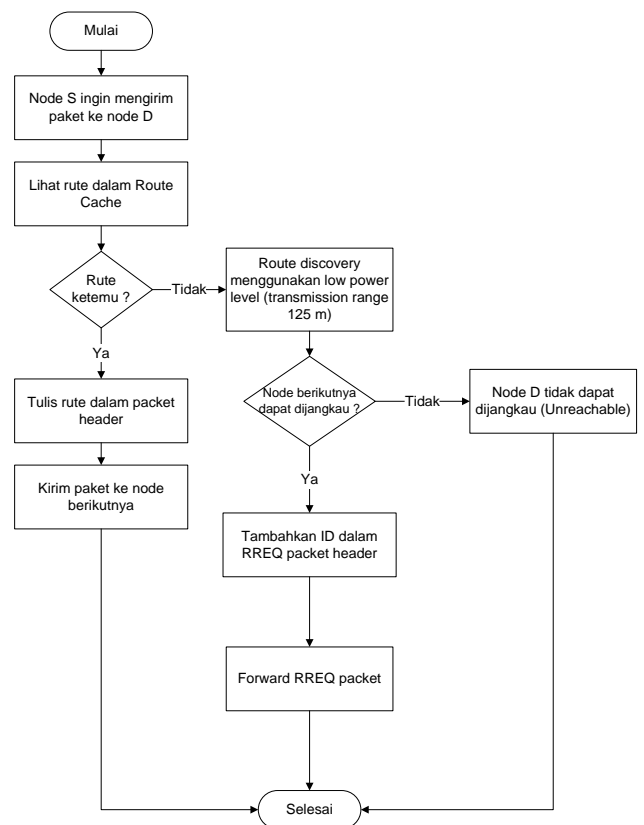
Gambar 1 merupakan diagram alir yang digunakan pada penelitian ini yang diawali dengan studi literatur yaitu membaca paper-paper yang berasal dari jurnal nasional maupun internasional untuk menggali informasi dan permasalahan yang akan diangkat. Langkah berikutnya adalah membuat skenario simulasi jaringan dengan variasi kecepatan *node* 30 m/s, 50 m/s, dan 70 m/s pada network area 1000x1000m², lalu membuat script simulasi jaringan dengan skenario dan parameter uji yang telah ditentukan menggunakan bahasa pemrograman *Tool Command Language* (TCL). Setelah membuat script simulasi, langkah berikutnya menjalankan script simulasi yang telah dibuat dengan menggunakan protokol *routing* MEDSR-LET. Hasil simulasi jaringan yang telah dijalankan akan memberikan output berupa file mentah bernama *trace file* berekstensi (.tr). Hasil file trace akan difiltering menggunakan skrip AWK untuk mendapatkan nilai konsumsi energi yang digunakan. Setelah itu dilakukan tahap analisis hasil simulasi terhadap kedua protokol *routing*, dan langkah terakhir adalah membuat kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan berdasarkan ujicoba. Hasil simulasi akan ditampilkan dalam bentuk grafik yang menggambarkan pola-pola perubahan yang terjadi pada saat simulasi berlangsung.

3.2 Route Discovery Protokol Routing MEDSR

Protokol MEDSR menggunakan tingkat daya rendah (low power level) ketika memulai mencari *node* tetangga yang berada dalam radius komunikasinya. Paket RREQ dikirim untuk

menemukan rute yang lebih hemat energi, dan digunakan untuk mengontrol transmit power per link nya.

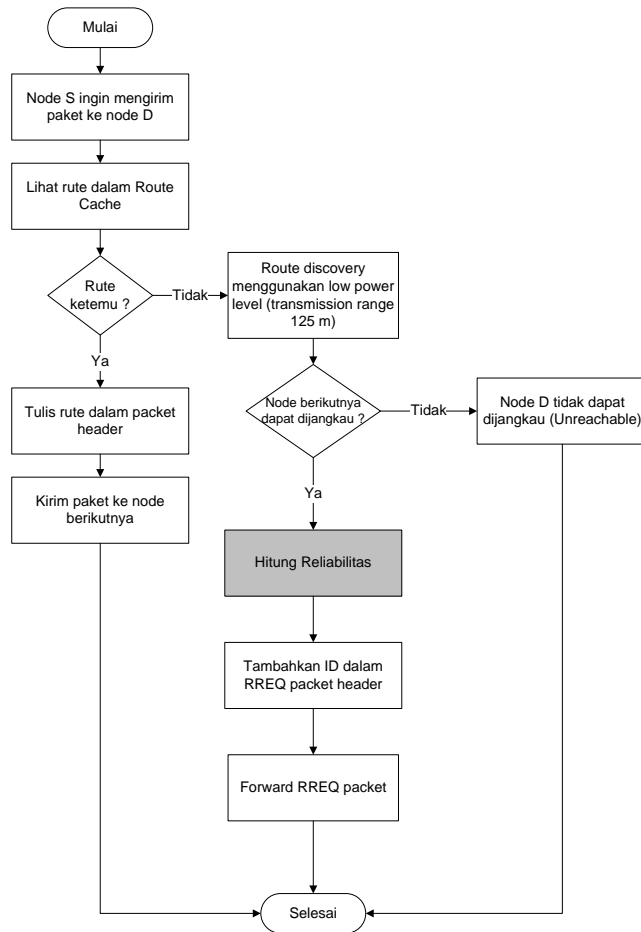
Pada proses route discovery, protokol MEDSR menggunakan low power level seperti yang ditunjukkan Gambar 2, dimana *node* sumber S (Source) memiliki paket untuk dikirim ke *node* tujuan D (Destination). *Node* sumber S melakukan proses pencarian rute dengan cara broadcast paket pada low power level (dengan transmission range tidak lebih dari 125 m) [4].



Gambar 2. Mekanisme route discovery MEDSR

3.3 Route Discovery Protokol Routing MEDSR-LET

Pada bagian ini akan dijelaskan terkait mekanisme kerja *route discovery* pada protokol routing MEDSR-LET, sehingga perbedaan cara kerja pada protokol *routing* MEDSR standar akan terlihat. Kotak yang berwarna abu-abu menunjukkan modifikasi yang dilakukan pada proses route request yaitu dengan menambahkan proses menghitung reliabilitas link antar dua *node* yang saling terhubung. Proses route request pada source *node* setelah dimodifikasi disajikan pada Gambar3.



Gambar 3. Mekanisme route discovery MEDSR-LET

Dengan mengetahui cara menghitung reliabilitas rute, maka pada tahap route discovery yang menghasilkan beberapa alternatif rute, dapat diketahui dan dipilih rute mana yang paling reliabel untuk digunakan sebagai jalur pengiriman paket data.

Proses perhitungan rute membutuhkan informasi reliabilitas link - link yang menyusun rute. LET atau link expiration time merupakan estimasi selang waktu sebuah link yang menghubungkan dua *node* pada MANET tetap eksis. Link antara *node* i dan *node* j pada sebuah MANET dikatakan eksis jika keduanya saling berada dalam jangkauan sinyal. Oleh karena itu, informasi posisi *node* i dan *node* j serta kecepatan dan arah pergerakan *node* i dan *node* j diperlukan untuk menghitung LET_{ij}. Untuk menghitung LET antara *node* i dan *node* j digunakan persamaan 1 sebagai berikut [7].

$$LET_{i,j} = \frac{-(ab + cd) + \sqrt{(a^2 + b^2)r^2 - (ad - bc)^2}}{a^2 + c^2} \quad (1)$$

LET_{ij} merupakan LET antara *node* i dan *node* j, a merupakan kecepatan relatif antara *node* i dan *node* j

dalam arah horizontal, b merupakan jarak antara *node* i dan *node* j pada arah horizontal, c merupakan kecepatan relatif antara *node* i dan *node* j dalam arah vertikal dan d merupakan jarak antara *node* i dan *node* j pada arah vertikal. Untuk menghitung nilai a, b, c dan d digunakan persamaan sebagai berikut.

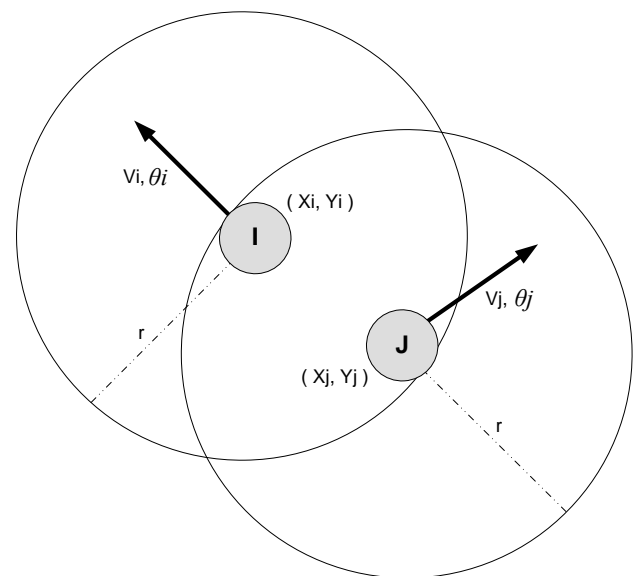
$$a = v_i \cos \theta_i - v_j \cos \theta_j \quad (2)$$

$$b = x_i - x_j \quad (3)$$

$$c = v_i \sin \theta_i - v_j \sin \theta_j \quad (4)$$

$$d = y_i - y_j \quad (5)$$

v_i merupakan kecepatan *node* i, θ_i merupakan sudut arah pergerakan *node* i, (x_i, y_i) merupakan posisi *node* i, v_j merupakan kecepatan *node* j, θ_j merupakan sudut arah pergerakan *node* j dan (x_j, y_j) merupakan posisi *node* j. Gambar 4 dapat memperjelas pengertian variabel yang digunakan pada persamaan 1 sampai 5.



Gambar 4. Ilustrasi persamaan 1 sampai 5

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Skenario Simulasi

Parameter skenario simulasi digunakan untuk menggambarkan lingkungan simulasi jaringan pada simulator NS-2. Jumlah *node* yang digunakan adalah sebanyak 50 *node*. *Node-node* akan di-generate secara

acak pada luas area 1000x1000 m² dan akan bergerak secara bebas ke segala arah dengan kecepatan 30 m/s, 50 m/s, 70 m/s. Simulasi jaringan dijalankan selama 100 detik. Parameter skenario simulasi secara lengkap dapat dilihat pada TABEL I.

TABEL I. PARAMETER SKENARIO SIMULASI

Jumlah <i>node</i>	50 <i>node</i>
Kecepatan <i>node</i>	30 m/s, 50 m/s, 70 m/s
Luas area simulasi	1000x1000 m ²
Protokol <i>Routing</i>	MEDSR-LET
Model mobilitas	Random Waypoint
Waktu simulasi	100 detik
Model antena	Omni-directional
MAC protocol	IEEE 802.11
Pola trafik	CBR

4.2 Pengukuran Kinerja Jaringan

Kinerja jaringan diukur dengan menggunakan 3 (tiga) parameter yaitu *throughput*, *delay*, dan *Packet delivery ratio (PDR)*. Hasil parameter uji kinerja jaringan tersebut diperoleh menggunakan Bahasa Pemrograman AWK dengan mengambil data mentah dari trace file yang dihasilkan oleh NS-2 [8].

Throughput digunakan untuk mengukur jumlah data atau informasi yang dapat ditransfer melalui sebuah jaringan dalam jangka waktu tertentu. Semakin tinggi *throughput* suatu jaringan, semakin banyak data yang dapat ditransfer dalam waktu tertentu, sehingga dapat membantu meningkatkan kinerja jaringan tersebut. Namun, *throughput* tidak hanya tergantung pada kapasitas jaringan, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti latensi, kestabilan jaringan, dan faktor-faktor lingkungan lainnya. *Throughput* dapat dihitung menggunakan persamaan 6 dan memiliki satuan *kilo bit per second (kbps)* [10].

$$Throughput = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman}} \quad (6)$$

PDR adalah rasio antara jumlah paket data yang berhasil dikirim dan diterima dengan jumlah total paket yang dikirim selama suatu periode waktu tertentu. PDR sering digunakan sebagai indikator pengukuran kinerja jaringan nirkabel, terutama pada jaringan MANET. Dalam jaringan MANET, paket data dapat hilang atau rusak selama perjalanan dari *node* pengirim ke *node* penerima, misalnya karena interferensi, attenuasi, atau kegagalan jaringan. Oleh karena itu, PDR mengukur efektivitas jaringan dalam mentransmisikan paket data dari satu *node* ke *node*

lainnya. PDR biasanya diukur sebagai persentase, di mana semakin tinggi persentase PDR, semakin efektif jaringan dalam mengirim dan menerima paket data. Sebagai contoh, jika selama satu jam terdapat 100 paket data yang dikirim dan hanya 80 paket data yang berhasil diterima oleh penerima, maka PDR-nya adalah 80%. PDR yang tinggi menunjukkan kualitas jaringan yang baik. PDR dapat dihitung menggunakan persamaan 7.

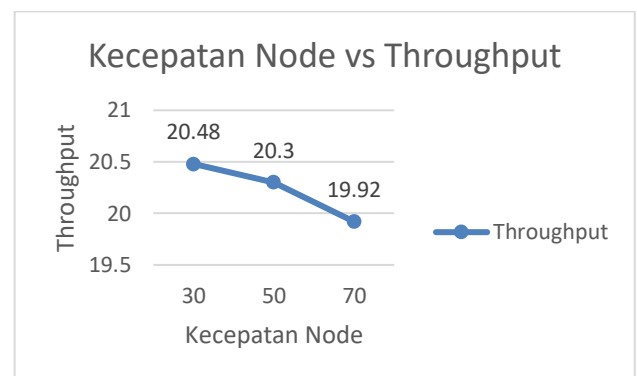
$$PDR = \frac{\text{Jumlah data yang diterima}}{\text{Jumlah data yang dikirim}} \times 100\% \quad (7)$$

End to End *Delay*, merupakan waktu yang diperlukan mulai dari sebuah paket dikirimkan hingga paket tersebut diterima dan memberikan acknowledgement kepada pengirim. Semakin kecil nilai end-to-end *delay*, maka semakin bagus performa dari protokol tersebut. Perhitungan end-to-end *delay* dapat dilakukan dengan persamaan 8 [10].

$$\text{End to End Delay} = \frac{\text{Jumlah waktu tempuh paket}}{\text{Jumlah paket yang diterima}} \quad (8)$$

4.3 Hasil dan Analisis

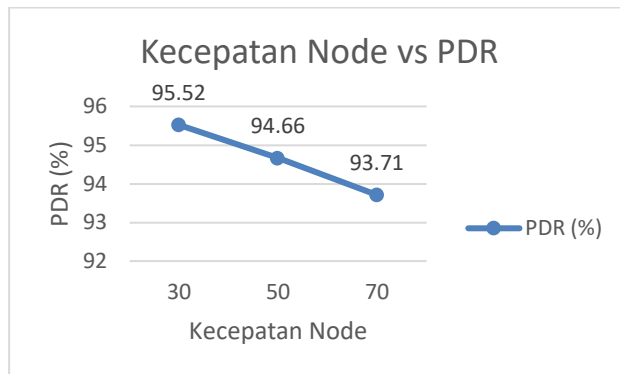
Pada bagian ini akan disajikan dan dijelaskan hasil simulasi jaringan yang telah dilakukan menggunakan *network simulator* NS-2. Hasil simulasi jaringan disajikan dalam bentuk grafik dengan parameter uji *throughput*, end to end *delay* dan PDR.



Gambar 5. Kecepatan *node* vs *throughput*

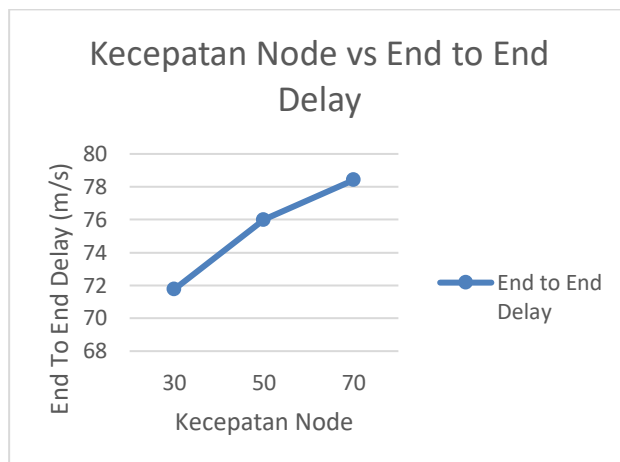
Dari grafik yang ditampilkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa penurunan *throughput* terjadi pada protokol MEDSR-LET. Penurunan tersebut terjadi karena ketika *node-node* bergerak dengan cepat, *node* tersebut perlu meningkatkan daya transmisi untuk mempertahankan koneksi dengan baik dengan *node* lain yang juga bergerak. Hal ini dapat mengakibatkan peningkatan konsumsi daya, yang mungkin

memerlukan perubahan dalam mode hemat daya atau pengurangan daya transmisi, yang dapat mengurangi jarak dan kualitas sinyal, serta *throughput*.



Gambar 6. Kecepatan *node* vs PDR

Packet delivery ratio (PDR) adalah ukuran yang mengukur berapa banyak paket data yang berhasil diantarkan dari *node* pengirim ke *node* penerima. Dari grafik yang disajikan pada Gambar 6, penyebab turunnya PDR pada *node-node* berkecepatan tinggi disebabkan oleh interferensi sinyal antar *node* dan perubahan topologi jaringan yang cukup cepat. Interferensi sinyal dapat mengganggu proses pengiriman paket ke tujuan, begitu juga dengan perubahan topologi yang menyebabkan rute terputus sehingga kegagalan paket terjadi.



Gambar 7. Kecepatan *node* vs end to end delay

Dari grafik hasil ujicoba yang ditampilkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai end to end delay protokol MEDSR-LET cenderung mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan pergerakan *node* yang sangat cepat dan juga dipengaruhi oleh jumlah rute yang dipakai MEDSR-LET hanya satu rute saja, sehingga ketika rute terputus maka akan dilakukan pencarian rute dari awal yang menyebabkan delay meningkat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil ujicoba dari skenario simulasi jaringan yang telah diberikan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada protocol *routing* MEDSR-LET ternyata mengalami kesulitan dalam menjaga koneksi yang stabil pada *node-node* berkecepatan tinggi sehingga dapat mengakibatkan peningkatan *overhead* pengiriman paket, yang dapat mengurangi *throughput* yang sebenarnya digunakan untuk pertukaran data.
2. Kecepatan *node-node* yang tinggi dapat meningkatkan *delay* pada protokol *routing* MEDSR-LET.
3. Perubahan topologi yang cepat dapat memerlukan waktu ekstra untuk menemukan rute yang optimal untuk pengiriman paket.
4. Kecepatan *node* yang tinggi dapat mempengaruhi kemampuan protokol MEDSR-LET untuk mengantarkan paket dengan sukses hingga sampai ke *node* tujuan.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan perlu dikembangkan protokol *routing* yang dirancang khusus untuk mengatasi mobilitas tinggi dalam MANET. Perlu dilakukan kajian mendalam terkait mengadaptasi mekanisme *routing* yang ada agar lebih efektif dalam situasi kecepatan *node* yang tinggi. Hal ini bisa melibatkan pengoptimalan algoritma pemilihan rute, pengelolaan koneksi, atau strategi caching informasi topologi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. Jatmika, S. P. Waskito, dan A. Zubaidi, "Implementasi Algoritma Pemilihan *Node* Tetangga Terbaik Pada Protokol *Routing* DSR di Jaringan MANET", J-Cosine, vol. 6, no. 1, hal. 64-72, 2022.
- [2] H. Akbar, A. H. Jatmika, dan M. A. Albar, "Analisis Pengaruh Metode LET pada Protokol *Routing* Proaktif dan Reaktif di Jaringan MANET", J-Cosine, vol. 2, no. 2, hal. 120-126, 2018.
- [3] M. Yadav dan N. Uparosiya, "Survey on MANET: *Routing* Protocols, Advantages, Problems and Security", IJCSE, vol. 1, no. 2, hal. 12-17, 2014.
- [4] A.H. Jatmika, S. Djanali, dan M. Husni, "Optimasi *Routing* pada Jaringan MANET Menggunakan

- MEDSR dan LET”, Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII, Program Studi MMT-ITS, 2011.
- [5] A. H. Jatmika, “Perbaikan Unjuk Kerja Protokol *Routing* DSR Pada Mobile Adhoc Network (MANET) Menggunakan LET”, Dielektrika, Vol. 2, No. 2 : 173 - 179, 2015.
- [6] H. Akbar, A.H. Jatmika, dan M. A. Albar, “Analisis Pengaruh Metode LET Pada Protokol *Routing* Proaktif dan Reaktif pada Jaringan MANET”, J-Cosine, vol. 2, no. 2, hal.120-126. 2018.
- [7] A. Dana, A.K. Zadeh, dan S.A.S. Noori, “Backup Path Set Selection in Ad Hoc Wireless Network Using Link Expiration Time”, Computers and Electrical Engineering, vol. 34, hal.503-519.
- [8] M. S. Memon, G. Ali, dan N. A. Shaikh, “*Throughput* Evaluation for QoS Measurement in Manets”, AJBAS, vol. 4, no. 5, hal. 914-921, 2010.
- [9] L. R. P. Mentari, R. Pramananda, dan A. Basuki, “Pengaruh Model Mobilitas *Node* Pada Protokol *Routing* AODV dalam MANET”, Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 3, no. 1, hal. 563-572, 2019.
- [10] T. K. Priyambodo, D. Wijayanto, dan M. S. Gitakarma, “Performance Optimization of MANET Networks through Routing Protocol Analysis”, Jurnal MDPI, vol. 10, no. 2, 2021.
- [11] A. H. Jatmika, N. Alamsyah, dan R. B. Huwae, Analisis Perbandingan Konsumsi Energi Pada Protokol Routing PA-AOMDV dan AOMDV Standar di Jaringan MANET, Jurnal J-TIIKA, vol. 5, no. 1, 2023.