

Analisis Pengaruh Metode LET pada Protokol Routing Proaktif dan Reaktif di Jaringan MANET

(Effect of the LET Method on Proactive and Reactive Routing Protocols in MANET)

Hidayatul Akbar, Andy Hidayat Jatmika, Moh. Ali Albar

Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: hidayatul.akbar96@gmail.com, [andy, mohalialbar]@unram.ac.id

Abstract—*Mobile Adhoc Network (MANET) is a wireless network in the form of interconnected and stand-alone nodes. The standard routing protocol on MANET does not take into account how long two nodes are connected to each other. In this paper a routing protocol is proposed that can calculate how long two nodes are connected to each other. The calculation process uses the Link Expiration Time (LET) method. This study aims to integrate LET into the Destination-Sequenced Distance Vector (DSDV) reactive routing protocol. The proposed protocol will be named Stable-DSDV (S-DSDV) then will be compared with the standard DSDV routing protocol and the proactive Adhoc On-demand Distance Vector (AODV) and AODV-SBR routing protocols that use LET based on parameters such as throughput, packet delivery ratio and delay. The results showed that the S-DSDV protocol had better performance than the standard DSDV where the S-DSDV routing protocol had an average increase of throughput of 0.11% and a packet delivery ratio of 0.19%. While the delay of the S-DSDV routing protocol decreased by 0.21%. The results of the comparison of S-DSDV with previous research AODV-BR showed that AODV-SBR provides better improvement based on throughput parameters and packet delivery ratio, and provides a better reduction in delay compared to S-DSDV, this is due to different types of routing protocols where AODV-SBR is a reactive routing protocol while S-DSDV is a proactive routing protocol.*

Key words : DSDV, Link Expiration Time, AODV, MANET, Routing Protocols

I. LATAR BELAKANG

Jaringan MANET dapat dibentuk kapan saja dan dimana saja ketika dibutuhkan. Implementasi jaringan MANET dapat diterapkan pada saat terjadi keadaan lingkungan yang genting, pada saat peperangan, dan pada lingkungan yang membutuhkan akses komunikasi di saat terjadinya bencana [1].

Dikarenakan MANET bersifat nirkabel, maka pasti terjadi pergerakan (mobilitas) node. Mobilitas node menyebabkan topologi jaringan tidak tetap. Berubahnya topologi jaringan dan Bergeraknya node-node secara

bebas akan mempengaruhi kinerja protokol *routing* [2]. Perubahan topologi dan mobilitas *node* dapat mengakibatkan rute memiliki kemungkinan terputus yang disebabkan *node* keluar dari jangkauan sinyal transmisi [3]. Oleh karena itu, menentukan sebuah mekanisme *routing* yang dapat menjamin stabilitas rute pengiriman paket dari *node* pengirim ke *node* yang dituju merupakan salah satu tantangan pada MANET apabila ingin membentuk jaringan yang stabil.

Sampai saat ini ada tiga sifat *routing protocol* yang bekerja pada MANET [4], yaitu sifat *proactive*, *reactive*, dan *hybrid*. DSDV merupakan protokol *routing proactive* hasil pengembangan dari algoritma *routing bellman-ford*, dimana setiap *mobile node* menyimpan tabel *routing* yang digunakan untuk menyimpan *hop* (loncatan) selanjutnya dari *node* awal, *cost* dari *node* awal ke *node* tujuan, serta *destination sequence number* yang berasal dari *node* tujuan [5]. *Sequence number* pada DSDV digunakan untuk menyelesaikan masalah *loop* yang terjadi pada metode *routing distance vector* [6].

Penelitian yang pernah dilakukan dalam hal penggunaan energi pada protokol *routing* AODV dan DSDV [7] memberikan hasil bahwa DSDV kurang cocok untuk jaringan dengan jumlah *node* yang sangat besar karena protokol ini perlu memperbaharui tabel *routing* secara berkala, sehingga DSDV tidak tepat digunakan pada jaringan dengan mobilitas *node* yang tinggi. Protokol *routing* yang dikategorikan dalam klasifikasi protokol yang memiliki sifat reaktif salah satunya adalah AODV dimana protokol ini melakukan permintaan sebuah rute saat diminta. AODV mempunyai 2 mekanisme proses yaitu *route discovery* (pencarian rute) dan *route maintenance* (memelihara rute). Pada tahap *route discovery*, *node* asal dalam hal ini pengirim akan melakukan permintaan rute dengan cara mem-*broadcast packet* bernama paket *Route Request* (RREQ) ke *node intermediate* (node tengah antara node asal dan node tujuan) dan paket RREQ akan sampai ke *node* tujuan dimana node tujuan akan membalas dengan mengirimkan *packet Route Reply* (RREP) ke *node* sumber. Untuk proses *route maintenance* ketika ada rute yang terputus, AODV akan mengirim *packet Route Error* (RRER) [7].

Pada protokol AODV, jumlah rute yang ditemukan hanya satu rute saja dimana membuat protokol ini sangat baik digunakan pada jaringan dimana adanya kendala

pada *bandwidth* yang terbatas. Jika terdapat rute yang putus, protokol *routing* AODV akan melakukan tahap pencarian rute (*route discovery*) lagi. Hal tersebut yang menyebabkan kinerja protokol AODV sangat kurang baik saat mobilitas *node* yang tinggi.

Dalam membentuk sebuah rute yang lebih stabil, dapat digunakan sebuah algoritma yang mampu menghitung lamanya antar dua buah *node* saling terhubung. Algoritma tersebut bernama *Link Expiration Time (LET)*. LET dipakai untuk mengetahui lamanya 2 *node* saling terkoneksi karena adanya topologi yang berubah pada jaringan *ad hoc*. Lamanya waktu pada mekanisme LET dihitung berdasarkan variable kecepatan dan arah mobilitas *node*. Pada penelitian sebelumnya, LET terbukti efektif dalam memprediksi lamanya antara dua *node* saling terhubung [8].

Pada penelitian ini, diusulkan sebuah protokol *routing* yang dapat menghitung seberapa lama dua buah *node* saling terhubung. Proses perhitungan menggunakan metode LET. Penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan algoritma LET pada protokol *routing* reaktif DSDV. Protokol yang diusulkan akan diberi nama Stable-DSDV (S-DSDV) kemudian akan dibandingkan dengan protokol *routing* DSDV standar dan protokol *routing* proaktif AODV dan AODV-SBR yang telah menggunakan LET berdasarkan parameter seperti *throughput*, *packet delivery ratio* dan *delay*.

Penelitian ini telah memberikan hasil dimana protokol *routing* yang diusulkan yaitu S-DSDV memberikan kinerja yang lebih bagus dibandingkan dengan protokol *routing* DSDV standar dimana protokol *routing* S-DSDV mengalami peningkatan rata-rata terhadap *throughput* sebesar 0,11% dan *packet delivery ratio* sebesar 0,19%. Sedangkan untuk *delay* dari protokol *routing* S-DSDV mengalami penurunan sebesar 0,21%. Hasil perbandingan protokol *routing* S-DSDV dengan penelitian sebelumnya yaitu protokol *routing* AODV-BR menunjukkan bahwa protokol *routing* AODV-SBR memberikan peningkatan yang lebih baik berdasarkan parameter *throughput* dan *packet delivery ratio*, serta memberikan penurunan *delay* yang lebih baik dibandingkan dengan protokol *routing* S-DSDV, hal ini disebabkan karena perbedaan jenis protokol *routing* dimana protokol *routing* AODV-SBR merupakan protokol *routing* reaktif sedangkan protokol *routing* S-DSDV merupakan protokol *routing* proaktif.

II. PENELITIAN TERKAIT

Penelitian terkait yang pernah dilakukan mengenai modifikasi pada protokol AODV-BR menggunakan algoritma LET dalam menemukan rute pengiriman *packet* yang lebih stabil [9] menggunakan simulator *Network Simulator (NS-2)* Versi 2.35 dengan parameter uji kinerja berupa *Routing Overhead*, *Packet Delivery Ratio (PDR)*, *Throughput*, dan *End to End Delay*. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa untuk parameter *End to End Delay*, dari dua pengujian yang dilakukan AODV-SBR mengalami penurunan *delay* rata-rata sebesar 6.07% terhadap AODV-BR. Untuk parameter *Throughput*, ODV-

SBR lebih besar dibandingkan AODV-BR, yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 3.585%. Untuk parameter *Routing Overhead*, AODV-SBR mengalami penurunan rata-rata sebesar 0.19% jika dibandingkan dengan AODV-BR. Kemudian jika dilihat dari parameter PDR, AODV-SBR mengalami peningkatan kinerja khususnya pada nilai rata-rata PDR, yaitu sebesar 1.765% terhadap nilai PDR pada protokol AODV-BR.

Penelitian terkait lainnya yaitu penelitian yang dilakukan untuk mengetahui peran dari *Link Expiration Time (LET)* dalam menciptakan *link* antar *node* yang handal (*reliable*) pada protokol *routing* AODV, OLSR dan ZRP menggunakan simulator jaringan *Qualnet* [10]. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa untuk paket *broadcast* yang diterima, AODV menghasilkan penerimaan paket yang lebih baik dari protokol *routing* ZRP dan protokol *routing* Bellman Ford. Untuk parameter paket MAC *broadcast* menunjukkan pengiriman paket yang konsisten untuk protokol *Bellman Ford* dan ZRP dan menunjukkan kenaikan karena menerapkan CBR pada *node* yang digunakan. Untuk parameter *delay* menunjukkan tidak terjadi *delay* baik pada protokol AODV, *Bellman Ford* maupun ZRP. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa skema perhitungan *node* di MANET pada masing-masing *routing protocol* menggunakan simulator *Qualnet* menunjukkan bahwa estimasi LET menghasilkan hasil yang sama untuk jalur dengan *mobile node* yang memiliki jarak yang sama dengan *node* sumber.

Pada penelitian terkait lainnya yang pernah dilakukan adalah melakukan perbaikan kinerja protokol AODV_EXT dengan cara mengintegrasikan metode LET pada skrip protokol AODV_EXT yang dilakukan menggunakan *tool Network Simulator 2 (NS2)* [11] dengan parameter uji yaitu *throughput*, *PDR*, *packets drop*, dan rata-rata *delay*. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa protokol RAODV_EXT menunjukkan kinerja paling baik dibandingkan dengan AODV_EXT dengan pengukuran uji PDR dan *throughput* dengan situasi dimana jumlah *node* sebanyak 100. Jumlah paket yang *drop* terjadi pada situasi jumlah *node* sebanyak 50. Untuk semua situasi simulasi, *Routing Overhead* pada protokol R-AODV_EXT mempunyai nilai lebih rendah dibanding protokol AODV_EXT akan tetapi selisih nilai yang didapat tidak terlalu besar. Khusus untuk jaringan yang jumlah *node*-nya sebanyak 10, *Routing Overhead* yang dipunyai protokol R-AODV_EXT lebih besar dibandingkan dengan protokol AODV_EXT. Rata-rata *delay* pada protokol RAODV_EXT mengalami kondisi lebih sedikit dibanding dengan protokol AODV_EXT.

Penelitian tentang usulan modifikasi pada kerangka protokol *routing* pada jaringan MANET menggunakan metode LET pada [12] juga menunjukkan bahwa hasil yang diberikan lebih baik dibandingkan dengan protokol standar.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dikemukakan diatas dapat diketahui bahwa algoritma LET dapat digunakan untuk melakukan perhitungan lamanya waktu dua buah *mobile node* dapat saling terhubung dan

LET dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja dari protokol *routing* standar yang digunakan pada penelitian ini yaitu protokol routing DSDV yang bersifat proaktif.

III. METODE LINK EXPIRATION TIME

Link Expiration Time (LET) merupakan sebuah metode yang bertujuan untuk memperkirakan seberapa lama 2 buah *node* dapat saling terkoneksi. Dua buah *node* yang saling terkoneksi satu sama lain atau saling berada dalam jangkauan transmisi dapat diketahui parameter-parameternya yaitu kecepatannya, arah perpindahan atau pergerakan dan jangkauan transmisinya. Dengan diketahuinya parameter-parameter tersebut, maka bisa dihitung berapa lama 2 buah *node* saling terkoneksi [8].

Algoritma LET yang memiliki perhitungan merupakan algoritma yang digunakan untuk mengetahui posisi, kecepatan, arah mobilitas dan jarak secara langsung sehingga dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja protokol *routing* pada jaringan *ad hoc*. Perangkat *Global Position System* pada suatu *node* di jaringan *ad hoc* dapat dimanfaatkan untuk memprediksi berapa lama waktu terhubungnya 2 buah *node* dilihat dari posisi *mobile node* yang telah didapatkan informasinya [8].

Pada algoritma LET, diasumsikan semua *node* yang terdapat pada jaringan *ad hoc* memiliki perangkat *Global Position System* sehingga parameter mobilitas antar dua buah *node* dapat diketahui. Dengan mengetahui besarnya kecepatan, arah perpindahan *node* dan jarak perambatan radio sebuah *node* maka bisa dihitung berapa lamanya waktu 2 buah *node* tetap terkoneksi.

IV. JALANNYA PENELITIAN

A. Diagram Alir Jalannya Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Jalannya Penelitian.

Gambar 1 merupakan gambaran aliran atau jalannya penelitian yang akan dilakukan terkait dengan pengaruh pengaruh algoritma *Link Expiration Time* (LET) pada protokol routing DSDV.

A.1. Studi literatur

Pada bagian ini, peneliti melakukan riset terhadap topik

penelitian yang akan dilakukan. Hal ini dilakukan sebagai dasar untuk melakukan penelitian tersebut. Sumber-sumber referensi terkait topik penelitian ini didapatkan melalui beberapa makalah-makalah penelitian sebelumnya yang dapat dilihat pada tinjauan pustaka dan dasar teori di atas, buku penunjang yang terkait dalam penelitian serta berbagai sumber dari internet.

A.2. Menentukan spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras

Di bagian ini, peneliti menentukan perangkat lunak dan perangkat keras yang akan dipakai dalam simulasi jaringan *ad hoc*. Diantaranya adalah Laptop, Sistem Operasi Linux Ubuntu, Perangkat Lunak NS-2 dan Microsoft Excel.

A.3. Perancangan metode

Pada bagian ini, peneliti akan menerapkan metode yang digunakan pada simulasi jaringan MANET pada protokol *routing* DSDV dengan menerapkan algoritma LET untuk menghitung seberapa lama 2 buah *node* dapat saling terkoneksi sehingga didapatkan jalur yang stabil atau handal.

A.4. Perancangan simulasi jaringan

Ada beberapa parameter uji yang digunakan dalam Perancangan Simulasi Jaringan yaitu :

1) Throughput

Throughput adalah parameter uji yang digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui jumlah paket data yang dikirim dan sampai diterima oleh *node* yang dituju per detik. Cara menghitung *throughput* dapat dilihat pada persamaan 1.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Ukuran data yang dikirim}}{\text{Total waktu pengiriman data}} \quad (1)$$

2) Packet Delivery Ratio (PDR)

PDR merupakan parameter uji yang dipakai pada penelitian ini untuk mengetahui rasio perbandingan jumlah paket yang diterima oleh *node* yang dituju dengan total paket yang dikirim oleh *node* asal pada suatu waktu tertentu. Cara menghitung PDR dapat dilihat pada persamaan 2.

$$\text{Packet Delivery Ratio} = \frac{\text{Receive}}{\text{Send}} \times 100\% \quad (2)$$

3) Delay

Delay merupakan parameter uji yang dipakai pada penelitian ini untuk melihat selang waktu yang dibutuhkan oleh paket data ketika melewati suatu rute pada jaringan saat data mulai dikirim dari titik satu ke titik tujuan. *Delay* berbeda dengan *jitter*, dimana *jitter* merupakan perbedaan nilai antara *delay* pertama dengan *delay* berikutnya. Penelitian dengan parameter uji *jitter* dilakukan pada penelitian [13]. Cara menghitung *delay* dapat dilihat pada persamaan 3.

(3)

$$Delay = \frac{\sum_{j \leq sent}^{i=0} t_{received[i]} - t_{sent[i]}}{sent}$$

A.5. Proses Pengolahan dan Analisis Hasil Simulasi

Pada bagian ini, peneliti mendapatkan hasil dari simulasi jaringan MANET dengan menggunakan tools simulator jaringan NS-2 dimana akan menghasilkan dalam bentuk *file trace* berekstensi *.tr. Kemudian dilakukan pengolahan *file* tersebut dengan cara melakukan *filtering* untuk mendapatkan nilai hasil simulasi sesuai dengan parameter uji yang dilakukan melalui bahasa pemrograman AWK. Setelah mendapatkan nilai-nilai tersebut, lalu dibuat dokumentasi hasil simulasi dalam bentuk grafik pada aplikasi Microsoft excel dan peneliti melakukan analisis terhadap hasil-hasil dari simulasi tersebut.

A.6. Kesimpulan

Pada bagian ini, penelitian menentukan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan berdasarkan analisa-analisa yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis dilakukan terhadap grafik hasil proses simulasi.

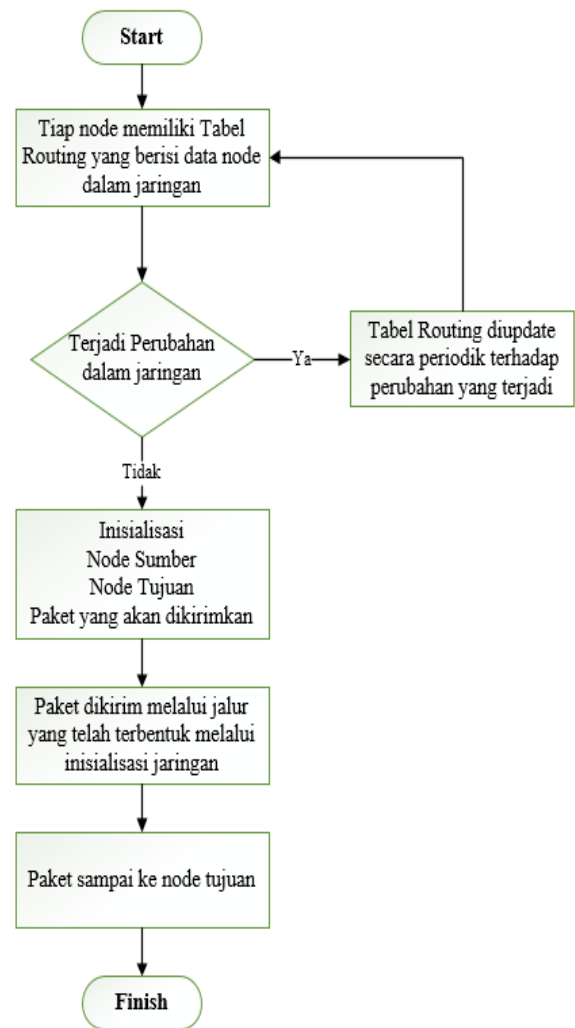
A.7. Pembuatan laporan akhir

Pada bagian ini, peneliti melakukan dokumentasi penelitian secara menyeluruh melalui pembuatan laporan akhir, dimana memiliki tujuan sebagai bahan referensi baru bagi peneliti lain untuk mencoba penelitian lebih lanjut terhadap topik yang diambil. Pembuatan laporan akhir berisi tahapan-tahapan yang diawali dari latar belakang penelitian hingga pada kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

B. Mekanisme Protokol Routing DSDV (Destination-Sequenced Distance Vector)

Pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana prosedur kerja dari protokol routing DSDV yang diilustrasikan dalam bentuk *flowchart*. Gambar 2 merupakan diagram alir proses kerja dari algoritma *routing protocol* DSDV yang akan dijelaskan seperti berikut [14] :

- a. Sebelum proses transmisi dilakukan, tiap *node* memiliki tabel *routing* yang berisi data dari *node-node* dalam jaringan.
- b. Apabila adanya perubahan topologi jaringan setelah paket data dikirimkan, maka akan dilakukan update tabel *routing* secara berkala.
- c. *Node* akan dikirimkan apabila *node* sumber dan *node* tujuan telah diinisialisasi, kemudian paket data akan sampai ke *node* tujuan.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Kerja Protokol DSDV

C. Mekanisme Algoritma Link Expiration Time (LET)

Gambar 3 merupakan tahapan proses kerja protokol yang disusulkan pada penelitian ini yaitu algoritma S-DSDV atau protokol DSDV yang menerapkan algoritma LET pada kerangkanya.

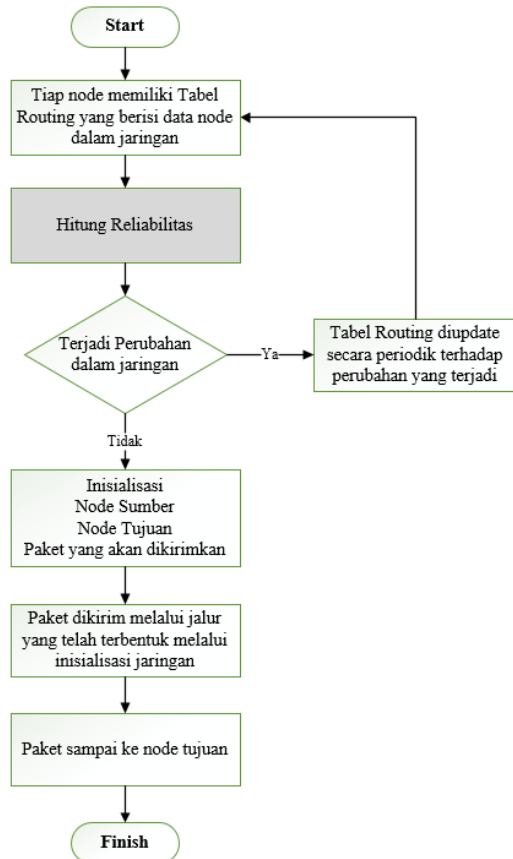
D. Proses Perhitungan Pada LET

LET merupakan sebuah metode yang bertujuan untuk memperkirakan seberapa lama 2 buah *node* dapat saling terkoneksi. Dua buah *node* yang saling terkoneksi satu sama lain atau saling berada dalam jangkauan transmisi dapat diketahui parameter-parameternya yaitu kecepatannya, arah perpindahan atau pergerakan dan jangkauan transmisinya. Apabila terdapat 2 buah *node*, misalkan saja *node i* dan *node j* dengan kecepatan v_i dan v_j , koordinat (x_i, y_i) dan (x_j, y_j) , jangkauan transmisi r , dan besarnya sudut arah pergerakan *node* θ dan θ_j [7], maka nilai LET dapat dihitung dengan cara menggunakan persamaan 4.

$$LET_{ij} = \frac{-(ab + cd) + \sqrt{(a^2 + c^2)r^2 - (ad - bc)^2}}{a^2 + c^2} \tag{4}$$

dimana :

$$\begin{aligned}
 a &= v_i \cos \theta_i - v_j \cos \theta_j \\
 b &= x_i - x_j \\
 c &= v_i \sin \theta_i - v_j \sin \theta_j \\
 d &= y_i - y_j.
 \end{aligned}$$



Gambar 3. Diagram Alir Proses Kerja Protokol DSDV Menggunakan LET (S-DSDV)

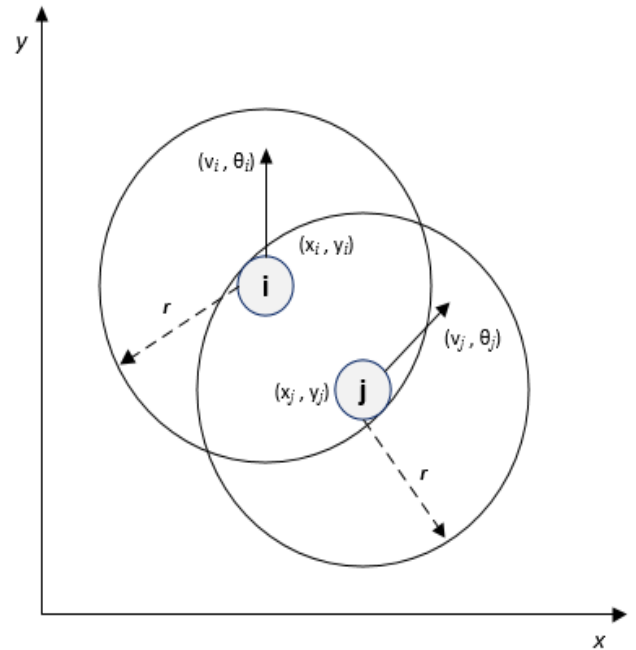
Besarnya sudut pergerakan θ dapat dihitung dengan cara menggunakan persamaan 5 dan 6.

$$\tan \theta = \frac{y' - y}{x' - x} \tag{5}$$

$$\theta = \arctan \frac{y' - y}{x' - x} \tag{6}$$

Beberapa parameter seperti kecepatan $node$, arah perpindahan/pergerakan $node$, dan posisi sebuah $node$ dapat diketahui dari alat *Global Position System* yang dimiliki sebuah $node$. Jika perbedaan sudutnya makin tinggi yang terjadi diantara 2 buah $node$, maka akan makin rendah nilai dari LET-nya. Jika perbedaan sudutnya makin kecil, maka nilai dari LET-nya akan mengalami peningkatan. Berdasar beberapa parameter yang sudah disebutkan, dapat diketahui jika kecepatan relatif antara 2 $node$ sama dengan nol atau dapat dikatakan bahwa $v_i = v_j$ dan $\theta = \theta_j$, maka hubungan antara 2 buah $node$ yang saling membangun koneksi selama masih dalam jangkauan

diantara keduanya dapat dilakukan secara terus-menerus atau nilai LET-nya menjadi tak terhingga ∞ . Persamaan 1 sampai 3 dapat diilustrasikan dan dilihat pada Gambar 4 di bawah.

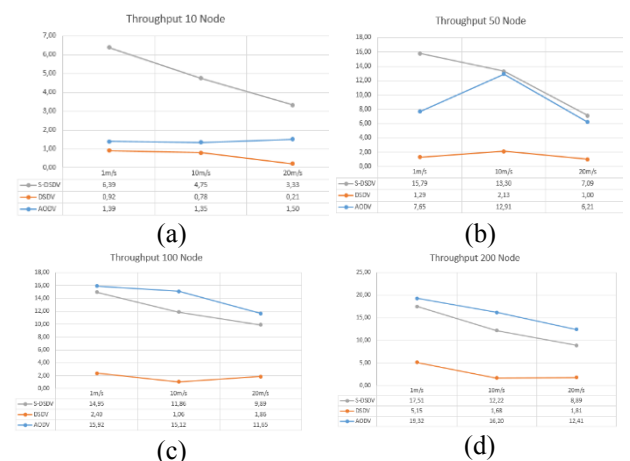


Gambar 4. Ilustrasi dari persamaan 1 sampai 3

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Parameter Uji Throughput

Pada skenario uji coba pertama, unjuk kerja dari algoritma protokol *routing* yang diusulkan pada penelitian ini berdasarkan rata-rata parameter uji *throughput* diperoleh dari hasil uji coba skenario dengan variasi jumlah $node$ sebanyak 10, 50, 100 dan 200 dengan variasi kecepatan $node$ sebesar 1 m/s, 10 m/s, dan 20 m/s.



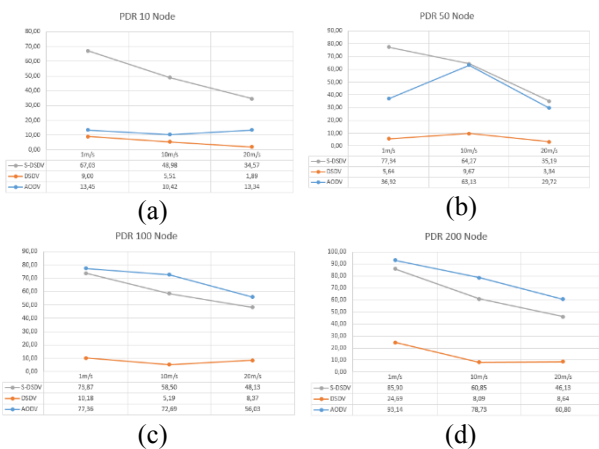
Gambar 5. Grafik Perbandingan Rata-rata Throughput Dengan Variasi Node. (a) Node 10; (b) Node 50; (c) Node 100; dan (d) Node 200

Pada Gambar 5, dapat dilihat kinerja protokol *routing* yang diusulkan yaitu S-DSDV mempunyai nilai rata-rata

throughput yang lebih baik dibanding AODV maupun DSDV untuk jaringan dengan jumlah *node* yang relatif lebih kecil meskipun terjadi penurunan *throughput* saat dilakukan penambahan kecepatan. Untuk jaringan yang lebih besar, protokol S-DSDV mampu memberikan hasil yang lebih baik dari protokol DSDV. Rata-rata *throughput* dari protokol *routing* S-DSDV mengalami peningkatan rata-rata sebesar 0,11%.

B. Analisis Parameter Uji PDR

Nilai *throughput* yang diakibatkan pergerakan *node* akan mempengaruhi nilai PDR-nya. Pada bagian ini akan disajikan hasil uji coba protokol *routing* yang diusulkan yaitu S-DSDV pada skenario dengan variasi jumlah *node* sebanyak 10, 50, 100 dan 200 dengan perbedaan kecepatan *node* sebesar 1 m/s, 10 m/s, dan 20 m/s.

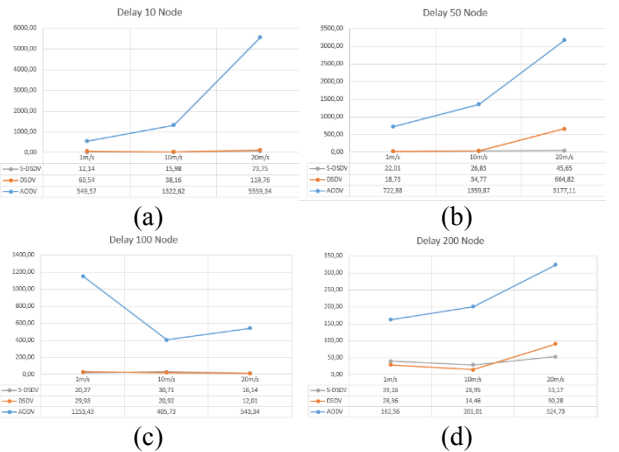


Gambar 6. Grafik Perbandingan Rata-rata Packet Delivery Ratio Dengan Variasi Node. (a) Node 10; (b) Node 50; (c) Node 100; (d) Node 200

Gambar 6 merupakan hasil analisis yang menunjukkan bahwa secara umum, kecepatan *node* yang makin rendah maka paket data yang terkirim akan menjadi banyak jumlahnya. Walaupun tidak semua paket data yang terkirim, namun nilai PDR pada protokol *routing* yang diusulkan yaitu S-DSDV mempunyai nilai yang lebih baik dibanding protokol *routing* AODV standar maupun protokol DSDV standar untuk jaringan dengan jumlah *node* yang relatif kecil. Sedangkan untuk jaringan yang lebih besar, protokol S-DSDV mampu memberikan hasil yang lebih baik dari protokol DSDV. Rata-rata *packet delivery ratio* dari protokol *routing* S-DSDV mengalami peningkatan sebesar 0,19%.

C. Analisis Parameter Uji Delay

Grafik pada Gambar 7 berikut akan menunjukkan selang waktu yang diperlukan oleh suatu paket data ketika melewati suatu rute pada jaringan saat data mulai dikirim dari titik satu ke titik tujuan pada skenario jumlah *node* sebanyak 10, 50, 100 dan 200 dengan perbedaan kecepatan *node* sebesar 1 m/s, 10 m/s, dan 20m/s.

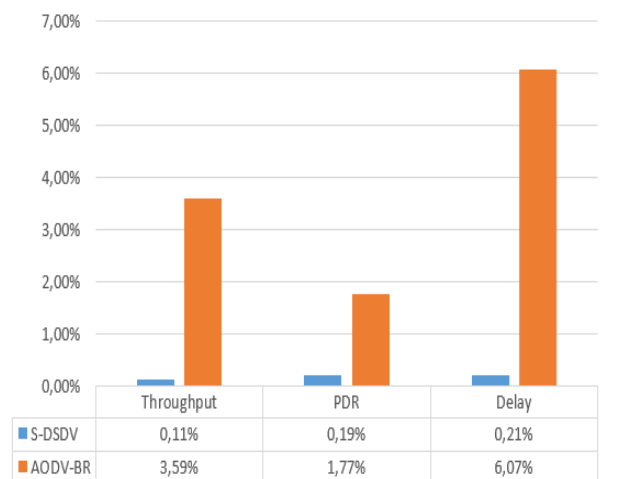


Gambar 7. Grafik Perbandingan Rata-rata Delay Dengan Variasi Node. (a) Node 10; (b) Node 50; (c) Node 100; (d) Node 200;

Pada Gambar 7 merupakan hasil analisis yang menunjukkan bahwa secara umum protokol *routing* S-DSDV memiliki *delay* yang relatif sama dengan protokol *routing* DSDV. Namun protokol *routing* S-DSDV memiliki *delay* paling konsisten dibandingkan protokol *routing* AODV dan DSDV. Rata-rata *delay* dari protokol *routing* S-DSDV mengalami penurunan sebesar 0,21%.

D. Perbandingan Performa Protokol S-DSDV dengan AODV-BR yang Menggunakan LET

Dari penelitian sebelumnya [11], dimana pada penelitian tersebut dilakukan modifikasi terhadap protokol *routing* AODV-BR dengan menggunakan algoritma LET menjadi AODV-SBR. Kemudian hasil kinerjanya dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan, yaitu dibandingkan dengan protokol *routing* S-DSDV.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Unjuk Kerja Protokol S-DSDV Dengan Protokol AODV-SBR

Dari Gambar 8 menunjukkan bahwa penerapan LET pada protokol *routing* AODV-SBR memberikan peningkatan yang lebih baik berdasarkan parameter *throughput* dan *packet delivery ratio*, serta memberikan penurunan *delay* yang lebih baik dibandingkan dengan

penerapan LET pada protokol *routing* S-DSDV. Hal ini disebabkan karena perbedaan jenis protokol *routing* serta parameter yang digunakan dalam melakukan simulasi, dimana AODV-SBR merupakan protokol *routing* reaktif sedangkan S-DSDV merupakan protokol *routing* proaktif.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan tahapan dan analisis dari skenario simulasi jaringan *ad hoc* dengan protokol yang diusulkan yaitu S-DSDV menggunakan LET pada penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

- 1) Protokol *routing* S-DSDV telah berhasil memperbaiki protokol DSDV standar berdasarkan nilai *throughput* yang dihasilkan karena adanya mobilitas *node* pada jaringan. Jumlah *throughput* yang dihasilkan protokol *routing* S-DSDV lebih bagus dibandingkan dengan protokol *routing* AODV maupun DSDV untuk jaringan dengan jumlah *node* yang relatif kecil meskipun terjadi penurunan *throughput* saat dilakukan penambahan kecepatan. Sedangkan untuk jaringan dengan *node* yang relatif lebih besar, S-DSDV menghasilkan *throughput* yang lebih baik dari protokol *routing* DSDV, tetapi tidak lebih baik dari protokol *routing* AODV dikarenakan AODV merupakan protokol reaktif. Hal ini dilihat dari hasil uji coba yang memperlihatkan rata-rata *throughput* dari protokol *routing* S-DSDV mengalami peningkatan rata-rata sebesar 0,11%.
- 2) Nilai parameter uji PDR dari hasil uji coba menunjukkan protokol S-DSDV menghasilkan nilai PDR yang lebih bagus dibanding protokol *routing* AODV maupun DSDV untuk jaringan dengan jumlah *node* yang relatif kecil. Sedangkan untuk jaringan dengan *node* yang relatif lebih besar, S-DSDV menghasilkan PDR yang lebih baik dari protokol *routing* DSDV, tetapi tidak lebih baik dari protokol *routing* AODV. Hal ini dilihat dari hasil uji coba yang memperlihatkan rata-rata *packet delivery ratio* dari protokol *routing* S-DSDV mengalami peningkatan sebesar 0,19.
- 3) Selang waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengiriman paket berdasarkan hasil uji coba menunjukkan bahwa protokol *routing* S-DSDV menghasilkan *delay* yang relatif sama dengan protokol *routing* DSDV. Namun protokol *routing* S-DSDV memiliki hasil yang paling konsisten dibanding protokol *routing* AODV maupun DSDV. Hasil uji coba juga menunjukkan bahwa rata-rata *delay* dari protokol *routing* S-DSDV mengalami penurunan sebesar 0,21%.

B. Saran

Masih diperlukan adanya pengembangan pada protokol

routing yang diusulkan pada penelitian ini (S-DSDV) agar didapatkan kinerja dengan hasil yang lebih baik lagi jika dibandingkan dengan protokol *routing* DSDV standar serta masih perlu adanya pengujian dengan banyak parameter skenario simulasi yang berbeda dengan menggunakan parameter uji lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. S. Badarneh dan M. Kadoch, "Multicast routing protocols in mobile ad hoc networks: a comparative survey and taxonomy," *EURASIP J. Wirel. Commun. Network.*, vol. 2009, p. 26:1–26:42, 2009.
- [2] T. Camp, J. Boleng, dan V. Davies, "A Survey of Mobility Models for Ad Hoc Network Research," *Wirel. Commun. Mob. Comput. Spec. issue Mob. Ad Hoc Netw. Res. Trends Appl.*, vol. 2, no. 5, pp. 483–502, 2002.
- [3] W. Su, S.-J. Lee, dan M. Gerla, "Mobility Prediction and Routing in Ad Hoc Wireless Networks," *Int. J. Netw. Manag.*, vol. 11, no. 1, pp. 3–30, 2001.
- [4] H. Kaur, V. Sahni, dan M. Bala, "A Survey of Reactive, Proactive and Hybrid Routing Protocols in MANET: A Review," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 498–500, 2013.
- [5] G. He, "Destination-sequenced distance vector (DSDV) protocol," *Netw. Lab. Helsinki Univ. Technol.*, pp. 1–9, 2002.
- [6] J. Bhatt dan N. Hemrajani, "Effective Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Network," *J. Adv. Comput. Networks*, vol. 1, no. 3, pp. 242–245, 2013.
- [7] A. T. Sulistyio Putranto, "Analisis Penggunaan Energy Aodv Dan Dsdv Pada Mobile Ad Hoc Network," 2016.
- [8] W. Su, S.-J. Lee, dan M. Gerla, "Mobility prediction in wireless networks," *MILCOM 2000 Proceedings. 21st Century Mil. Commun. Archit. Technol. Inf. Super. (Cat. No.00CH37155)*, vol. 1, pp. 491–495.
- [9] Rachmat, S. Djanali, dan R. Anggoro, "Modifikasi Protokol AODV-BR Menggunakan Link Expiration Time (LET) Untuk Meningkatkan Stabilitas Link Di Lingkungan Mobile Ad-Hoc Network (MANET)," *J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 15, no. 2, pp. 129–139, 2017.
- [10] G. Singh, D. Saini, R. Rishi, dan H. Rohil, "Role of link expiration time to make reliable link between the nodes in MANETs: A review," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 11, no. 7, pp. 5321–5325, 2016.
- [11] W. Windianto, S. Djanali, dan M. Husni, "Optimasi Routing Pada Protokol AODV_EXT Dengan Menggunakan Link Expiration Time (LET)," *J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 13, no. 2, pp. 143–151, 2015.
- [12] A. H. Jatmika, S. Djanali, dan M. Husni, "Optimasi Routing Pada Jaringan MANET Menggunakan MEDSR dan LET," in *Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII. Program Studi MMT-ITS*, 2011.
- [13] I. Hafazah, I. W. A. Arimbawa, dan A. H. Jatmika, "Analisis Pengaruh Jumlah Client Dan Jarak Cakupan Wireless Ap Ieee 802.11 N Terhadap Kualitas Jaringan Wlan Menggunakan Teknik Ur Dan Wds," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [14] A. Purnomo dan H. Kurniawan, "Implementasi Protokol Routing Destination Sequenced Distance-Vector (DSDV) Pada Jaringan Wireless NS-2 Dengan NAM," 2012.