

Studi Kinerja *Multipath* AODV dengan Menggunakan *Network simulator 2 (NS-2)*

Bima Bahteradi Putra dan Radityo Anggoro

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: onngo@if.its.ac.id

Abstrak—*Mobile Ad hoc Network (MANET)* merupakan suatu inovasi dalam dunia teknologi yang memungkinkan terjadinya komunikasi jaringan tanpa ketersediaan infrastruktur jaringan yang tetap. Ada beberapa macam protokol *routing* pada MANET salah satunya adalah AOMDV. AOMDV merupakan pengembangan dari AODV. Perbedaan antara AODV dengan AOMDV adalah jumlah rute yang ditemukan dalam setiap proses pencarian rute. Dalam Tugas Akhir ini, dilakukan penelitian terhadap kinerja AOMDV menggunakan *Network simulator 2 (NS-2)*. Uji coba dilakukan dengan membuat pola *traffic* koneksi dan pola pergerakan *node* yang kemudian disimulasikan dengan menggunakan *script tcl protocol routing AOMDV*. Proses tersebut akan menghasilkan *file output* berupa *trace file*. *Trace file* hasil dari simulasi akan dianalisis untuk menghitung *Packet delivery ratio (PDR)*, *Routing Overhead (RO)*, dan *End-to-end Delay*. Dari hasil uji coba yang dilakukan, menunjukkan nilai PDR dari AOMDV mengalami penurunan berdasarkan perubahan kecepatan *node*. Untuk nilai RO dan *End-to-end Delay* mengalami kenaikan berdasarkan perubahan kecepatan *node*. Kecepatan *node* sangat mempengaruhi kinerja AOMDV. Kecepatan *node* yang tinggi, menyebabkan performa kinerja AOMDV menjadi buruk.

Kata Kunci—AODV, AOMDV, MANET, NS-2

I. PENDAHULUAN

PERKEMBANGAN teknologi informasi dan komunikasi dewasa ini berkembang dengan pesat. Perkembangan ini ditunjukkan dengan terciptanya berbagai macam teknologi yang membantu meningkatkan produktivitas manusia. Salah satu teknologi yang memudahkan manusia untuk saling berkomunikasi adalah *Mobile Ad hoc Network (MANET)*. MANET memungkinkan terjadinya komunikasi jaringan tanpa bergantung pada ketersediaan infrastruktur jaringan yang tetap. Jaringan MANET merupakan jaringan *wireless* yang terdiri dari kumpulan *node-node* yang bergerak yang memungkinkan untuk melakukan komunikasi secara langsung.

Dalam teknologi MANET tidak bisa dilepaskan dengan proses pengiriman paket data. Proses pencarian rute untuk mengirimkan data dari sumber ke tujuan disebut dengan *routing*. Dalam proses *routing*, data yang berasal dari *node* sumber dikirimkan ke *node-node* lain hingga mencapai *node* tujuan. Terdapat beberapa metode *routing* pada jaringan MANET salah satunya *Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV)*. Protokol *routing* AODV bersifat reaktif yang artinya hanya melakukan proses pembentukan rute pada saat

dibutuhkan. Setiap kali pencarian rute, AODV hanya menemukan satu pilihan rute atau *unipath*. Apabila terjadi kegagalan rute, maka AODV akan mengulang proses pencarian rute. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan protokol *routing* yang memiliki beberapa pilihan rute atau *multipath* dalam setiap pencarian rute. Oleh karena itu, protokol *routing* AODV dikembangkan menjadi protokol *Ad hoc On-Demand Multipath Distance Vector (AOMDV)*.

Dalam Tugas Akhir ini, akan dilakukan studi kinerja terhadap protokol *routing* AOMDV pada topologi jaringan MANET berdasarkan *Packet delivery ratio (PDR)*, *Routing Overhead (RO)*, dan *End-to-end Delay*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Mobile Ad hoc Network (MANET)*

Mobile Ad hoc Network (MANET) merupakan sebuah jaringan yang terbentuk dari beberapa *node* yang bergerak bebas dan dinamis. MANET memungkinkan terjadinya komunikasi jaringan tanpa bergantung pada ketersediaan infrastruktur jaringan yang tetap. Setiap *node* dalam jaringan MANET dapat bertindak sebagai *host* dan *router*. Setiap *node* dapat saling melakukan komunikasi antara yang satu dengan yang lainnya tanpa adanya *access point*.

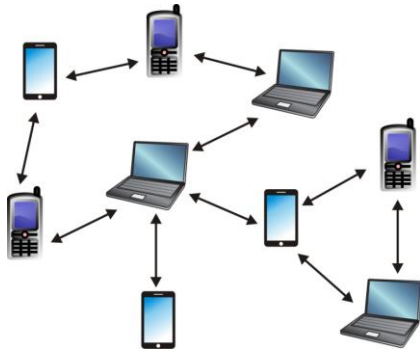
Perangkat di jaringan MANET harus mampu mendeteksi keberadaan perangkat lain dan melakukan pengaturan yang diperlukan untuk melakukan komunikasi dan berbagi data. Pada MANET memungkinkan perangkat untuk mempertahankan koneksi ke jaringan serta dengan mudah menambahkan dan menghapus perangkat pada jaringan. Karena pergerakan *node* yang dinamis, topologi jaringan dapat berubah dengan cepat dan tak terduga dari waktu ke waktu. Jaringan MANET bersifat desentralisasi, di mana organisasi jaringan dan pengiriman pesan harus dijalankan oleh *node* sendiri [1].

MANET memiliki beberapa karakteristik yaitu:

1. Topologi yang dinamis: *Node* pada MANET dapat bergerak secara bebas dan berpindah-pindah kemana saja. Topologi jaringan yang biasanya *multihop* dapat berubah secara acak dan tidak terpolo.
2. Keterbatasan *bandwidth*: Link pada jaringan nirkabel memiliki kapasitas rendah daripada jaringan kabel. Selain itu, *throughput* komunikasi nirkabel seringkali lebih rendah dari tingkat transmisi maksimum radio. Hal ini dapat

menyebabkan terjadinya *congestion* (kemacetan).

3. Keterbatasan energi: Karena bersifat *mobile*, semua *node* pada MANET dapat dipastikan sangat mengandalkan baterai sebagai sumber energi. Sehingga diperlukan desain sistem untuk optimasi energi.
4. Keterbatasan Keamanan: Jaringan nirkabel pada umumnya sangat rentan terhadap ancaman keamanan. Beberapa ancaman seperti *eavesdropping*, *spoofing* dan *denial of service* harus lebih diperhatikan dengan cermat [2].



Gambar. 1. Jaringan MANET

B. Ad Hoc On-Demand Multipath Distance Vector (AOMDV)

Protokol *routing* Ad Hoc On-Demand Multipath Distance Vector (AOMDV) [3] memiliki banyak persamaan karakteristik dengan Protokol *routing* AODV. AOMDV memiliki konsep berbasis vektor dan menggunakan pendekatan *hop by hop*. AOMDV juga memiliki dua fitur utama yang mirip dengan AODV yaitu *route discovery* dan *route maintenance*. Perbedaan utama antara AODV dan AOMDV adalah jumlah rute yang ditemukan di setiap pencarian rute atau *route discovery*.

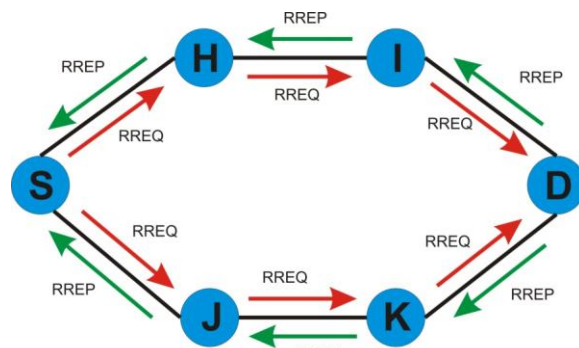
B.1. Route Discovery

Ketika *source node* memerlukan rute untuk melakukan komunikasi dengan *destination node*, maka *source node* akan mengirimkan paket *route request* (RREQ) secara *broadcast* ke *node-node* tetangga di dalam jaringan dan menunggu *route reply* (RREP). Berbeda dengan AODV, AOMDV menerima semua salinan paket RREQ untuk membuat *reverse path*.

Ketika *intermediate node* menerima paket RREQ, *node* ini akan mengecek apakah ada satu atau lebih *forward path* ke *destination* yang valid. Jika ada, *node* ini akan membuat paket RREP dan mengirim kembali ke *source node* melalui *reverse path*. Jika tidak ada, maka *intermediate node* akan meneruskan paket RREQ hingga ke *destination node*, kemudian *destination node* akan membalas dengan paket RREP.

Proses *route discovery* pada AOMDV ditunjukkan Pada Gambar 2. Ketika *node S* (*source node*) hendak melakukan komunikasi terhadap *node D* (*destination node*), pertama kali *node S* mengirimkan paket RREQ secara *broadcast* ke *node-node* tetangganya yaitu ke *node H* dan *node J*. Apabila *node-node* tersebut dalam hal ini *node H* dan *node J* bukan merupakan *destination node*, maka *node* tersebut akan meneruskan paket RREQ secara *broadcast* ke *node* tetangganya tetapi tidak ke *source node*. Selain itu, *node H* dan *node J* akan melakukan *set up reverse path*. Proses tersebut

berulang hingga paket RREQ tersebut diterima oleh *destination node* yaitu *node D*. Selanjutnya, *node D* akan mengirimkan paket RREP sebagai balasan dari paket RREQ yang diterimanya. *Node-node* penerima paket RREP akan melakukan *set-up forward path*.



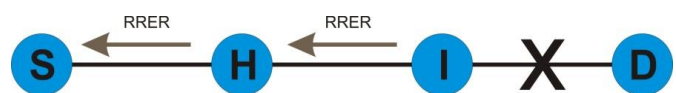
Gambar. 2. Route discovery pada AOMDV

Pada AODV, apabila *destination node* menerima paket RREQ ganda, maka paket RREQ yang terakhir diterima *destination node* akan di-drop. Berbeda dengan AODV, AOMDV menerima semua salinan paket RREQ dan akan digunakan untuk membentuk rute cadangan dari *source node* ke *destination node*. Dengan demikian, AOMDV akan memiliki lebih dari satu *path* (*multipath*) sehingga apabila terjadi kerusakan rute atau rute pengiriman putus saat proses pengiriman, *source node* tidak perlu lagi melakukan proses *route discovery* seperti pada AODV karena *source node* akan menggunakan rute cadangan yang telah dibentuk saat *route discovery*.

B.2. Route Maintenance

Route maintenance pada AOMDV adalah pengembangan sederhana yang ada pada *route maintenance* AODV. AOMDV juga menggunakan paket *route error* (RRER) untuk mengirimkan pesan *error*. Sebuah *node* akan mengirimkan paket RRER apabila *path* ke *destination node* rusak. AOMDV memiliki beberapa rute untuk menjaga agar komunikasi tetap berlangsung yaitu ketika sebuah *node* menemui *link* yang rusak maka *node* tersebut segera memilih rute cadangan.

Proses pengiriman paket RRER pada AOMDV ditunjukkan pada Gambar 3. Pada saat terjadi kerusakan *link* yang menghubungkan antara *node I* dengan *node D*, maka *node I* akan mengirimkan paket RRER ke *node H*. Seterusnya, *node H* akan mengirimkan paket RRER ke *node S*. Setelah *node S* menerima paket RRER, proses komunikasi akan dilakukan kembali dengan menggunakan rute cadangan apabila masih tersedia. Apabila tidak tersedia rute cadangan, maka *node S* akan melakukan proses *route discovery*.

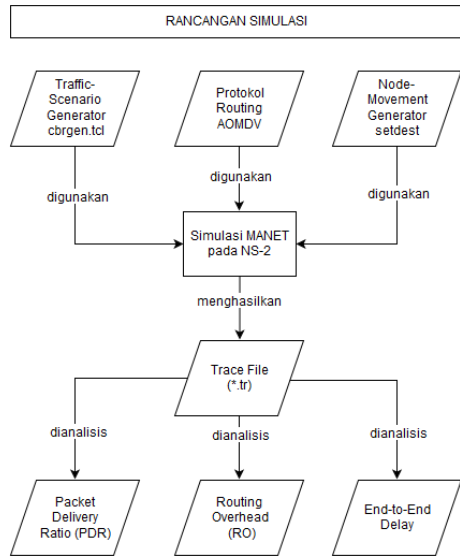


Gambar. 3. Route maintenance pada AOMDV

III. PERANCANGAN

A. Deskripsi Umum

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan analisis kinerja terhadap protokol *routing* AOMDV pada jaringan MANET. Ilustrasi rancangan simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar. 4. Diagram rancangan simulasi

Dalam pengujian ini, digunakan 50 *node* untuk simulasi protokol *routing* AOMDV. Untuk kecepatan maksimal pergerakan *node* dibuat bervariasi yaitu 5 m/s, 10 m/s, dan 15 m/s. Hasil dari proses uji coba ini yaitu berupa *trace file* yang nantinya akan digunakan untuk menghitung *Packet delivery ratio* (PDR), *Routing Overhead* (RO) dan *End-to-end Delay*.

B. Perancangan Skenario

Perancangan skenario uji coba mobilitas diawali dengan membuat pola *traffic* koneksi antara *node* secara acak menggunakan *Traffic-Scenario Generator*. Kemudian membuat pola pergerakan *node-node* secara acak menggunakan *Node-Movement Generator*. Pada Tugas Akhir ini, pergerakan *node-node* menggunakan 3 variasi kecepatan maksimal yaitu 5 m/s, 10 m/s, dan 15 m/s.

B.1. Menentukan Pola Traffic Koneksi

Pola *Traffic* koneksi dibuat dengan menjalankan *script* *cbgren.tcl* yang nantinya akan menghasilkan *output* berupa *file*. *File* tersebut digunakan untuk mengatur pola *traffic* koneksi secara acak antara *node* dalam simulasi. Parameter yang digunakan untuk membuat pola *traffic* koneksi dapat dilihat pada Tabel 1.

B.2. Menentukan Pola Pergerakan Node

Pola Pergerakan *Node* dibuat dengan menggunakan *Node-Movement Generator* yang nantinya akan menghasilkan *output* berupa *file*. *File* tersebut digunakan untuk mengatur *node-node* agar dapat bergerak secara acak dalam simulasi. Parameter yang digunakan untuk membuat pola pergerakan *node* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1.
Parameter pola *traffic* koneksi

No.	Parameter	Spesifikasi
1	Jenis <i>traffic</i> (-type)	CBR
2	Jumlah <i>node</i> (-nn)	50
3	Jumlah <i>seed</i> (-s)	1
4	Jumlah koneksi (-mc)	1
5	Jumlah paket per detik (-rate)	1

Tabel 2.
Parameter pola pergerakan *node*

No.	Parameter	Spesifikasi
1	Jumlah <i>node</i> (-n)	20
2	Waktu jeda (-p)	2 s
3	Kecepatan maksimal <i>node</i> (-M)	- 5 m/s - 10 m/s - 15 m/s
4	Waktu simulasi (-t)	500 s
5	Panjang maksimal area simulasi (-x)	800 m
6	Lebar maksimal area simulasi (-y)	800 m

C. Perancangan Simulasi pada NS-2

Pada perancangan kode NS-2 dengan konfigurasi MANET, dilakukan penggabungan skenario pola *traffic* koneksi dan pola pergerakan *node* dengan skrip TCL yang diberikan parameter-parameter untuk membangun percobaan simulasi MANET pada NS-2. Berikut parameter simulasi perancangan sistem MANET yang dapat digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.
Parameter simulasi

No.	Parameter	Spesifikasi
1	<i>Network simulator</i>	NS-2 versi 2.35
2	Protokol <i>routing</i>	AOMDV
3	Waktu simulasi	500 s
4	Area simulasi	800 m x 800 m
5	Jumlah <i>node</i>	50
6	Radius transmisi	100 m
7	<i>Source / destination</i>	Statik (<i>node 1 / node 2</i>)
8	Protokol MAC	IEEE 802.11
9	Model propagasi	Two-ray ground propagation model
10	Tipe antena	OmniAntenna
11	Tipe <i>Interface Queue</i>	Droptail/PriQueue
12	<i>Mobility model</i>	Random Waypoint
13	Tipe kanal	Wireless channel
14	Tipe <i>trace</i>	Old Wireless Format Trace

D. Perancangan Metrik Analisis

Metrik yang akan dianalisis pada Tugas Akhir ini adalah *Packet delivery ratio* (PDR), *Routing Overhead* (RO), dan *End-to-end Delay*. Penjelasannya sebagai berikut:

D.1. Packet delivery ratio (PDR)

PDR dihitung dari perbandingan antara paket yang dikirim dengan paket yang diterima. PDR dihitung dengan menggunakan (1), dimana *received* adalah banyaknya paket data yang diterima dan *sent* adalah banyaknya paket data yang dikirimkan.

$$PDR = \frac{\sum received}{\sum sent} \times 100 \tag{1}$$

D.2. Routing Overhead (RO)

Routing Overhead (RO) adalah jumlah paket kontrol routing yang ditransmisikan per data paket yang terkirim ke tujuan selama simulasi terjadi. RO dihitung berdasarkan paket routing yang ditransmisikan. Baris yang mengandung RO pada trace file ditandai dengan paket yang bertipe *send* (s) / *forward* (f) dan terdapat header paket dari protokol AOMDV.

D.3. End-to-end Delay

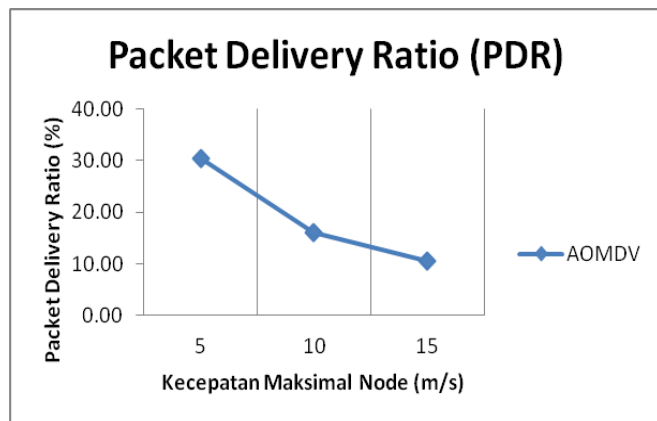
End-to-end Delay dihitung dari rata-rata delay antara waktu paket diterima dan waktu paket dikirim. End-to-end Delay dihitung dengan menggunakan (2), dimana $t_{received[i]}$ adalah waktu penerimaan paket dengan urutan / id ke-i, $t_{sent[i]}$ adalah waktu pengiriman paket dengan urutan / id ke-i, dan *sent* adalah banyaknya paket data yang dikirimkan.

$$End\ to\ End\ Delay = \frac{\sum_{i=0}^{i=sent} t_{received[i]} - t_{sent[i]}}{sent} \quad (2)$$

IV. PENGUJIAN DAN EVALUASI

A. Analisis Packet delivery ratio (PDR)

Gambar 5 menunjukkan grafik performa PDR AOMDV pada jaringan MANET. Terlihat bahwa PDR yang dihasilkan semakin menurun dengan bertambahnya kecepatan maksimal node. Ketika kecepatan maksimal node 5 m/s, PDR yang dihasilkan yaitu 30,53%. Perubahan nilai PDR terjadi ketika kecepatan maksimal node dinaikkan menjadi 10 m/s. Nilai PDR menurun menjadi 16,01%. Begitu juga pada saat kecepatan node dinaikkan lagi menjadi 15 m/s. Nilai PDR semakin menurun menjadi 10,59%.

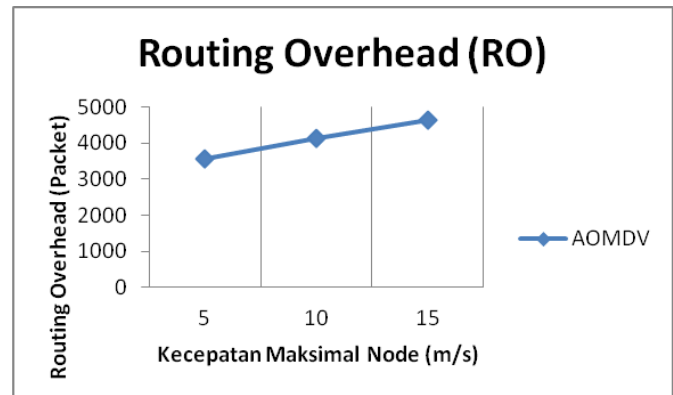


Gambar. 5. Grafik Packet delivery ratio (PDR) AOMDV

Pada jaringan MANET, node-node bergerak sangat dinamis. Semakin cepat pergerakan node, kemungkinan terjadinya banyak rute yang putus saat pengiriman data ataupun kegagalan routing yang dilakukan oleh AOMDV semakin besar, sehingga menyebabkan paket data yang dikirim tidak sampai ke tujuan. Hal ini telah dibuktikan dengan nilai PDR yang dihasilkan semakin menurun dengan bertambahnya kecepatan maksimal node.

B. Analisis Routing Overhead (RO)

Gambar 6 menunjukkan grafik hasil pengujian Routing Overhead (RO) pada AOMDV. Nilai RO menunjukkan peningkatan berdasarkan kecepatan maksimal node dalam simulasi. Pada saat kecepatan node 5 m/s, nilai RO yang dihasilkan yaitu 3566,2. Namun pada saat kecepatan maksimal node dinaikkan menjadi 10 m/s terlihat bahwa nilai RO mengalami peningkatan menjadi 4125,5. Peningkatan nilai RO juga terjadi ketika kecepatan maksimal node dinaikkan menjadi 15 m/s. Pada saat kecepatan maksimal node 15 m/s, nilai RO naik menjadi 4654,3.



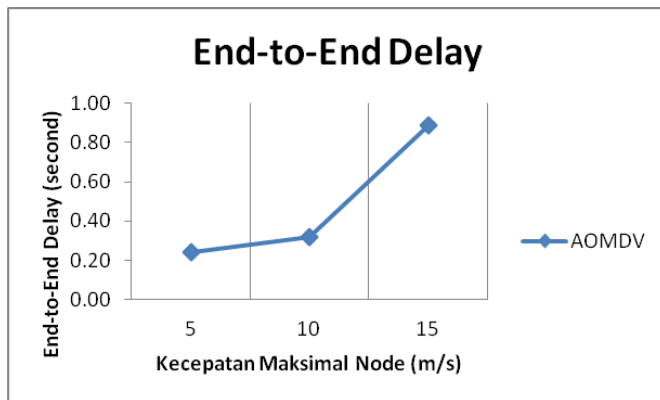
Gambar. 6. Grafik Routing Overhead (RO) AOMDV

Kenaikan kecepatan maksimal node mengakibatkan kenaikan pada nilai RO. Hal ini terjadi karena ketika node bergerak cepat, pengiriman paket routing berjenis *send* maupun *forward* yang dihasilkan lebih banyak. Dengan semakin banyaknya paket routing *send* dan *forward* yang dihasilkan, pengiriman paket data yang dilakukan memiliki kemungkinan yang lebih besar untuk sampai ke node tujuan.

C. Analisis End-to-end Delay

Performa End-to-end Delay pada AOMDV menunjukkan peningkatan berdasarkan kecepatan maksimal node dalam simulasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Nilai end-to-end delay menunjukkan 0,24 second pada saat kecepatan node 5 m/s. Ketika kecepatan node dinaikkan menjadi 10 m/s, terlihat bahwa nilai end-to-end delay mengalami peningkatan menjadi 0,32 second. Peningkatan nilai end-to-end delay juga terlihat ketika kecepatan node dinaikkan menjadi 15 m/s yaitu 0,89 second.

Peningkatan nilai end-to-end delay disebabkan karena pergerakan node yang cepat dan dinamis. Pergerakan node yang cepat bisa mengakibatkan node bergerak menjauh dari jangkauan transmission range. Hal ini memungkinkan terjadinya rute putus saat pengiriman paket data sehingga pengiriman paket dimasukkan ke dalam antrian dan menunggu rute baru terbentuk sebelum pengiriman paket data dilanjutkan kembali.



Gambar. 7. Grafik End-to-end Delay AOMDV

routing," *WIRELESS COMMUNICATIONS AND MOBILE COMPUTING*, 2006.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Performa kinerja protokol *routing* AOMDV pada jaringan MANET adalah sebagai berikut:
 - Dengan penambahan jumlah kecepatan *node*, performa *Packet delivery ratio* yang dihasilkan mengalami penurunan. Penurunan sebesar 14.5% dari kecepatan maksimal *node* 5 m/s ke 10 m/s dan penurunan sebesar 5.42% dari kecepatan maksimal *node* 10 m/s ke 15 m/s.
 - *Routing Overhead* yang dihasilkan mengalami peningkatan berdasarkan penambahan jumlah kecepatan *node* dengan kenaikan rata-rata 544.05.
 - Performa *End-to-end Delay* yang dihasilkan juga mengalami peningkatan berdasarkan penambahan jumlah kecepatan *node*. Kenaikan sebesar 0.08 s dari kecepatan maksimal *node* 5 m/s ke 10 m/s dan kenaikan sebesar 0.57 s dari kecepatan maksimal *node* 10 m/s ke 15 m/s.
- 2) Kecepatan *node* sangat mempengaruhi performa kinerja protokol *routing* AOMDV. *Node* yang bergerak dengan cepat menyebabkan perubahan topologi jaringan dengan cepat dan tak terduga dari waktu ke waktu sehingga performa kinerja AOMDV menjadi buruk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis B.B.P. mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan lancar. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Radityo Anggoro yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang turut membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. O. Bang and P. L. Ramteke, "MANET : History, Challenges And Applications," *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, vol. II, no. 9, 2013.
- [2] S. Corson and J. Macker, "Mobile Ad hoc Networking (MANET) : Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations," *Network Working Group*, 1999.
- [3] M. K. Marina and S. R. Das, "Ad hoc on-demand multipath distance vector