

## Analisis Perbandingan Kinerja Protokol *Dynamic Source Routing* dan *Ad hoc On-demand Distance Vector* pada *Mobile Ad Hoc Network* untuk Sistem Komunikasi Taktis Kapal Perang

Yulia Dhamayanti\* dan Gamantyo Hendrantoro

Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya 60111, Indonesia

\*e-mail: yulia.dhamayanti12@mhs.ee.its.ac.id

---

### Abstrak

Komunikasi yang digunakan dalam medan peperangan disebut komunikasi taktis. Permasalahan yang dihadapi sistem komunikasi taktis adalah tidak adanya infrastruktur yang tetap. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dalam komunikasi taktis diterapkan *mobile ad hoc network* (MANET). Salah satu faktor penting dalam penerapan MANET dalam komunikasi taktis adalah pemilihan protokol *routing* dalam jaringan. Pemilihan protokol *routing* yang tepat digunakan untuk mengirimkan paket agar sampai di tujuan dengan *delay* terkecil. Penelitian ini dikerjakan dengan menggunakan protokol *routing* DSR dan AODV untuk formasi *random* dan formasi burung seperti yang digunakan dalam kapal perang di laut. Formasi tersebut diimplementasikan dengan menggunakan *node* sebanyak 5, 13, dan 21 *node*. Kesimpulannya adalah protokol *routing* AODV menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan DSR ditinjau dari nilai *end to end delay*, *packet delivery ratio*, dan *normalized routing overhead* serta cocok untuk diimplementasikan pada sistem komunikasi taktis kapal perang.

### Abstract

**Analysis of Comparison Performance between DSR and AODV Routing Protocol in Mobile Ad-Hoc Network (MANET) for Tactical Communication System of Battleship.** Communication is used in the battlefield called the tactical communications. Problems encountered in tactical communication system is the absence of a fixed infrastructure. To overcome this problem, tactical communication is applied mobile ad hoc network (MANET). One of important factor in the application of MANET in tactical communications is the selection of routing protocols in the network. Selection of routing protocol appropriately is used to send packets to receiver with the minimum delay. This study was undertaken with two conditioning using DSR and AODV routing protocols for random formations and formations of birds as used in battleships at sea. The formation is simulated by 5, 13, and 21 nodes. The conclusion is AODV routing protocols produce better performance than DSR routing protocol for some parameter such as end to end *delay*, *packet delivery ratio*, and *normalized routing overhead* and suitable for implemented in tactical communication system for battleship.

*Keywords: AODV, DSR, end to end delay, formation of battleship, packet delivery ratio*

---

### 1. Pendahuluan

Dalam bidang militer, selain strategi dan manajemen peperangan juga dibutuhkan suatu komunikasi yang penting untuk kelangsungan misi dalam sebuah peperangan. Komunikasi yang digunakan dalam medan peperangan biasa disebut dengan komunikasi taktis. Komunikasi taktis adalah definisi dari transmisi yang menghubungkan komponen-komponen militer dalam sebuah pertempuran atau peperangan. Komunikasi ini

digunakan dalam peperangan untuk penentuan target, pengiriman perintah sebuah misi dan operasi khusus.

Komunikasi taktis atau komunikasi militer didefinisikan sebagai model peperangan di masa yang akan datang, di mana sesuai dengan paradigma *network-centric warfare* (NCW), yaitu konsep siskodal operasi militer modern yang mengintegrasikan seluruh elemen militer ke dalam satu jaringan komputer militer NCW berbasis teknologi satelit, dan berbasis jaringan internet rahasia militer

yang disebut *secret internet protocol router network* (SIPRNet) [1]. Kekuatan dalam sebuah perang terletak pada kemampuan berbagi informasi dalam sebuah jaringan komunikasi. Jaringan dari sistem komunikasi taktis berbeda dengan jaringan pada sistem komunikasi komersial, terutama dalam hal keamanan, *reliability*, *robustness* dan kemampuan dalam memilih protokol *routing* yang tepat. Kriteria yang dibutuhkan untuk komunikasi taktis diantaranya: dapat dilakukan melalui sarana komunikasi nirkabel, dan *node* (dalam hal ini pengguna) dapat memainkan dua peran, yaitu sebagai *host* dan *router*.

Permasalahan yang dihadapi sistem komunikasi taktis semakin kompleks dengan tidak adanya infrastruktur yang tetap [2]. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dalam komunikasi taktis diterapkan suatu teknologi *mobile ad hoc network* (MANET) yang mampu diterapkan meski tanpa adanya suatu infrastruktur. MANET terdiri dari *mobile platform* (seperti *router* dan perangkat *wireless*) yang dalam hal ini disebut dengan "*node*" yang bebas berpindah kemana saja [3]. Pada makalah ini MANET diimplementasikan untuk sistem komunikasi taktis pada kapal perang.

*Node* pada jaringan MANET tidak hanya berperan sebagai *sender* dan *receiver* tapi juga berperan sebagai relay antara *node* satu dengan *node* lainnya dan juga mampu melakukan *routing*. *Routing* ialah proses untuk menemukan dan menentukan rute terbaik oleh suatu *node* dengan menggunakan suatu algoritma tertentu agar paket dari pengirim dapat sampai di tujuan [4]. *Routing* yang digunakan pada MANET adalah *routing* reaktif. Contoh protokol *routing* yang akan dibahas pada makalah ini adalah protokol *dynamic source routing* (DSR) dan *ad hoc on-demand distance vector* (AODV).

Penelitian sebelumnya membahas mengenai kinerja yang berbeda dari penggunaan beban jaringan, mobilitas, dan ukuran jaringan yang bervariasi. , aspek skenario yang penting tidak dipertimbangkan untuk membandingkan kinerja dari protokol *routing* DSR dan AODV [5]. Penelitian ini adalah pengembangan dari penelitian sebelumnya, namun protokol *routing* yang dibandingkan seperti AODV dan DSR akan diimplementasikan pada jaringan komunikasi taktis kapal perang. Skenario dan topologi yang digunakan pun berbeda dengan skenario dan topologi yang sudah ada. Dalam penelitian ini, skenario yang digunakan adalah memvariasikan jumlah *node* dengan bentuk topologi burung (sesuai dengan formasi kapal perang di laut) dan topologi *random*.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian mencakup beberapa hal yaitu mengenai spesifikasi sistem, rancangan topologi,

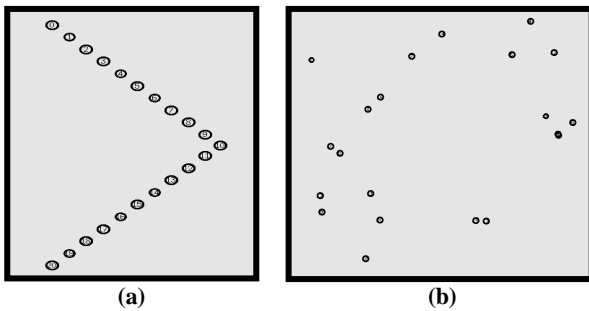
variabel penelitian, dan pembuatan simulasi protokol *routing* DSR dan AODV di MANET.

**Spesifikasi Sistem.** Pada penelitian ini, sistem komunikasi taktis yang digunakan adalah komunikasi taktis kapal perang, di mana parameter-parameter yang digunakan disesuaikan dengan kondisi sebenarnya dilapangan. Tabel 1 memuat informasi mengenai spesifikasi sistem yang digunakan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 jenis simulasi protokol *routing* yang berbeda, yaitu simulasi untuk protokol *routing* DSR dan AODV, namun kedua jenis simulasi ini memiliki topologi jaringan yang sama untuk formasi burung. Skala yang digunakan adalah 1:10 yang artinya 1 meter dalam simulasi mewakili 10 meter dalam kondisi real di lapangan. Parameter simulasi akan ditunjukkan pada Tabel 1.

**Rancangan Topologi Jaringan.** Pembentukan topologi jaringan yang digunakan dalam simulasi NS2 ini terdiri atas 5, 13, dan 21 *node*. Masing-masing *node* tersebut diatur sedemikian supaya membentuk formasi kapal perang/formasi burung dan formasi *random*. Formasi *random* ini dibangkitkan langsung dari program di NS2, sedangkan formasi burung dibangkitkan secara manual untuk pemilihan koordinat nodenya, sehingga membentuk menyerupai formasi kapal perang di laut. Hal yang dilakukan selanjutnya adalah mengatur *node* mana yang digunakan sebagai *node* sumber dan *node* tujuan. Lalu dilakukan pengaturan parameter-parameter yang dibutuhkan pada masing-masing *node* tersebut dan juga mengatur arah pergerakan dari masing-masing *node* beserta kecepatan yang digunakan. Lalu mulai dijalankan simulasinya, dan hasil tampilan simulasi dapat dilihat pada NAM di NS2. Rancangan formasi *node* selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Spesifikasi Sistem

Parameter	Jenis
Frekuensi	VHF
Antena	Omnidirectional
Model Propagasi	Two Ray
Tinggi Antenna	5,25 m
Protokol	MAC 802.11
Jenis <i>node</i>	Fixed
Ukuran Wilayah 5 <i>node</i>	500 m x 500 m
Ukuran Wilayah 13 <i>node</i>	1300 m x 1300 m
Ukuran Wilayah 21 <i>node</i>	2100 m x 2100 m
Kecepatan <i>node</i>	7.22 m/s - 14.4 m/s
Trafik Sumber	CBR
Ukuran Paket	2000 byte = 16.000 bit
Waku Simulasi	200 detik



Gambar 1. Formasi untuk 21 Node (a) Burung, (b) Random

**Variabel Penelitian.** Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter yang ditentukan sebagai indikator perbandingan. Parameter yang ditentukan telah sesuai dan memenuhi kriteria yang dibutuhkan dalam komunikasi taktis kapal perang.

*End to end delay* adalah waktu yang diperlukan oleh suatu paket data yang berasal dari *node* sumber hingga mencapai *node* tujuan. *End to end delay* secara tidak langsung berhubungan dengan kecepatan transfer data suatu jaringan. Keseluruhan bagian dari *end to end delay* ini terletak pada *layer* ketiga dalam OSI *layer*, yaitu *network layer*. Rumus yang digunakan untuk perhitungan *end to end delay* dapat dilihat pada persamaan (1) berikut:

$$e2edelay = N(d_{trans} + d_{prop} + d_{proc} + d_{que}) \quad (1)$$

dengan:

N adalah jumlah *link* (jumlah *node* + 1)

$d_{trans}$  adalah *transmission delay*

$d_{prop}$  adalah *propagation delay*

$d_{proc}$  adalah *processing delay*

$d_{que}$  adalah *queuing delay*

*e2edelay* adalah *end to end delay* (ms)

*Packet delivery ratio* adalah rasio antara banyaknya paket yang diterima oleh tujuan dengan banyaknya paket yang dikirim oleh sumber. Rumus dari *packet delivery ratio* dapat dilihat pada persamaan 2 berikut:

$$PDR = \frac{prcv}{ptr} \times 100\% \quad (2)$$

dengan:

*prcv* : jumlah paket data yang diterima (paket)

*ptr* : jumlah paket data yang dikirim (paket)

PDR : *packet delivery ratio* (%)

*Routing overhead* merupakan rasio antara jumlah paket *routing* dengan paket data yang berhasil diterima. Rumus dari *routing overhead* dapat dilihat pada persamaan 3 berikut:

$$RO = \frac{pr}{prcv} \quad (3)$$

dengan:

*pr* : jumlah paket *routing* (paket)

*prcv* : jumlah paket data yang diterima (paket)

RO : *routing overhead*

**Pembuatan Simulasi Protokol Routing DSR dan AODV di MANET.** DSR termasuk dalam protokol *routing* reaktif. *Node* diharuskan untuk memelihara tabel *routing*, entri pada tabel *routing* akan diupdate sejalan dengan perubahan topologi. DSR tidak menggunakan pesan periodik seperti pada AODV sehingga mengurangi *bandwidth* yang *overhead*, menghemat baterai dan menghindari update *routing* dengan ukuran yang besar. DSR menggunakan MAC *layer* untuk mengidentifikasi adanya kegagalan *link*.

Protokol DSR terdiri dari 2 fase utama: *route discovery* dan *route maintenance* [6]. Jika sebuah *node* ingin mengirim paket ke *node* tujuan, pertama *node* akan melihat tabel *routing* miliknya. Jika rute ke tujuan ada, maka *node* akan menggunakan informasi di tabel *routing*. Jika tidak ditemukan informasi yang dicari, maka *node* memulai proses *route discovery* dengan cara melakukan *broadcast packet route request*. *Packet route request* berisi: alamat tujuan, alamat *node* sumber dan unik ID. Setiap *node* yang menerima *packet route request* akan memeriksa tabel *routing* masing-masing. Jika *node* perantara tidak mengetahui *node* tujuan, maka *node* tersebut akan menambahkan alamat *node* perantara tersebut kedalam paket dan kemudian meneruskannya. *Route reply* dibangkitkan ketika rute yang diminta mencapai *node* tujuan atau *node* perantara yang mempunyai informasi *node* tujuan pada tabel *routing*-nya. *Node* tersebut akan menyampaikan paket *route reply* ke *node* selanjutnya hingga sampai ke *node* sumbernya.

*Route maintenance* dicapai dengan *packet route error* dan *acknowledgement (ack)*. *Packet route error* digenerate oleh MAC *layer* jika terjadi kegagalan transmisi *link*. Ketika *packet route error* diterima, *hop* akan dihapus pada informasi tabel *routing*. *Ack* digunakan sebagai mekanisme tambahan untuk memverifikasi *link-link* dalam rute.

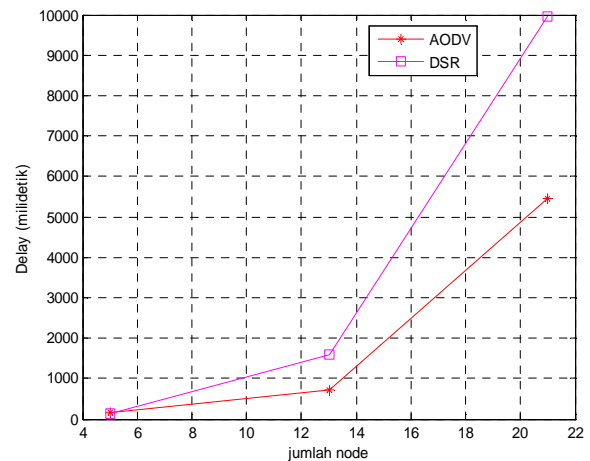
AODV [7] adalah sebuah protokol *routing* yang dibuat untuk jaringan MANET. AODV adalah perpaduan antara protokol DSR (*on-demand*) dan protokol *routing Destination Sequenced Distance Vector (DSDV)*, di mana algoritma ini akan membangun rute antara *node* hanya apabila diinginkan oleh *node* sumber. AODV memelihara rute tersebut sepanjang masih dibutuhkan oleh *node* sumber. AODV menggunakan *sequence number* untuk memastikan bahwa rute yang dihasilkan adalah *loop-free* dan memiliki informasi *routing* yang paling *update*.

AODV menciptakan suatu rute dengan menggunakan *route request* (RREQ) dan *route reply* (RREP). Ketika *node* sumber menginginkan suatu rute menuju *node* tujuan tetapi belum mempunyai rute yang benar, maka *node* sumber akan menginisialisasi *route discovery process* untuk menemukan rute ke *node* tujuan. *Node* sumber akan melakukan *broadcast* paket RREQ menuju *node* tetangganya. Paket RREQ berisi *source address*, *destination address*, *hop counter*, *source* dan *destination sequence number*, dan *broadcast ID*. Nilai *broadcast ID* akan bertambah satu setiap suatu *source node* mengirimkan RREQ yang baru dan digunakan sebagai identifikasi sebuah paket RREQ. Jika *node* yang menerima RREQ memiliki informasi rute menuju *node* tujuan, maka *node* tersebut akan mengirim paket RREP kembali menuju *node* sumber. Tetapi jika tidak mengetahui *node* tujuan, maka *node* tersebut akan melakukan *broadcast* ulang RREQ ke *node* tetangganya setelah menambahkan nilai *hop counter*.

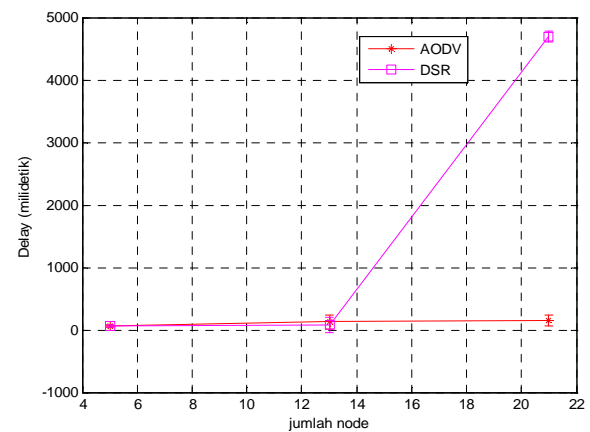
*Node* yang menerima RREQ dengan alamat *node* sumber dan *broadcast ID* yang sama dengan RREQ yang diterima sebelumnya akan membuang RREQ tersebut. *Source sequence number* digunakan oleh suatu *node* untuk memelihara informasi yang *valid* mengenai *reverse path* (jalur balik) menuju ke *node* sumber. Pada saat RREQ menuju *node* tujuan yang diinginkan, dia akan menciptakan *reverse path* menuju ke *node* tujuan, di mana setiap *node* akan membaca RREQ dan mengidentifikasi alamat dari *node* tetangga yang mengirim RREQ tersebut. Ketika *node* tujuan atau *node* yang memiliki informasi rute menuju *node* tujuan menerima RREQ tersebut, maka *node* tersebut akan membandingkan nilai *destination sequence number* yang dia miliki dengan nilai *destination sequence number* yang ada di RREQ. Jika nilai *destination sequence number* yang ada di RREQ lebih besar dari nilai yang dimiliki oleh *node* maka paket RREQ tersebut akan *rebroadcast* kembali ke *node* tetangganya, sebaliknya jika nilai *destination sequence number* yang ada di *node* lebih besar atau sama dengan nilai yang ada di RREQ maka *node* tersebut akan mengirim *route reply* (RREP) menuju *node* sumber dengan menggunakan *reverse path* yang telah dibentuk oleh RREQ. *Intermediate node* yang menerima RREP akan *update* informasi *timeout* (masa aktif rute) jalur yang telah diciptakan. Informasi rute *source* ke *destination* akan dihapus apabila waktu *timeout*-nya habis.

### 3. Hasil dan Pembahasan

**End to End Delay.** Pada Gambar 3 dan 4 dapat diamati grafik *end to end delay* pada formasi burung dan formasi *random*. Pada Gambar 3 adalah grafik nilai *end to end delay* pada formasi burung yang dibangkitkan sebanyak 1 kali, sedangkan pada Gambar 4 adalah grafik *end to end delay* yang diambil rata-rata dari 10 kali percobaan dan ditambahkan nilai standar deviasi



Gambar 3. End to End Delay pada Formasi Burung



Gambar 4. End to End Delay pada Formasi Random

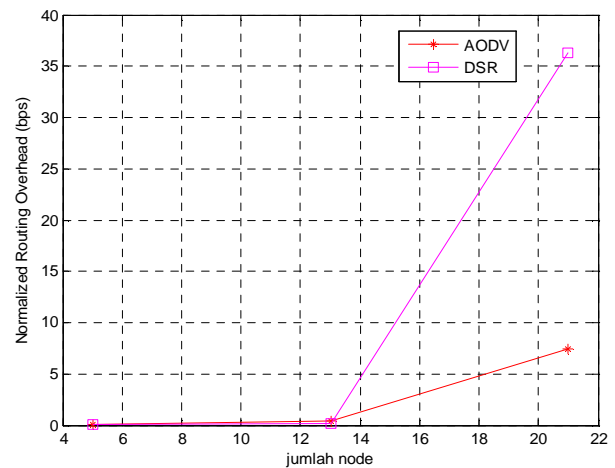
pada grafiknya. Dari kedua gambar grafik tersebut dapat dianalisis sebagai berikut: pada formasi burung nilai *end to end delay* protokol routing DSR lebih besar jika dibandingkan dengan protokol routing AODV seiring dengan bertambahnya jumlah *node* yang digunakan dalam simulasi.

Hal ini dikarenakan routing DSR mengalami proses pencarian jalur lebih lama dan lebih panjang dibanding AODV. Hal ini mengakibatkan rata-rata *delay* pada routing DSR lebih lama karena banyaknya hop yang ditempuh dari *node* sumber ke *node* tujuan. Routing AODV menanggapi RREQ pengiriman pertama yang diterima dan mengabaikan RREQ selanjutnya dari sumber *node* yang berbeda. Hal ini dapat mengurangi kemacetan dalam pencarian jalur menuju *node* tujuan sehingga dapat meminimalisasi *delay*. Sedangkan protokol routing DSR menanggapi semua RREQ yang datang, sehingga kemacetan tidak dapat dihindarkan yang menyebabkan *delay* semakin besar. Sedangkan untuk formasi *random*, peningkatan jumlah *delay* pada routing DSR sangat signifikan saat jumlah *node* bertambah mulai 13 sampai 21 *node*, hal ini dikarenakan jarak

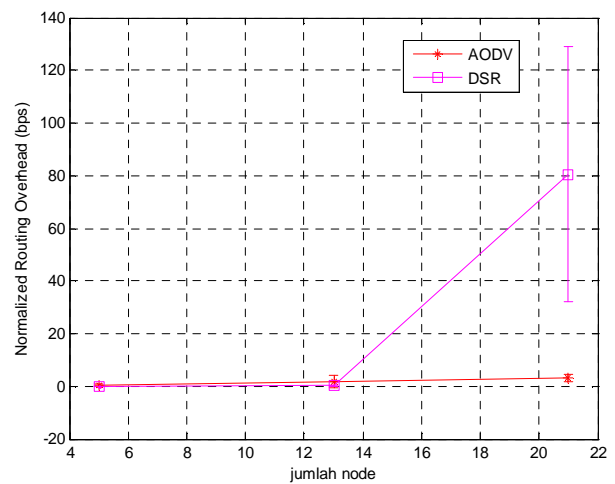
antar *node* yang semakin berjauhan menyebabkan *delay* yang terjadi semakin besar.

**Normalized Routing Overhead.** Pada Gambar 5 dan 6 dapat diamati grafik *normalized routing overhead* pada formasi burung dan formasi *random*. Pada Gambar 5 adalah grafik nilai *normalized routing overhead* pada formasi burung yang dibangkitkan sebanyak 1 kali, sedangkan pada Gambar 6 adalah gambar grafik *normalized routing overhead* yang diambil rata-rata dari 10 kali percobaan dan ditambahkan nilai standar deviasi pada grafiknya. Dari 2 kedua gambar grafik tersebut dapat dianalisis sebagai berikut: pada *routing* DSR memiliki nilai *normalized routing overhead* lebih besar dibandingkan AODV. Hal ini dikarenakan nilai *normalized routing overhead* yang tinggi pada protokol *routing* DSR sangat dipengaruhi oleh banyaknya rute yang diambil dari suatu paket yang dikirimkan dari *node* sumber ke *node* tujuan. *Routing overhead* pada DSR semakin meningkat pada kondisi jaringan dengan jumlah *node* 13 sampai 21 *node*. Sedangkan pada protokol *routing* AODV peningkatan nilai *normalized routing overhead* tidak terlalu signifikan. Selain itu nilai *normalized routing overhead* pada formasi *random* lebih besar dikarenakan banyak link yang terputus saat pencarian rute dikarenakan jarak *node* yang terlalu jauh, sehingga saat pengiriman paket-paket tidak berlangsung dengan lancar.

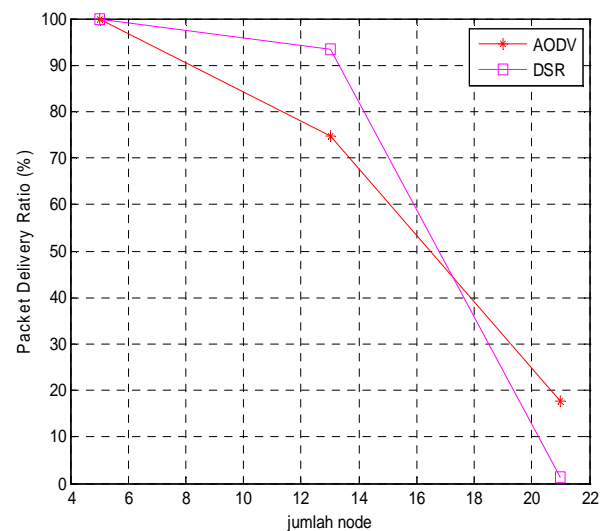
**Packet Delivery Ratio (PDR).** Pada Gambar 7 dan 8 dapat diamati grafik *packet delivery ratio* pada formasi burung dan formasi *random*. Pada Gambar 7 adalah grafik nilai *packet delivery ratio* pada formasi burung yang dibangkitkan sebanyak 1 kali, sedangkan pada Gambar 8 adalah gambar grafik *packet delivery ratio* yang diambil rata-rata dari 10 kali percobaan dan ditambahkan nilai standar deviasi pada grafiknya. Dari kedua gambar grafik tersebut dapat dianalisis sebagai berikut: seiring bertambahnya jumlah *node* yang digunakan dalam simulasi maka berpengaruh pula dalam jumlah paket data yang berhasil diterima oleh *node* tujuan. Tampak bahwa semakin besar jumlah *node* yang digunakan maka semakin kecil *packet delivery rationya*. Hal ini disebabkan *link breakage* yang menyebabkan antrian yang lama pada *node* sehingga terjadi *packet loss* saat pengiriman data dan berpengaruh pada nilai *packet delivery ratio* yang semakin kecil. Dari Gambar 7 dan 8 tampak bahwa pada jumlah *node* sebanyak 5 sampai 13 maka nilai PDR *routing* protokol DSR lebih besar dibandingkan dengan AODV, namun saat jumlah *node* yang digunakan mulai dari 13 sampai 21 *node* maka nilai PDR *routing* DSR semakin menurun dibandingkan dengan AODV. Hal ini menandakan bahwa untuk jumlah *node* yang semakin banyak, performa protokol *routing* DSR untuk mengirimkan paket semakin buruk. Jadi lebih disarankan untuk menggunakan protokol *routing* AODV untuk jaringan dengan jumlah *node* yang besar.



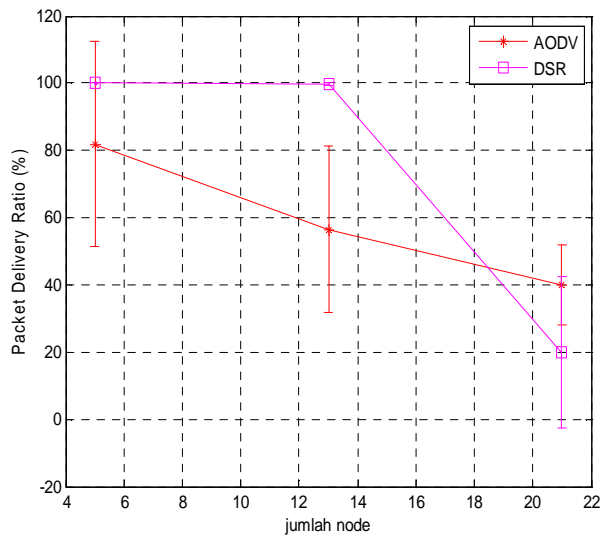
Gambar 5. Normalized Routing Overhead pada Formasi Burung



Gambar 6. Normalized Routing Overhead pada Formasi Random



Gambar 7. Packet Delivery Ratio pada Formasi Burung



Gambar 8. Packet Delivery Ratio pada Formasi Random

#### 4. Simpulan

Dari keseluruhan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa protokol *routing* AODV jauh lebih baik dari protokol *routing* DSR dilihat dari berbagai aspek parameter penelitian seperti *end to end delay*, *packet delivery ratio* dan *normalized routing overhead*. Karena, pada protokol *routing* DSR mengalami kendala pada jaringan dengan jumlah *node* yang semakin banyak dengan performa yang semakin menurun. Pengaruh penggunaan formasi *node* yang *random* pada beberapa parameter penelitian sangat ditentukan oleh jarak antar

*node* tersebut. Jadi protokol *routing* yang cocok diimplementasikan di komunikasi taktis kapal perang adalah protokol *routing* AODV.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada DIKTI atas pemberian beasiswa *Fresh Graduate* ITS kepada peneliti.

#### Daftar Acuan

- [1] J.L. Burbank, P.F. Chimento, B.K Haberman, W.T. Kasch, IEEE Commun. Mag. 44 (2006) 39.
- [2] G.F. Elmasry, IEEE Commun. Mag. 48 (2010) 54.
- [3] M.R. Thoppian, R. Prakash, IEEE Trans. Mob. Comput. 5/1 (2006) 4.
- [4] A. Leon-Garcia, I. Widjaja, Communication Networks, McGraw Hill-Education, Singapore, 2004, p.900.
- [5] S.R. Das, C.E. Perkins, E.M. Royer, Infocom 2000, Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings IEEE, Tel Aviv, 1 (2000) 3.
- [6] D.B. Johnson, D.A. Maltz, Josh Broch, Dynamic Source Routing for Multihop Wireless Ad Hoc Networks, In: Ad Hoc Networking, C.E. Perkins (Ed.), chapter 5, Addison-Wesley, 2001, p.139.
- [7] M.M. Islam, R. Pose, C. Kopp, Routing Suburban in Ad-Hoc Networks, Monash University, Australia, [http://www.csse.monash.edu.au/research/san/routing\\_in\\_suburban\\_ad-hoc\\_networks.pdf](http://www.csse.monash.edu.au/research/san/routing_in_suburban_ad-hoc_networks.pdf), 2008.