

EFISIENSI RUTE PADA ROUTING AODV MENGGUNAKAN ALGORITMA PATH AWARE SHORT

Saiful Hamim¹⁾ Misbah, Nuniek Fahrani

¹⁾ Prodi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Saifulhamim6@gmail.com

INTISARI

Node-node pada MANET dapat berhubungan satu sama lain apabila mereka berada pada jangkauan transmisinya. Apabila bergerak menjauh diluar jangkauan transmisi maka *link* antara dua buah *node* dapat terputus pada saat proses pengiriman *route request* (RREQ). Dengan terputusnya suatu *link*, maka akan menyebabkan terputusnya sebuah rute yang ada dan juga dengan terputusnya *link* tertentu menyebabkan proses *route discovery* perlu dilakukan kembali sehingga mobilitas pada *node* merupakan masalah yang perlu untuk diperhatikan apabila ingin membentuk jaringan yang stabil. Efisiensi rute pada routing AODV menggunakan algoritma *path aware short* dengan parameter *average End-to-end delay*, *energy*, dan *packet delivery ratio* (PDR). efisiensi rute menggunakan *path aware short* mengalami keberhasilan dengan parameter *average end to end delay* untuk 100 *node* dengan *network area* 500 m² x 500 m² yaitu 5,1087 m/s. Karena selang waktu yang dibutuhkan lebih pendek dan tidak membebani *link* (kemungkinan kecil terputus). Dampak yang didapat dari efisiensi *delay* mengakibatkan semakin banyak paket RREQ yang dikirim, mengakibatkan peluang tabrakan antar paket semakin besar, menyebabkan hilangnya paket data yang *drop*, dikarenakan *node* pengirim akan lebih banyak melakukan *broadcast* paket *routing* pada proses *route discovery* (RREQ dan RREP) untuk mendapatkan rute yang baru. Dapat dilihat pada parameter *packet delivery ratio* nilai terbaik pada *routing* AODV dengan 50 *node* area 500x500, 100 *node* area 500x500, 50 *node* area 1000x1000 dengan nilai 100%. Sedangkan Untuk parameter *energy* yang sedikit dalam konsumsi *energy* yaitu pada protokol *routing* AODV dengan 100 *node* area 1000x1500 dengan nilai 10,7794 *joule*.

Kata Kunci : *Path Aware Short, AODV, MANET, NS 2, Efisiensi Rute.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Topologi network yang terus berubah, *power transmisi* yang rendah dan *bandwidth* rendah menjadi tantangan utama dalam pengaturan rute. Salah satu protokol *routing* yang melakukan proses pencarian rute dengan rentan waktu yang cukup lama pada jaringan MANET adalah *routing* protokol *Ad Hoc On-Demand Distance Vector* (AODV).

Permasalahan yang muncul adalah ketika menentukan penggunaan jalur yang efisien bahwa *link – link* antar *node* masih saling berhubungan dalam pengiriman paket data dari *node* sumber ke *node* tujuan.

Penelitian yang akan dibuat dengan melihat permasalahan yang ada adalah dengan cara efisiensi pencarian rute diantara *node* yang tidak mebebani *link*. Penerapan analisis efisiensi menggunakan simulasi jaringan komputer dengan menggunakan *tools network simulator 2* dimana tingkat performansi dapat diketahui melalui pengukuran nilai parameter *average End-to-end delay*, *energy*, dan *packet delivery ratio* (PDR). Maka dari itu penulis akan melakukan penelitian yang berjudul “Efisiensi rute pada protokol *routing Ad Hoc On-Demand Distance Vector* (AODV) dengan menggunakan metode *Path Aware-Short*”.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana cara menerapkan algoritma *path aware short* pada *routing* AODV di jaringan MANET?

1.3 Tujuan Penelitian

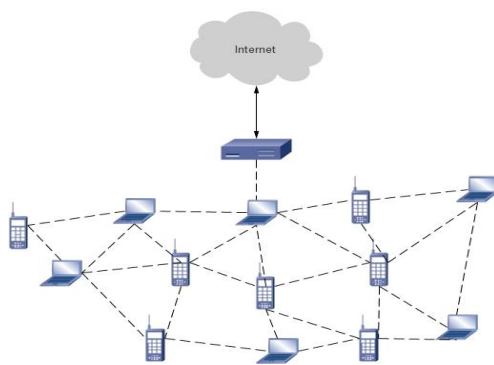
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil kinerja efisiensi rute pada *routing* protokol AODV.

2. Landasan Teori

2.1 Mobile Ad Hoc Network (MANET)

MANET adalah *autonomous system* dari *node* mobile yang terhubung secara nirkabel. Setiap *node* beroperasi tidak hanya sebagai *end system*, tetapi juga sebagai router untuk meneruskan paket (Thakare AN, Joshi MY, 2012).

Topologi jaringan MANET dapat berubah dengan cepat dan tak terduga dari waktu ke waktu, karena *node* bersifat mobile. Tipe *network* dalam MANET adalah *desentralisasi*, dimana semua aktivitas jaringan, termasuk menemukan topologi dan penyampaian pesan harus dijalankan oleh *node* itu sendiri. Oleh karena itu fungsi *routing* harus dimasukkan ke dalam *node mobile* (Thakare AN, Joshi MY, 2012). Pada gambar 2.1 menunjukkan jaringan MANET sederhana :



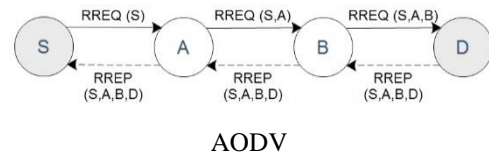
Gambar 2.1 MANET (Abdalla., 2008).

2.2 Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV)

AODV merupakan protokol *routing* yang bersifat reaktif. Protokol ini bersifat reaktif karena protokol ini mulai bekerja saat ada

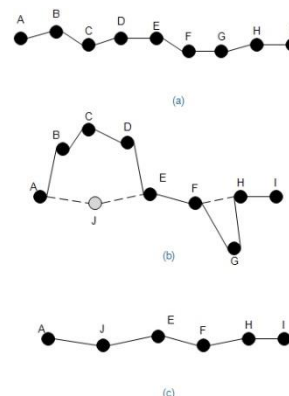
permintaan dari *source node* untuk mencari tahu jalur-jalur yang akan digunakan untuk mengirimkan pesan ke *node* tujuan. AODV akan berusaha untuk menemukan jalur yang tidak ada *loop* dan menemukan jalur terpendek untuk menuju *node* tujuan (Harahap E. H., 2014). Terdapat dua pesan dalam proses pembentukan rute atau *route discovery process* pada *routing* AODV yaitu dengan menggunakan *route request* (RREQ) dan *route reply* (RREP). Pada proses *route maintenance* terdapat satu pesan yaitu *route error* (RRER) yang dimana apabila terjadi rute eror maka *node* akan menyebarkan pesan tersebut sampai ke *node* sumber dan akan melakukan *route discovery* kembali.

Gambar 2.2 Mekanisme Protokol



2.3 Path-Aware Short

Jalur yang dihasilkan protokol pengaturan rute yang dibutuhkan dapat menyimpang jauh dari jalur terpendek. Karena mobilitas *node-node*, bentuk jalur pengaturan rute dapat secara signifikan saat konektivitas utuh. Perubahan bentuk dapat dieksploitasi untuk mendapatkan jalur-jalur pengaturan rute yang lebih baik jika dapat menghindari setiap *overhead* yang signifikan (setidaknya menghindari proses-proses penemuan *path* ekstra).



Gambar 2.3 Perubahan jalur pengaturan rute (Fahriani N, Djanali S, Shiddiqi AM, 2012).

Perhatikan jalur pengaturan rute dari *node* sumber A ke *node* tujuan I seperti yang ditunjukkan Gambar 2.3 (a). Jalur awal ini ditentukan melalui proses penemuan jalur, dimana jarak antara sumber dan tujuan adalah jarak terpendek menurut jumlah *hop*. Paket membutuhkan 8 *hop* saat bergerak dari A ke I. Selama perjalanan waktu, mobilitas *node* dapat membuat bentuk jalur pengaturan rute menjadi seperti Gambar 2.3 (b) saat berusaha mempertahankan konektivitas. Dalam bentuk baru ini, J ada dalam tingkatan transmisi F. Penggunaan *cache* rute dan validitas informasi tentang pengaturan rute pada entri tabel pengaturan rute tidak diupdate. Idealnya, jalur terpendek dari A ke H hanya membutuhkan *hop* seperti yang ditunjukkan Gambar 2.3 (c).

3. Analisis Dan Perancangan Sistem

3.1 Analisis Sistem

Rute merupakan salah satu kunci penting dalam jaringan MANET karena sifatnya yang sangat dinamis. Mobilitas *host* bisa menyebabkan sering terjadinya perubahan topologi yang tidak bisa diprediksi. Proses penemuan rute sering kali membanjiri jaringan dengan paket permintaan rute untuk mencari rute di seluruh jaringan. Hal ini dapat mengakibatkan *delay* yang tinggi untuk mencapai jalur. Parameter yang mempengaruhi kinerja protokol penentuan rute jaringan *ad hoc* adalah beberapa *node* di dalam area, perilaku *node* yang mengubah konektivitas (bergerak secara bebas sebagai kelompok, frekuensi perubahan topologi), dan kualitas *link*. Rancangan strategi penentuan rute yang efisien dan *reliable* memang merupakan masalah yang sangat menantang karena sumber-sumber yang sangat terbatas di dalam MANET (Fahriani N, Djanali S, Shiddiqi AM, 2012).

3.2 Hasil Analisis

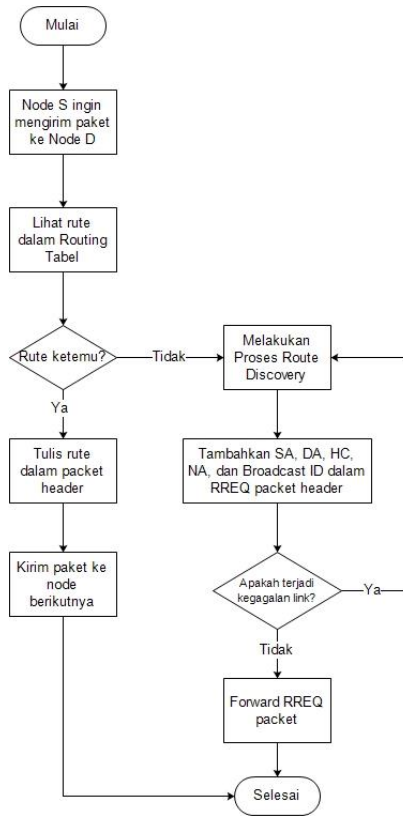
Dengan melihat kinerja *routing* AODV yang dalam pembentukan rute membutuhkan waktu yang cukup lama adalah dengan cara efisiensi pencarian rute diantara *node* yang tidak membebani *link*. Oleh sebab itu untuk mendukung informasi optimasi *link-link* yang menyusun rute digunakan algoritma *Path Aware Short* dengan memastikan bahwa *link* yang akan dilalui dalam kondisi baik dan pencarian rute yang paling optimum dengan parameter waktu tempuh yang paling minimal sehingga tidak perlu melakukan proses pengiriman paket *route request* (RREQ) ulang.

Hasil proses efisiensi akan dilakukan dengan menggunakan *tools network simulator 2* dimana tingkat performansi akan dibandingkan nilai parameter *average End-to-end delay*, *normalized routing load*, dan *packet delivery ratio (PDR)* antara *routing* AODV dengan *routing* AODV yang sudah dimodifikasi dengan algoritma *path aware short*.

3.3 Algoritma Routing AODV

AODV merupakan protokol *routing* yang bersifat reaktif. Protokol ini bersifat reaktif karena protokol ini mulai bekerja saat ada permintaan dari *source node* untuk mencari tahu jalur-jalur yang akan digunakan untuk mengirimkan pesan ke *node* tujuan. AODV akan berusaha untuk menemukan jalur yang tidak ada *loop* dan menemukan jalur terpendek untuk menuju *node* tujuan (Harahap EH, 2014).

Gambar 3.1 Contoh AODV



Gambar 3.2 Flowchart routing AODV.

Berikut penjelasan gambar 3.2:

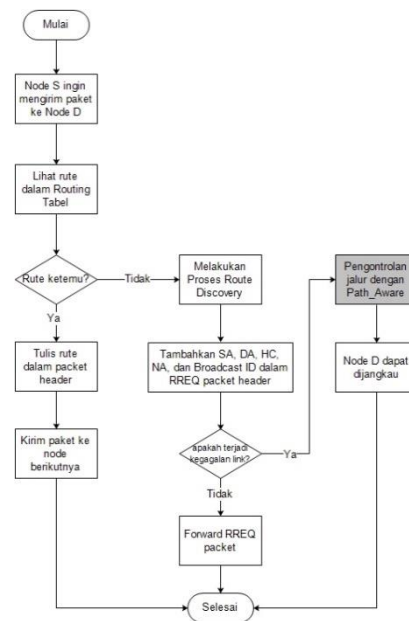
1. Dimulai ketika *node S (source)* ingin mengirimkan paket ke *node D (Destination)*.
2. Lihat dalam *routing cache* apakah ada rute menuju *node D* apa tidak.
3. Jika ada maka *node S* akan menuliskan rute kedalam *packet header* dan paket akan langsung dikirimkan ke *node D*.
4. Jika tidak ada rute menuju *node D* maka akan melakukan proses *route discovery* dan *node S* akan membroadcast paket *route request (RREQ)* ke *node* tetangga.
5. Pada RREQ paket *header* ditambahkan SA (*source adres*), DA (*destination adres*), HC (*hop count*), NA (*neighbor adres*), dan Broadcast ID.

6. Apakah terjadi kegagalan *link*, jika ada sebuah *link* antar *node* terputus maka akan melakukan proses *route discovery* ulang. Mengulangi langkah nomer 4.

Jika tidak ada kegagalan *link* antar *node* maka paket RREQ diteruskan sampai ke *node D*.

3.4 AODV Dengan Algoritma Path-Aware Short

Modifikasi yang dilakukan pada protokol AODV adalah dengan melakukan perubahan pada proses *route discovery* dan *route maintenance*. Dengan dilakukan efisiensi adanya kegagalan *link* di dalam pembentukan rute dengan mengontrol *delay*. Pada gambar 3.3 algoritma AODV yang telah dimodifikasi dengan menggunakan Algoritma Path Aware Short akan dinamakan dengan PA-AODV.



Gambar 3.3 Flowchart PA-AODV

Penjelasan gambar 3.3:

1. Algoritma PA-AODV dimulai dari *node S (source)* yang akan mengirim paket ke *node D (destination)*.
2. *Route table* akan dicek terlebih dahulu apakah rute sudah ada atau belum.

3. Jika rute sudah ada maka *node S* akan menuliskan rute tujuan kedalam *packet header*, dan akan langsung dikirim ke *node D*.
4. Jika *node S* belum memiliki rute menuju *node D* maka akan melakukan proses *route discovery*.
5. *Node S* akan melakukan *broadcast* sebuah paket *route request (RREQ)* ke *node* tetangganya.
6. Pada RREQ paket *header* ditambahkan SA (*source adres*), DA (*destination adres*), HC (*hop count*), NA (*neighbor adres*), dan Broadcast ID.
7. Pada saat pengiriman RREQ apakah terjadi kegagalan *link*, jika tidak ada kegagalan link maka paket akan diteruskan sampai ke *node D*.
8. Apabila terjadi kegagalan *link* maka *node S* akan memonitor rute berikutnya dengan Algoritma *Path-Aware*, yaitu mekanisme pengontrolan jalur sehingga *node* berikutnya dapat terjangkau dan bisa untuk dilewati. Dimana *node* disekitarnya akan mencari rute alternatif untuk meneruskan paket yang dikirim dengan *delay time* terkecil.

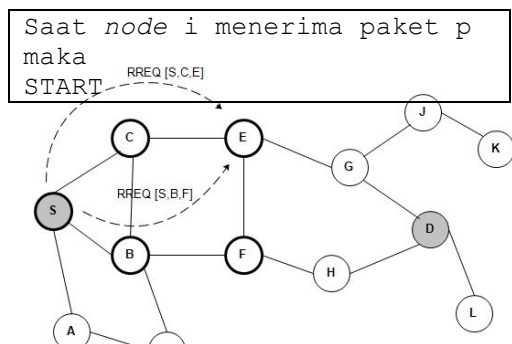
Untuk mendukung algoritma *Path-Aware* yang diajukan, setiap paket membawa bidang *hop-count (HC)* dalam headernya. HC field diawali dengan nol di *node* sumber dan ditingkatkan satu di setiap *hop* yang diambil paket. Untuk setiap paket, alamat tujuan (DA), alamat sumber (SA), dan HC dapat diperoleh dari packet header. Informasi ini disimpan sebagai suatu kesatuan ,emurut kesatuan perbandingan *hop*. Format setiap entry dalam kesatuan adalah <SA, DA, HC, NA>, dimana NA adalah alamat tetangga tempat paket disiarkan. Sebelum SA mengirim paket ke *node hop* pertama, entry berikut informasi dimasukkan dalam kesatuan perbandingan *hop* SA: <SA, DA, 0, SA>. Dapat dilihat pada gambar 3.4. Algoritma *Path Aware-Short*.

- a. Jika *node i* adalah DA (*destination adres*), paket dikonsumsi
 - b. Bandingkan SA (*source adres*) dan DA dari semua entry dalam kesatuan perbandingan *hop*
 - c. Jika tidak ada kesesuaian entry, simpan SA, DA, HC (*hop count*), dan NA (*neighbor adres*) dalam kesatuan perbandingan *hop*
 - d. Jika paket ditujukan ke *i* sebagai *node hop* berikutnya, proses paket untuk forwarding.
 - e. Jika sesuai dengan entry (SA, DA, HC, NA) berarti *node i* melakukan:
 - Mengirim pesan ke NA untuk mengupdate tabel pengaturan rute alamat *hop* berikutnya untuk *node* tujuan (DA)
- END

Gambar 3.4 Algoritma *Path Aware-Short* (Fahriani N, Djanali S, Shiddiqi AM, 2012).

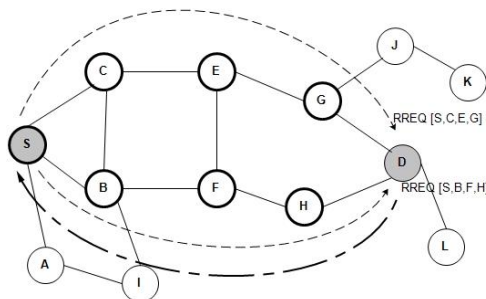
Berikut proses *route discovery* untuk mendapatkan efisiensi rute (Fahriani N, Djanali S, Shiddiqi AM, dkk, 2012) :

1. Sebuah *node S* (*source*) akan mengirim paket ke *node D* (*destination*) pada sebuah MANET. Bila S tidak mengetahui rute menuju D, S akan melakukan *route discovery*. Proses *route discovery* dilakukan dengan melakukan *flooding* paket RREQ oleh S.
2. *Node* intermediate *i* (selain *node S* dan D) yang menerima RREQ akan
 - a. Memeriksa *node* yang telah dilalui paket RREQ. Jika RREQ pernah singgah di *i*, maka RREQ akan di drop karena terjadi pergeseran.
 - b. Sebelum memforward RREQ, *node i* menyisipkan identifiernya pada RREQ yang menandakan RREQ tersebut pernah singgah di *i*.



Gambar 3.5 ilustrasi aturan forwarding oleh *node intermediate*

3. *Node destination* D yang menerima RREQ akan membalas dengan mengirim *route reply* (RREP).



Gambar 3.6 ilustrasi aturan pengiriman RREP oleh *node destination*.

4. *Node source* S yang menerima beberapa RREP akan memilih rute yang efisien.

3.5 Perancangan Parameter Simulasi

Dalam melakukan proses simulasi perlu digunakan parameter-parameter untuk menghasilkan hasil sesuai dengan kebutuhan. Pada tabel 3.1 di tunjukkan parameter dan skenario yang digunakan untuk simulasi dengan menggunakan Network Simulator 2.30.

Tabel 3.1 Parameter dan Skenario

Parameter dan Skenario	
Tipe parameter	Nilai Parameter
<i>Packet rate</i>	1 Packet/s
<i>Transmisi range</i>	250 m
<i>Mac layer</i>	802.11

<i>Jumlah node</i>	50 node, 100 node
<i>Network area</i>	500 x500 m ² , 1000 x 1000 m ² , 1000 x 1500 m ²
<i>Waktu simulasi</i>	5.0 s
<i>Mobility model</i>	Random Waypoint
<i>Propagation</i>	Two Ray Ground
<i>Maximum speed</i>	10 m/s
<i>Pola trafik</i>	CBR
<i>Packet size</i>	512 byte

3.6 Parameter Pengukuran

Berikut adalah beberapa parameter yang digunakan dalam menguji kinerja PA-AODV terhadap AODV yaitu (Fahriani, N., dkk, 2012):

1. *Packet Delivery Ratio*

Packet delivery ratio (PDR) adalah rasio antara banyaknya paket yang diterima oleh tujuan dengan banyaknya paket yang dikirim oleh sumber. Berikut rumus untuk menghitung PDR:

$$\begin{aligned} \text{Packet Delivery Ratio (\%)} \\ &= \frac{\sum \text{paket data yang diterima}}{\sum \text{paket data yang dikirim}} \times 100\% \end{aligned}$$

2. *Average end-to-end delay*

Average end-to-end delay adalah jeda waktu antara paket pertama dikirim dengan paket tersebut diterima. Berikut rumus untuk menghitung *Average end-to-end delay* :

$$\begin{aligned} \text{Average Delay (m/s)} \\ &= \frac{\text{total delay}}{\text{total paket yang diterima}} \end{aligned}$$

Dimana

$$\text{delay} = \text{Received time} - \text{Sent time}$$

3. *Energy*

Energy adalah energy yang digunakan oleh *node* untuk berinteraksi dan mengirimkan paket ke semua *node*.

4. Implementasi dan Pengujian Sistem

4.1 Implementasi Sistem

Implementasi dan pengujian sistem routing protokol AODV dan *Path Aware* AODV menggunakan simulasi dengan software Network Simulator 2 versi 2.35. Berikut ini merupakan parameter dan skenario pengujian dengan *transmisi range* 250 m, model antena menggunakan Omni Antena dengan trafik CBR, ukuran paket sebesar 100 byte dengan waktu simulasi 180 detik.

4.2 Pengujian Sistem

Setelah dilakukan implementasi sistem, selanjutnya yaitu dilakukan pengujian sistem dengan melakukan pembuatan skenario.

1. *Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV)*

- a. Analisa 50 *Node* dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 50 *Node* dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m² yaitu konsumsi energy 20.8521, *packet delivery ratio* 100, *average end-to-end delay* 57.2865.

```
naawk -f analisa-komplit.awk aodv50-log.tr
Konsumsi Energi ; 20,8521
Packet Delivery Ratio ; 100,0000
Average End-to-End Delay ; 57,2865
```

Gambar 4.1 Hasil Analisa AWK AODV 50 Node dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m²

- b. Analisa 50 *Node* dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 50 *Node* dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m² yaitu konsumsi energy 17.4097, *packet delivery ratio* 100, *average end-to-end delay* 60.4679.

```
naawk -f analisa-komplit.awk aodv50-log.tr
Konsumsi Energi ; 17,4097
Packet Delivery Ratio ; 100,0000
Average End-to-End Delay ; 60,4679
```

```
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone-2.3
```

Gambar 4.2 Hasil Analisa AWK AODV 50 node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m².

- c. Analisa 50 *Node* dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 50 *Node* dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m² yaitu konsumsi energy 11.8603, *packet delivery ratio* 97.2973, *average end-to-end delay* 599.6042.

```
$ awk -f analisa-komplit.awk aodv50-log.tr
Konsumsi Energi ; 11,8603
Packet Delivery Ratio ; 97,2973
Average End-to-End Delay ; 599,6042
```

```
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone-2,
```

Gambar 4.3 Hasil Analisa AWK AODV 50 node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m².

- d. Analisa 100 *Node* dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 100 *Node* dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m² yaitu konsumsi energy 46.9472, *packet delivery ratio* 100, *average end-to-end delay* 6.6018.

```
$ awk -f analisa-komplit.awk aodv100-log.tr
Konsumsi Energi ; 46,9472
Packet Delivery Ratio ; 100,0000
Average End-to-End Delay ; 6,6018
```

```
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone-2.35
```

Gambar 4.4 Hasil Analisa AWK AODV 100 node dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m².

- e. Analisa 100 *Node* dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 100 *Node* dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m² yaitu konsumsi energy 22.2253, *packet delivery ratio* 95.8333, *average end-to-end delay* 6.6590.

```
$ awk -f analisa-komplit.awk aodv100-log.tr
Konsumsi Energi ; 22,2253
Packet Delivery Ratio ; 95,8333
Average End-to-End Delay ; 6,6590
```

```
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone-2.
```

Gambar 4.5 Hasil Analisa AWK AODV 100 node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m².

- f. Analisa 100 Node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 100 Node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m² yaitu konsumsi *energy* 46.9472, *packet delivery ratio* 100, *average end-to-end delay* 6.6018.

```
$ awk -f analisa-komplit.awk aodv100-log.tr
Konsumsi Energi ; 46,9472
Packet Delivery Ratio ; 100,0000
Average End-to-End Delay ; 6,6018
```

```
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone-2.35
n-500x500
```

Gambar 4.6 Hasil Analisa AWK AODV 100 node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m².

2. Path Aware Ad Hoc On-Demand Distance Vector (PAODV)

- a. Analisa 50 Node dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 50 Node dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m² yaitu konsumsi *energy* 16.6054, *packet delivery ratio* 31.9820, *average end-to-end delay* 11.5329.

```
$ awk -f analisa-komplit.awk paodv50.tr
Konsumsi Energi ; 16,6054
Packet Delivery Ratio ; 31,9820
Average End-to-End Delay ; 11,5329
```

```
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone-
0-500x500
```

Gambar 4.7 Hasil Analisa AWK PAODV 50 Node dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m²

- b. Analisa 50 Node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 50 Node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m² yaitu konsumsi *energy* 100,

packet delivery ratio 30.5439, *average end-to-end delay* 12.8235.

```
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone-
0-1000x1000
```

```
$ awk -f analisa-komplit.awk paodv50.tr
Konsumsi Energi ; 100,0000
Packet Delivery Ratio ; 30,5439
Average End-to-End Delay ; 12,8235
```

Gambar 4.8 Hasil Analisa AWK PAODV 50 node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m².

- c. Analisa 50 Node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 50 Node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m² yaitu konsumsi *energy* 100, *packet delivery ratio* 86.9048, *average end-to-end delay* 13.3939.

```
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone
0-1000x1500
```

```
$ awk -f analisa-komplit.awk paodv50.tr
Konsumsi Energi ; 100,0000
Packet Delivery Ratio ; 86,9048
Average End-to-End Delay ; 13,3939
```

Gambar 4.9 Hasil Analisa AWK PAODV 50 node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m².

- d. Analisa 100 Node dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 100 Node dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m² yaitu konsumsi *energy* 100, *packet delivery ratio* 69.5238, *average end-to-end delay* 5.1087.

```
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone-
00-500x500
```

```
$ awk -f analisa-komplit.awk paodv100.tr
Konsumsi Energi ; 100,0000
Packet Delivery Ratio ; 69,5238
Average End-to-End Delay ; 5,1087
```

Gambar 4.10 Hasil Analisa AWK PAODV 100 node dengan dimensi topologi X 500 m² dan Y 500 m².

- e. Analisa 100 Node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 100 Node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m² yaitu konsumsi *energy*

10.7898, *packet delivery ratio* 73.9583, *average end-to-end delay* 9.8217.

```
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone-00-1000x1000
$ awk -f analisa-komplit.awk paodv100.tr
Konsumsi Energi ; 10.7898
Packet Delivery Ratio ; 73.9583
Average End-to-End Delay ; 9.8217
```

Gambar 4.11 Hasil Analisa AWK PAODV 100 node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1000 m².

- f. Analisa 100 Node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m²

Hasil simulasi yang didapatkan pada Analisa 100 Node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m² yaitu konsumsi *energy* 17.2748, *packet delivery ratio* 15.2000, *average end-to-end delay* 9.4599.

```
awk -f analisa-komplit.awk paodv100.tr
Konsumsi Energi ; 17.2748
Packet Delivery Ratio ; 15.2000
Average End-to-End Delay ; 9.4599
ASUS@ASUS-PC /home/Noureddine/ns-allinone-00-1000x1500
```

Gambar 4.12 Hasil Analisa AWK PAODV 100 node dengan dimensi topologi X 1000 m² dan Y 1500 m².

4.3 Analisa hasil Pengujian Sistem

Hasil performansi jaringan *routing* protokol AODV dan modifikasi AODV dengan path-aware dengan beberapa analisa sesuai parameter yang ditentukan yaitu *packet delivery ratio*, *average delay*, *energy* adalah sebagai berikut:

- a. Parameter *average end to end delay*

Tabel 4.1 Hasil Simulasi Parameter *Average End to End Delay*

Networ k Area (m ²)	Average End to End Delay			
	AODV		PAODV	
	50 node	100 node	50 node	100 node
500x500	57,28	65	6.6018	11,53
1000x1000	60,46	79	6.6590	12,82
1000x1500	599,6	042	1675,7	164

Networ k Area (m ²)	Paket Delivery Ratio			
	AODV		PAODV	
	50 node	100 node	50 node	100 node
500x500	100	100	31.98	69.52
1000x1000	100	95.83	30.54	73.95
1000x1500	97.29	92.85	86.90	15,20

Pada tabel 4.1 menunjukkan hasil simulasi dengan parameter *average end to end delay* menunjukkan nilai terbaik yaitu pada *path aware* AODV area network 500x500 dengan 100 node 5,1087, *delay* yang sedikit membuat pengiriman paket dari *node* sumber ke *node* tujuan menjadi lebih cepat.

- b. Parameter *paket delivery ratio*

Tabel 4.2 Hasil simulasi Parameter *paket delivery ratio*

Networ k Area (m ²)	Paket Delivery Ratio			
	AODV		PAODV	
	50 node	100 node	50 node	100 node
500x500	100	100	31.98	69.52
1000x1000	100	95.83	30.54	73.95
1000x1500	97.29	92.85	86.90	15,20

Pada tabel 4.2 menunjukkan hasil simulasi dengan parameter *paket delivery ratio* menunjukkan nilai terbaik pada *routing* AODV dengan 50 node area 500x500, 100 node area 500x500, 50 node area 1000x1000 dengan nilai 100. Semakin banyak nilai PDR menunjukkan berapa banyak paket yang sukses terkirim ke *node* tujuan.

- c. Parameter konsumsi *energy*

Tabel 4.3 Hasil simulasi Parameter konsumsi *energy*

Paket Delivery Ratio			
500x500	57,28	65	6.6018
1000x1000	60,46	79	6.6590
1000x1500	599,6	042	1675,7

Networ k Area (m ²)	AODV		PAODV	
	50 node	100 node	50 node	100 node
500x500	20.85 21	46.94 72	16.60 54	100
1000x1000	17.40 97	22.22 53	100	10.78 98
1000x1500	11.86 03	10.77 94	100	17.27 48

Pada tabel 4.3 menunjukkan hasil simulasi parameter konsumsi energy menunjukkan penggunaan energy paling sedikit yaitu pada protokol *routing* AODV dengan 100 *node* area 1000x1500 dengan nilai 10,7794, semakin sedikit energy yang digunakan oleh *node* maka akan memungkinkan untuk *node* bertahan lebih lama dalam pengiriman paket.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Skripsi ini menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. efisiensi rute menggunakan *path aware short* mengalami keberhasilan dengan parameter *average end to end delay* untuk 100 *node* dengan *network area* 500 m² x 500 m² yaitu 5,1087 m/s.
2. Karena selang waktu yang dibutuhkan lebih pendek dan tidak membebani *link* (kemungkinan kecil terputus). Dampak yang didapat dari efisiensi *delay* mengakibatkan semakin banyak paket RREQ yang dikirim, mengakibatkan peluang tabrakan antar paket semakin besar, menyebabkan hilangnya paket data yang *drop*, dikarenakan *node* pengirim akan lebih banyak melakukan *broadcast* paket *routing* pada proses *route discovery* (RREQ dan RREP) untuk mendapatkan rute yang baru. Dapat dilihat pada parameter *packet delivery ratio* nilai terbaik pada *routing* AODV dengan 50 *node* area 500x500,

100 *node* area 500x500, 50 *node* area 1000x1000 dengan nilai 100%.

3. Untuk parameter *energy* yang sedikit dalam konsumsi *energy* yaitu pada protokol *routing* AODV dengan 100 *node* area 1000x1500 dengan nilai 10,7794 *joule*.

5.2 Saran

Saran penulis terhadap skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian menggunakan protokol *routing* yang lain pada jaringan MANET.
2. Melakukan penelitian menggunakan protokol *routing* yang sama dengan parameter simulasi yang berbeda dan dengan algoritma yang berbeda.
3. Melakukan perbaikan parameter nilai untuk *packet delivery ratio*.

6. Daftar Pustaka

- Abdalla H. Simulation on Multipath Routing Based On Source Routing, Bachelorarbeit , University of Bern; 2008.
- Arifin M, Hadi ZS, Amran H, Nuansa PR. Analisis Performansi Routing AODV pada Jaringan VANet. EEPIS. Surabaya: Teknik Telekomunikasi dan Politeknik Elektronika Negeri Surabaya; 2011.
- Arinatal YA. Analisis Kecepatan Inisialisasi Jaringan Ad Hoc pada Routing Protocol AODV, OLSR, dan ZRP dengan NS 2. Tugas Akhir. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma; 2015.
- Dana A, Zadeh AK, Noori SAS. Backup Path Set Selection in Ad Hoc Wireless Network Using Link Expiration Time, Computers and Electrical Engineering, vol. 34, (hal. 503-519); 2008.
- Fahriani N, Djanali S, Shiddiqi AM. Efisiensi rute pada protokol Dynamic Source

- Routing menggunakan Path Aware-Short. *Eksplora informatika* Vol. 2 No. 1 (hal. 37-48). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November; 2012.
- Harahap EH. Analisis Performansi Protokol AODV (Ad hoc On Demand Distance Vector) dan DSR (Dynamic Source Routing) terhadap Active Attack pada MANET (Mobile Ad hoc Network) ditinjau dari QoS (Quality of Service) Jaringan. *E-Proceeding of Engineering* Vol. 1 No. 1 (hal. 118-126). Teknik Telekomunikasi dan Universitas Telkom; 2014.
- Permana MY, Purwanto Y, Wahida I. Analisis pengaruh penggunaan protokol routing AODV, DSDV, dan ZRP pada performansi jaringan Ad hoc Hibrid. Tugas Akhir; 2010.
- Putranto ATS. Analisis Penggunaan Energi AODV dan DSDV pada Mobile Ad Hoc Network. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta; 2016.
- Purba DU, Primananda R, Amron K. Analisis Kinerja Protokol Ad Hoc On-Demand Vector (AODV) dan Fisheye State Routing (FSR) pada Mobile Ad Hoc Network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* Vol. 2, No. 7 (Hal. 2626-2636). Universitas Brawijaya; 2017.
- Rudhyanto PF. Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Protokol Proaktif DSDV Terhadap Protokol Routing Reaktif DSR Pada Jaringan MANET. Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta; 2016.
- Srinivasan P, Kamalakkannan P. RSEA-AODV: Route Stability and Energy Aware Routing for Mobile Ad Hoc Networks. *International Journal of Computers Communications & Control* Vol. 8, No. 6 (hal. 891-900). Tamil Nadu: Mahendra Institute of Technology, Namakkal; 2013.
- Sugianto DR. Perbandingan Kecepatan Konvergensi Tabel routing Protokol Dymo dan AODV pada Mobile Ad Hoc Network dengan Simulator NS 2. Tugas Akhir. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma; 2013.
- Thakare AN, Joshi MY. Performance Analysis of AODV & DSR Routing Protocol in Mobile Ad Hoc Networks. Departement of Computer Engineering. Nagpur: RTM Nagpur University; 2010.
- Windianto W, Djanali S, Husni M. Optimasi routing pada protokol AODV_EXT dengan menggunakan Link Expiration Time (LET). *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi* Vol. 13 No. 2 (hal. 143-151). Surabaya: Fakultas Teknologi Informasi dan Institut Teknologi Sepuluh November; 2015.
- Yanuar GC. Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Protokol Routing Proaktif B.A.T.M.A.N Terhadap Routing Protokol Proaktif OLSR Pada Jaringan Manet. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta; 2016.