

# Perbandingan Konsumsi Energi Model Mobilitas Gauss-Markov dan Random Walk pada Protokol Routing AODV

Yohanes Priyo Atmojo. STMIK STIKOM Bali, Jl. Raya Puputan No. 86 Renon, Denpasar 80226

## ABSTRAK

Karakteristik protokol AODV yang dapat berubah-ubah sesuai dengan *node* sumber memungkinkan pergantian *routing*, dan dengan perubahan *routing* tersebut maka ada perubahan komputasi *node* yang dilakukan oleh protokol AODV. Perubahan komputasi dapat mengakibatkan perubahan dari segi konsumsi energi pada *node* yang berada pada jalur tersebut. Pada penelitian ini membandingkan konsumsi energi pada protokol AODV menggunakan dua model mobilitas, yaitu *Gauss-Markov* dan *Random Walk*. Hasil yang diperoleh dari pengujian menggunakan simulator ns-3 menunjukkan bahwa perbandingan konsumsi energi pada protokol AODV antara model mobilitas *Random Walk* dengan model mobilitas *Gauss-Markov* tidak signifikan.

Kata kunci: MANET, Konsumsi Energi, Mobilitas, AODV, ns-3

## 1. Pendahuluan

Salah satu protokol routing pada MANET adalah *Ad-hoc On Demand Distance Vector* (AODV) (Ade & Tijari, 2010). Protokol AODV berjalan sesuai dengan jalur *node* yang dikehendaki oleh *node* sumber dan protokol ini akan menggunakan jalur tersebut pada saat diperlukan saja. Karakteristik protokol AODV yang dapat berubah-ubah sesuai dengan *node* sumber memungkinkan pergantian *routing*, dan dengan perubahan *routing* tersebut maka ada perubahan komputasi *node* yang dilakukan oleh protokol AODV. Perubahan komputasi dapat mengakibatkan perubahan dari segi konsumsi energi pada *node* yang berada pada jalur tersebut. Penelitian ini akan mengukur konsumsi energi yang digunakan pada saat penggunaan protokol AODV pada dua buah model *mobility* yang berbeda, yaitu *Gauss-Markov* dan *RandomWalk*.

*Gauss-Markov* memiliki karakteristik yang hampir mirip dengan *Random Walk* apabila kecepatan awal dimasukkan sebagai parameter untuk penentu kecepatan dan arah pergerakan *node* selanjutnya (Gupta & Sadawarti & Verma, 2013). Dengan adanya kemiripan tersebut, maka perlu diteliti seberapa besar perbedaan penggunaan energi yang dihasilkan oleh mobilitas *Gauss-Markov* dan *Random Walk* apabila diimplementasikan pada protokol AODV serta perhitung konsumsi energi menggunakan simulator ns-3 dan dengan menggunakan tiga buah skenario yang berbeda.

## 2. Penelitian Terkait

Norouzi dan Zaim (2012), melakukan penelitian mengenai perbandingan konsumsi energi dengan menguji tujuh protokol MANET, yaitu DSR, AODV, DSDV, TORA, FSR, CBRP dan CGSR. Hasil penelitian tersebut mengemukakan bahwa dengan hasil bahwa secara umum protokol DSR dan AODV memberikan hasil yang lebih baik dibanding protokol yang lain.

Ouakil & Senouci & Pujolle (2002), meneliti mengenai perbandingan dari konsumsi energi dari protokol DSR, AODV, DSDV dan OLSR. Hasil dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa AODV sangat efisien dalam pergerakan *node* dan mampu mengurangi kompleksitas routing namun memiliki kelemahan dalam pencarian route baru dibanding protokol yang lain.

Kafhali & Haqiq (2013) meneliti konsumsi energi dari protokol routing yang ada di MANET dengan berbagai model mobilitas dan yang koneksi berkomunikasi dalam model lalu lintas tertentu (CBR, eksponensial, dan Pareto). Penelitian tersebut menjelaskan perbandingan kinerja protokol AODV, DSR dan DSDV pada konsumsi energi saat proses pengiriman dan penerimaan paket kontrol dengan menggunakan *Random Waypoint*, *Manhattan Grid* dan *Reference Point Group*.

Kumar, dan Rajesh (2009), meneliti performa pada tiga mobilitas berbeda, yaitu *Random Waypoint*, *Random Walk* dan *Random Directions*. Ketiga mobilitas tersebut diimplementasikan pada protokol AODV, DSDV, TORA dan DSR. Hasil yang didapat pada mobilitas *Random Walk* menunjukkan bahwa AODV bekerja lebih baik dibanding protokol yang lain.

\* Corresponding author. Tel.: +0-000-000-0000 ; fax: +0-000-000-0000.  
E-mail: author@institute.xxx

## 2.1. Gauss Markov Mobility Model

Gauss-Markov Mobility (GMM) pertama kali diperkenalkan oleh Liang & Haas (1999) yang dipergunakan untuk simulasi jaringan Personal Communication System yang kemudian digunakan secara luas sebagai simulasi untuk jaringan Ad hoc. Gauss-Markov bekerja menggunakan slot waktu dimana pergerakan tiap node akan berubah dari waktu ke waktu baik dari sisi kecepatan maupun arah gerak node dengan menggunakan rumus berikut:

$$V_n = \beta V_{n-1} + (1-\beta)\Omega + \sqrt{(1-\beta)^2} x_{n-1} \quad \dots\dots\dots (1)$$

(Gupta & Sadawarti & Verma, 2013)

Simbol  $\beta$  ( $0 \leq \beta \leq 1$ ) adalah parameter penentu nilai random, sedangkan symbol  $\Omega$  digunakan sebagai representasi nilai rata-rata dari kecepatan dan arah pergerakan disimbolkan sebagai  $n \rightarrow \infty$ ,  $x_{n-1}$  adalah variabel random untuk distribusi Gaussian. Total dari seluruh nilai random diperoleh apabila  $\beta = 1$ . Gauss-Markov model sangat bergantung pada nilai dari parameter  $\beta$  (Bai & Sadagopan & Helmy, 2003). Menurut Liang & Haas (1999), terdapat tiga buah perilaku mobilitas yang mungkin terjadi, yaitu:

1. Saat  $\beta=0$ , GMM menjadi *memoryless*. Jadi persamaan (1) menjadi:  $n = \Omega + x_{n-1}$ . Persamaan ini menjadi seperti Random Walk Model.
2. Saat  $\beta=1$ , GMM memiliki memori yang kuat, sehingga perasamaan (1) menjadi:  $n = V_{n-1}$ . Persamaan ini sama dengan *Fluid Flow Model*.
3. Saat  $0 \leq \beta \leq 1$ , GMM memiliki memori sebagian, sehingga kecepatan saat ini tergantung pada kecepatan sebelumnya ( $V_{n-1}$ ) dan variabel random Gaussian ( $x_{n-1}$ ).

## 2.2. Random Walk Mobility Model

Model *Random Walk* menjadi salah satu model mobilitas yang paling banyak digunakan karena menggambarkan gerakan individu relatif terhadap titik sel (Zonoozi & Dassanayake, 1997). Random Walk adalah proses mobilitas yang tidak memerlukan penyimpanan informasi tentang status node terdahulu untuk mempengaruhi kalkulasi berikutnya (Liang & Haas, 1999). Sebuah node secara acak dan merata memilih sebuah arah  $\theta(t)$  dikisaran yang telah ditetapkan dari 0 sampai  $2\pi$  dan kecepatan  $v_t$  antara 0 dan  $v_{max}$  untuk pindah ke lokasi baru. Setelah interval waktu  $t$ , maka arah dan kecepatan baru dihitung dan diberikan kepada node tersebut. Jika node mencapai batas jangkauan jaringan, maka node akan berbalik arah dengan sudut  $\theta(t)$  atau  $\pi-\theta(t)$  (Hong & Gerla & Pei, 1999). Dalam Random Walk, kecepatan node saat ini tidak tergantung pada kecepatan node sebelumnya. Perbedaan ini dapat diatasi pada mobilitas Gauss-Markov. (Gupta & Sadawarti & Verma, 2013).

## 2.3. ns-3

ns-3 adalah sebuah *discrete event network simulator* yang bertujuan untuk menggantikan simulator jaringan pendahulunya, yaitu ns-2. Konsep dan implementasi ns-3 terinspirasi dari berbagai simulator jaringan lainnya, diantaranya ns-2, yans, dan GTNetS. ns-3 berbasis *open source* dan berada dibawah lisensi GNU GPLv2. ns-3 memiliki beberapa pengembangan dari simulator ns-2 yaitu sebagai berikut (Henderson & Lacage & Riley, 2008):

1. *core* dari ns-3 ditulis dengan bahasa pemrograman C++ serta beberapa antar muka dari simulator ini ditulis dengan bahasa pemrograman Python. Bagian *core* ini mengimplementasikan *design pattern* diantaranya *smart pointers*, *templates*, *callbacks*, dan *copy-on-write*.
2. mensimulasikan *socket* dan berbagai perangkat jaringan, mendukung *multiple interfaces*, penggunaan alamat IP, dan lain sebagainya.
3. ns-3 dapat diintegrasikan dengan eksperimen *testbed*, sehingga protokol jaringan yang baru dikembangkan dapat diuji kerjanya.

## 2.4. Framework Energi

Simulator ns-3 telah mengadopsi pengukuran terhadap konsumsi energi terhadap MANET (Wu & Nabar & Poovendran, 2011). Konsumsi energi tersebut diadopsi untuk membuat model dari penggunaan energi dari perangkat wireless, dan untuk memodelkan sumber energi dari node. Framework ini dapat digunakan untuk memodelkan sumber energi yang bersifat linier maupun non-linier dari konsumsi energi pada perangkat wireless. Tiga asumsi yang diterapkan pada model energi ini adalah (Wu & Nabar & Poovendran, 2011):

- a. Sebuah node wireless dapat memiliki lebih dari satu sumber energi. Jika menggunakan sumber energi lebih dari satu, maka sumber energi tersebut dianggap bersifat bebas.
- b. Tegangan yang terdapat dalam sebuah node bersifat tetap.
- c. Dalam penggunaan energi, sebuah *node* dapat memiliki beberapa kondisi, yaitu kondisi *Receive*, *Transmit*, *Idle* dan *Sleep*.

## 3. Skenario Pengujian

Pada saat simulasi, kinerja protokol *routing* akan diukur berdasarkan parameter *Total Energy Consumption* dan *Remaining Energy* dari hasil simulasi. *Total Energy Consumption* adalah jumlah energi yang digunakan oleh sebuah node untuk melakukan sebuah operasi dan *Remaining Energy* adalah jumlah energi yang tersisa yang disediakan oleh sebuah node setelah melakukan sebuah operasi (Wu & Nabar & Poovendran, 2011).

Skenario penelitian dibagi menjadi dua skenario utama berdasarkan jenis mobility dan berdasarkan kecepatan tiap *node*. Jenis mobility yang digunakan adalah Gauss-Markov, dan Random Walk. Ukuran paket data yang digunakan sebesar 1024 byte. Jumlah paket data yang digunakan adalah 1000. Skenario 1 menguji konsumsi daya yang diperlukan untuk mengirimkan paket sebesar 1024 byte dengan mobility Gauss-Markov dengan kecepatan 1 m/s, 5 m/s, dan 10 m/s. Skenario 2 menguji konsumsi daya yang diperlukan untuk mengirimkan paket sebesar 1024 byte dengan mobility Random Waypoint dengan kecepatan 1 m/s, 5 m/s, dan 10 m/s. Sebagai pembandingan ditambahkan satu buah skenario dengan sebuah topologi grid dengan jumlah node yang sama dan berbentuk 1 baris yang berisi 10 node.

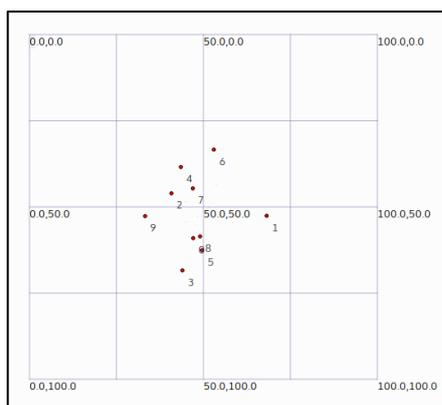
Tabel 1. Nilai Parameter Simulasi

Parameter Simulasi	Nilai
Waktu Simulasi (detik)	100 detik
Protokol Routing	AODV
Model Mobility	Gauss-Markov, Random Walk
Kecepatan Node (m/s)	1, 5, 10
Interval Waktu (detik)	1
Jumlah Node	10
Jarak antar Node (meter)	100
Ukuran Paket Data (byte)	1024
Jumlah Paket Data	1000
Tipe Paket Data	UDP
Energi Awal (joule)	100

## 4. Hasil Pengujian

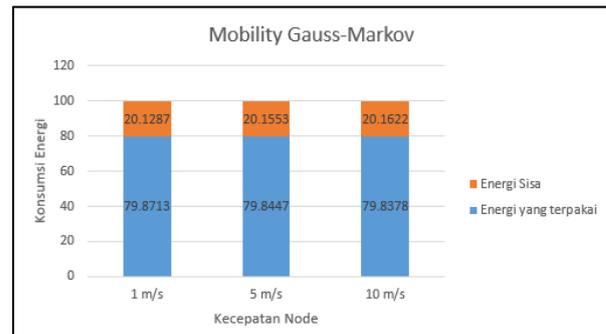
### 4.1. Hasil Pengujian dengan Model Mobilitas Gauss-Markov

Pengujian ini memanfaatkan contoh *source code* dari mobilitas *Gauss-Markov* yang ada pada simulator ns-3. Hasil yang diperoleh dalam pengujian kemudian disimulasikan dalam bentuk animasi menggunakan NetAnim. Gambar 1 menunjukkan hasil dari inisiasi awal dari tiap-tiap node yang dibuat dengan mobilitas *Gauss-Markov*.



Gambar 1. Posisi Awal Node pada Model Mobilitas Gauss-Markov

Simulasi dilakukan selama 100 detik dengan sub

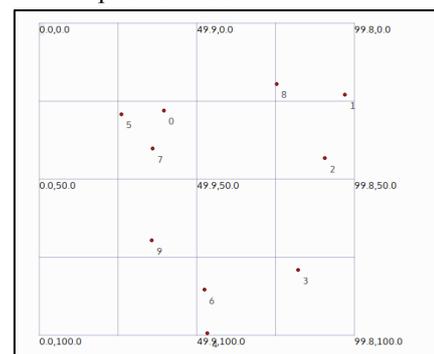


pengujian menggunakan tiga kecepatan node yang berbeda-beda, yaitu dengan kecepatan 1m/s, 5 m/s, dan 10 m/s. Hasil yang diperoleh dari pengujian tersebut seperti terlihat pada Gambar 2 menunjukkan bahwa perubahan kecepatan node memberi perbedaan konsumsi daya yang kecil, sehingga hasil perbandingan tidak signifikan.

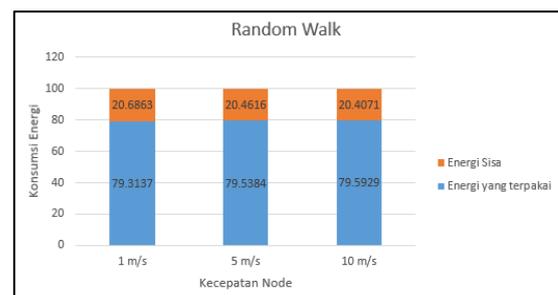
Gambar 2. Hasil Pengujian Mobility Gauss-Markov

### 4.2. Hasil Pengujian dengan Model Mobilitas Random Walk

Seperti pada pengujian model Gauss-Markov, simulasi pada Random Walk juga dilakukan selama 100 detik dengan sub pengujian menggunakan tiga kecepatan node yang berbeda-beda, yaitu dengan kecepatan 1m/s, 5 m/s, dan 10 m/s. Gambar 3 menunjukkan lokasi node awal yang dihasilkan oleh ns-3 dan divisualisasikan dalam NetAnim. Hasil yang diperoleh dari pengujian tersebut seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Posisi Awal Node pada Model Mobilitas Random Walk

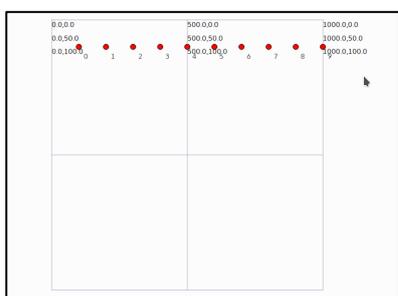


Gambar 4. Hasil Pengujian Mobility Random Walk

Grafik yang terdapat dalam Gambar 4 menunjukkan hasil dari pengujian model mobility Random Walk dengan kecepatan 1 m/s, 5 m/s, dan 10 m/s. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa perubahan kecepatan gerak node membuat penambahan konsumsi energi pada tiap-tiap *node*, namun perubahan konsumsi energi yang dihasilkan juga sangat kecil, seperti pada hasil dari mobility Gauss-Markov.

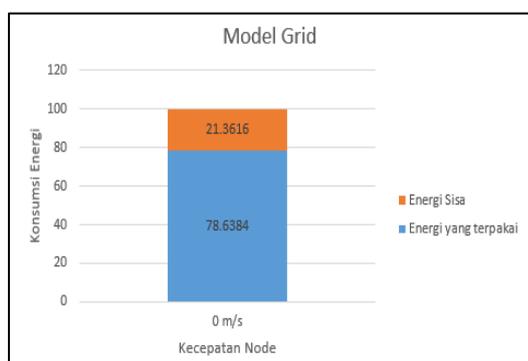
#### 4.3. Hasil Pengujian dengan Model Grid 1 Baris

Pengujian dengan model Grid 1 Baris ini digunakan sebagai pembandingan seberapa besar energi yang dikonsumsi oleh protokol AODV apabila letak konstan selama pengujian. Topologi yang digunakan adalah Topologi Grid dengan 10 node yang memanjang dan berbentuk baris seperti terlihat pada Gambar 5. Hasil pengukuran dari 100 detik pengujian dengan konfigurasi yang sama dengan skenario pengujian, didapat hasil seperti pada Gambar 6.



Gambar 5. Gambar Topologi Grid

Gambar 6 adalah hasil pengujian terhadap node yang tidak bergerak. Dilihat dari hasil pengujian, energi yang dikonsumsi oleh node diam lebih kecil dibandingkan dengan energi yang dikonsumsi oleh node yang bergerak seperti pada pengujian Mobility Random Walk dan Mobility Gauss-Markov.



Gambar 6. Hasil Pengujian Topologi Grid

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan konsumsi energi pada model mobilitas Gauss-Markov dengan Random Walk. Dari skenario yang telah dijalankan terlihat bahwa model mobilitas Random Walk menggunakan energi

lebih sedikit, yakni sebesar 99,54% dari penggunaan energi pada model mobilitas Gauss-Markov, sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan konsumsi energi tidak signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ade, S.A, Tijari, P.A. (2010). *Performance Comparison of AODV, DSDV, OLSR and DSR Routing Protocols in Mobile Ad Hoc Networks*. International Journal of Information Technology and Knowledge Management July-December 2010, Volume 2, No. 2, pp. 545-548
- Bai, F. & Sadagopan, N. & Helmy, A. (2003). Important: A Framework To Systematically Analyze the Impact of Mobility on Performance of Routing Protocols For Ad-hoc Networks, in The 22nd Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (IEEE INFOCOM).
- Gupta, Anuj K. & Sadawarti, Harsh & Verma, Anil K. (2013). *Performance Analysis of MANET Routing Protocols in Different Mobility Models*. IJITCS, vol.5, no.6, pp.73-82. DOI: 10.5815/ijitcs.2013.06.10
- Henderson, T., & Lacage, M., & Riley, G.F. (2008). Network Simulation with The ns-3 Simulator. *Special Interest Group on Data Communication Conference*. 3. Seattle: SIGCOMM.
- Hong, X. & Gerla, M. & Pei, G. & Chiang, C. (1999). A group mobility model for ad hoc wireless networks. In *Proceedings of the ACM International Workshop on Modeling and Simulation of Wireless and Mobile Systems (MSWiM)*.
- Kafhali, S.E. & Hacia, A. (2013). *Effect of Mobility and Traffic Models on the Energy Consumption in MANET Routing Protocols*. *arXiv preprint arXiv:1304.3259*.
- Kumar, M.J. dan Rajesh, R.S. (2009). Performance Analysis of MANET Routing Protocols in Different Mobility Models. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 9(2), pp.22-29.
- Liang, B. & Haas, Z. (1999). Predictive Distance-Based Mobility Management for PCS Networks. In *Proceedings of the Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM)*.
- Ouakil, L. & Senouci, S., & Pujolle, G. (2002, September). *Performance Comparison of Ad Hoc Routing Protocols Based on Energy Consumption*. In *Ambience Workshop*.
- Wu, He & Nabar, Sidharth & Poovendran, Radha. (2011). An Energy Framework For The Network Simulator 3 (NS-3). In *Proceedings of the 4th International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques (SIMUTools '11)*. ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering), ICST, Brussels, Belgium, Belgium, 222-230.
- Zonoozi, M. & Dassanayake, P. (1997). User Mobility Modeling and Characterization of Mobility Pattern. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 15(7), pages 1239-1252.