



Analisis Perbandingan Performansi Protokol Routing AODV & DSDV Pada Jaringan Manet

Aydi Haris^{1*}, Nanda Iryani, Dadiek Pranindito

^{1 2 3}*Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. DI Panjaitan No.128, Karangreja, 53147, Indonesia*

*18101149@ittelkom-pwt.ac.id *nanda@ittelkom-pwt.ac.id *dadiek@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

MANET merupakan sekumpulan node yang membentuk jaringan nirkabel tanpa adanya router terpusat sehingga setiap node dapat berfungsi sebagai router yang meneruskan suatu paket data antar node satu sama lain. Setiap node pada jaringan MANET membutuhkan energi agar dapat berkomunikasi satu sama lain dan apabila energi tersebut habis, maka komunikasi dalam jaringan MANET akan terganggu. Protokol routing sangat berperan penting agar setiap node dapat saling berkomunikasi dengan lancar, sehingga pemilihan protokol routing yang tepat sangat dibutuhkan agar dapat mengoptimalkan fungsi kerja dari node pada MANET. Beberapa protokol routing yang populer digunakan dewasa ini adalah AODV dan DSDV. Penelitian ini berfokus tentang bagaimana konsumsi energi pada jaringan MANET dapat mempengaruhi kinerja protokol routing AODV dan DSDV serta melakukan pengukuran performansi metric dengan tujuan membandingkan performansi kedua protokol routing tersebut untuk mengetahui protokol routing mana yang paling cocok digunakan pada jaringan MANET. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu konsumsi energi dan energi yang tersisa serta pengukuran performansi metric, seperti: packet delivery ratio, throughput, dan end-to-end delay dengan skenario yang digunakan yaitu penambahan jumlah node serta peningkatan luas area dari jaringan MANET yang disimulasikan menggunakan NS-3.

Keywords:

MANET;
AODV;
DSDV;
Energi;
Throughput

Article history:

Diserahkan 19 Februari, 2022
Direvisi 09 Juni, 2022
Diterima 15 Juni, 2022

DOI:

10.22441/incomtech.v13i3.14936

*Copyright © 2022 Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
All right reserved.*

1. PENDAHULUAN

Jaringan nirkabel atau wireless adalah sekumpulan perangkat komputer / client / host yang saling terhubung antara satu dengan yang lainnya dengan menggunakan media transmisi tanpa kabel [1]. Perkembangan teknologi *wireless* yang semakin pesat menghasilkan *Mobile Ad-hoc Network* (MANET) yang memungkinkan suatu jaringan nirkabel dapat bergerak secara dinamis tanpa infrastruktur terpusat untuk

membangun dan mengelola jaringannya sendiri. Fitur utama dari MANET memulihkan dan mengatur diri sendiri dan transmisi melalui multiple hops. [2]. Karakteristik dari MANET salah satunya adalah tidak memiliki infrastruktur terpusat, jaringan ad hoc terdesentralisasi dengan semua node mobile yang berfungsi sebagai router dan semua perangkat nirkabel saling terhubung satu sama lain [3].

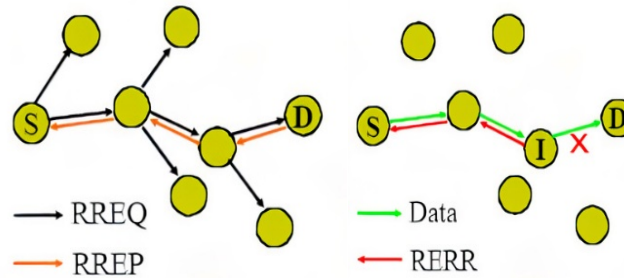
Routing merupakan suatu fungsi dari lapisan network untuk diimplementasikan pada saat pengiriman paket data dari node pengirim menuju ke node penerima [4]. Protokol routing berperan untuk memungkinkan node-node dalam jaringan MANET untuk saling berkomunikasi dengan sumber daya yang terbatas. Routing protocol dapat beradaptasi terhadap perubahan topologi dan trafik pada jaringan MANET yang disebabkan oleh pergerakan node yang acak [4]. Berdasarkan mekanisme kerjanya, protocol routing dibagi menjadi tiga, *Table Driven routing protocols* atau protokol proaktif, *On Demand routing protocols* atau protokol reaktif, dan *hybrid routing protocols* yang merupakan gabungan dari keduanya [5]. *Table Driven routing protocols* memiliki ciri-ciri yaitu menentukan rute melalui informasi dari tabel *routing*, yang diperbaharui secara berkala [6]. *On Demand routing protocols* memiliki ciri-ciri yaitu pembentukan rute jaringan berdasarkan kebutuhan komunikasi data dan tidak selalu dilakukan secara periodik [6]. Protokol hybrid akan menggunakan fungsi dari protokol reaktif pada saat node-node berada pada kondisi mobilitas yang tinggi serta jarak antar node dalam skala yang jauh untuk membentuk topologi jaringan., sedangkan apabila jarak node dalam skala yang dekat dan juga jaringan yang lebih statis, maka fungsi dari protokol proaktif yang digunakan oleh protokol *hybrid* [6].

Jaringan MANET memiliki beberapa permasalahan yang sering dihadapi, salah satunya adalah terbatasnya sumber energi node yang diakibatkan oleh sifat *mobile* dari setiap *node*-nya, sehingga membutuhkan energi agar dapat berkomunikasi dengan *node* lainnya. Apabila energi di setiap node pada jaringan MANET habis, maka node-node yang ada dalam jaringan MANET tidak dapat melakukan komunikasi untuk mengirim dan menerima paket data. Protokol routing yang baik harus bisa menghemat penggunaan energi dalam mekanisme pencarian rute dan saat proses transmisi data menjadi seminimum mungkin.

Penelitian ini akan membandingkan kinerja dua protokol routing yaitu AODV yang merupakan *On Demand Routing Protocol* (protokol routing reaktif) dengan DSDV yang merupakan protokol *routing Table Driven Routing Protocol* (protokol *routing* reaktif) guna mengetahui protokol mana yang lebih baik untuk digunakan pada jaringan MANET. Parameter pembandingan yang digunakan pada penelitian ini yaitu: konsumsi energi dan energi yang tersisa dari masing-masing protokol *routing*, serta detail metrik performansinya yang berupa *packet delivery ratio*, *throughput*, dan *end-to-end delay* dengan skenario yang digunakan yaitu penambahan jumlah node sebanyak 25, 40, 60, 80 dan 100 node dengan luas area dari jaringan MANET sebesar 100 x 100 meter dan 300 x 300 meter yang disimulasikan menggunakan *Network Simulator 3*.

AODV menggunakan tabel routing dengan satu entry untuk setiap tujuan. Tanpa menggunakan routing sumber, AODV mempercayakan pada tabel routing untuk menyebarkan RouteReply (RREP) kembali ke sumber dan secara sekuensial akan mengarahkan paket data menuju ketujuan. AODV juga menggunakan sequence number untuk menjaga setiap tujuan agar didapat informasi routing yang terbaru

dan untuk menghindari routing loops. Semua paket yang diarahkan membawa sequence number ini [7].



Gambar 1 Mekanisme Penemuan Rute (Kiri) dan Mekanisme *Data dan Route Error* (Kanan) pada protokol *routing* AODV)

Destination Sequenced Distance Vector (DSDV) merupakan Routing Protocol routing proaktif atau table-driven untuk mengatasi routing loop. Pada DSDV, mengirimkan pesan ke jaringan menggunakan sequenced number. Sequenced number juga digunakan pada saat adanya perubahan dalam jaringan, hal ini terjadi karena DSDV menggunakan table routing yang juga merupakan sifat dari routing proaktif yang akan selalu memperbarui informasi secara periodik. Pada saat melakukan update rute, DSDV menggunakan time-driven dan event driven. Time-driven merupakan node-node akan saling bertukar informasi dengan nodenode lainnya untuk mendapatkan informasi yang terbaru secara periodik. Sedangkan event driven terjadi ketika adanya pembaharuan yang penting, maka node lainnya akan digerakkan oleh trigger atau fenomena tertentu untuk mengirimkan informasi dari routing table yang berubah [8].

Delay, jitter, throughput, dan packet loss adalah contoh parameter QoS untuk mengetahui kualitas dari suatu jaringan. Delay adalah total waktu yang dibutuhkan dari suatu data yang dikirimkan oleh pengirim dan dapat diterima oleh penerima pada suatu jaringan. Throughput adalah total paket yang berhasil tiba ke tujuan selama batas waktu tertentu. Packet loss merupakan jumlah paket yang hilang saat proses pengiriman terjadi [9]. Nilai standarisasi kualitas layanan berdasarkan ITU-T G.114 ditunjukkan pada table berikut [10]:

Tabel 1 Nilai Batasan *Delay*

<i>Delay</i> (ms)	Keterangan	Kategori
0-150	Dapat diterima	Baik
150-400	Dapat diterima, dengan catatan <i>network administrator</i> harus mewaspadai apapun yang bisa mempengaruhi kualitas jaringan.	Cukup
>400	Secara umum tidak dapat diterima, tetapi batas nilai ini dapat berubah untuk kasus-kasus khusus	Buruk

Tabel 2 Nilai Batasan *Jitter*

<i>Delay (ms)</i>	Keterangan	Kategori
0-20	Dapat diterima	Baik
20-50	Dapat diterima	Cukup
>50	Tidak dapat diterima	Buruk

Tabel 3 Nilai Batasan *Packet Loss*

<i>Delay (ms)</i>	Keterangan	Kategori
0-1	Dapat diterima	Baik
1-5	Dapat diterima	Cukup
>10	Tidak dapat diterima	Buruk

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yaitu dengan metode evaluasi analisi pengujian routing protokol MANET dengan percobaan pengukuran energi dan perhitungan metrik performansi. Pada bab ini akan dijelaskan secara lebih menyeluruh mengenai tahapan dalam penelitian pengujian routing protokol MANET untuk energi dan perhitungan metrik performansi pada jaringan MANET.

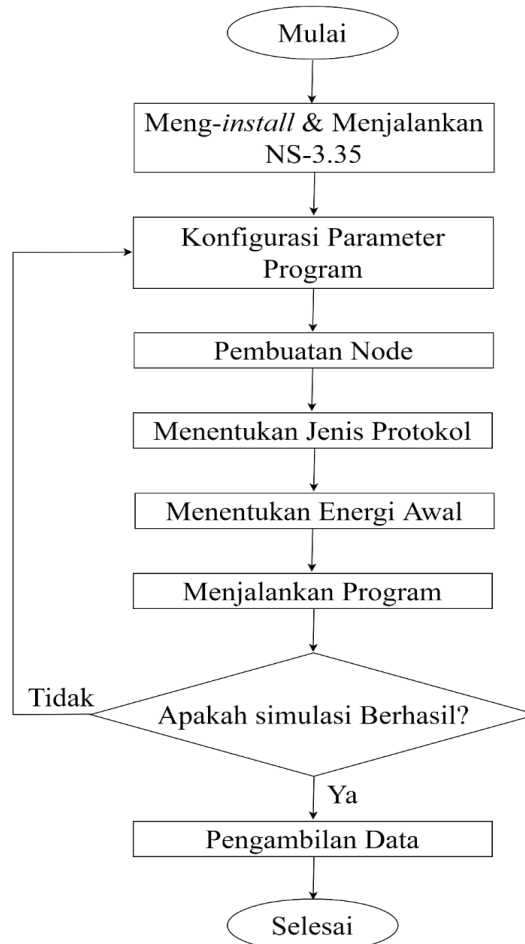
Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya, yang dilakukan oleh Nazarudin Faruq Assidiq [11] yang hanya menggunakan parameter energi sebagai pembanding antara protokol *routing* AODV dan DSDV. Selain penelitian [11], terdapat beberapa penelitian lain yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan penelitian ini, antara lain: membandingkan kinerja antara protocol routing reaktif AODV terhadap routing protokol proaktif OLSR dalam penelitian yang dilakukan oleh Arif Mahmud, Mohammad Mohaiminul Islam, Sazid Ahmed Bappi, dan Afridi Kamal Shakil [12], membandingkan kinerja antara protocol routing proaktif DSDV dengan protocol routing reaktif DSR yang dilakukan oleh R.Kasiram, G. Rajkumar, J.Ashokan, dan D. Parthiban [13], membandingkan kinerja antar sesama protokol routing reaktif AODV dan DSR yang dilakukan oleh Tyas Nurfitriana [4], membandingkan kinerja antar sesama protokol routing proaktif OLSR, DSDV, WRP yang dilakukan oleh Sandeep Gupta, Dr. Rahul Malhotra, dan Dr. B.S. Dhaliwal [14], serta membandingkan protokol routing proaktif, reaktif, dan hybrid DSDV, AODV, DSR & ZRP yang dilakukan oleh Meenakshi, Vinod Kumar Mishra,,Kuber Singh [15].

2.1 Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian merupakan topik permasalahan untuk diinvestigasi dalam penelitian, untuk objek penelitian ini pengujian routing protokol MANET dengan percobaan pengukuran energi dan perhitungan metrik performansi pada jaringan MANET, subjek penelitian ini adalah node pada jaringan MANET.

2.2. Pengujian Sistem

Pada tahap ini akan menjelaskan mengenai tahapan-tahapan dalam pengujian routing protokol MANET dengan percobaan pengukuran energi dan perhitungan metrik performansi pada jaringan MANET. Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini melalui tahapan yaitu dari Identifikasi Masalah & Studi Literatur hingga Pembuatan beberapa laporan. Seperti pada Gambar 1 menunjukkan diagram alur penelitian yang dilakukan dari awal hingga akhir.



Gambar 2 Alur Pengujian Sistem

Langkah pertama, penginstalan *software* NS-3.35 dijalankan secara virtual dalam OS Linux Ubuntu 20.04 menggunakan mesin virtual Virtualbox 6.1.22. Sebelum melakukan penginstalan *software* NS-3.35, terlebih dahulu mengunduh *package*-nya melalui website nsnam kemudian mengekstraknya di folder home di dalam OS Ubuntu-nya. Langkah kedua adalah konfigurasi parameter yang akan diuji di *software* NS3, yaitu Konsumsi energi, energi yang tersisa, *packet delivery ratio*, *throughput*, dan *end-to-end delay*. Langkah selanjutnya, pembuatan node dimana Jumlah node 20, 40, 60, 80, 100 dengan waktu simulasi 3 menit serta menggunakan luas area simulasi 100 x 100 m, 300 x 300 m.

Selanjutnya yaitu menentukan jenis routing protokol yang akan digunakan, yaitu AODV dan DSDV, kemudian menentukan energi awal, yaitu 500 Joules, serta melakukan proses simulasi. Analisa kinerja dua protokol routing, yaitu AODV dan DSDV. Analisis yang diambil dari parameter yang digunakan adalah: konsumsi energi dan energi yang tersisa serta pengukuran performansi *metric*, seperti: *packet*

delivery ratio, throughput, dan end-to-end delay. Langkah terakhir adalah menjalankan simulasi serta menganalisisnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

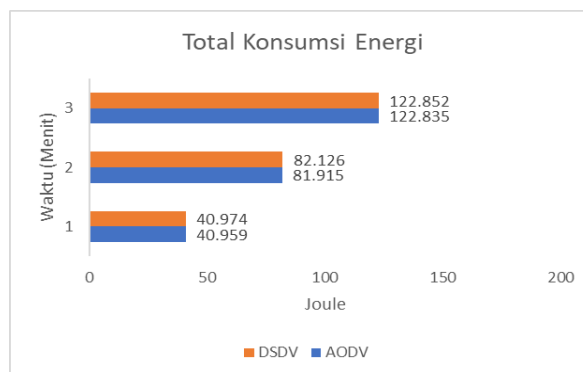
Pada bab ini memuat hasil penelitian yang dilakukan dengan menerapkan seluruh tahapan penelitian sebelumnya. Hasil dari penelitian diuraikan dalam bentuk grafis yang kemudian akan dianalisis, pengujian disertai analisis pada setiap tahapannya yang dijelaskan secara rinci pada penulisan dibawah ini.

3.1. Parameter Pengukuran Energi

Parameter ujicoba yang pertama adalah melakukan pengukuran energi pada node atau topologi jaringan MANET untuk mengetahui tingkat konsumsi energi yang digunakan, serta untuk mengetahui energi yang tersisa dari suatu node setelah proses simulasinya berakhir. Parameter pengukuran energi ini hanya diuji pada skenario pertama dan kedua saja untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan jumlah node dan luas area terhadap penggunaan energi di jaringan MANET.

3.1.1. Skenario Pertama

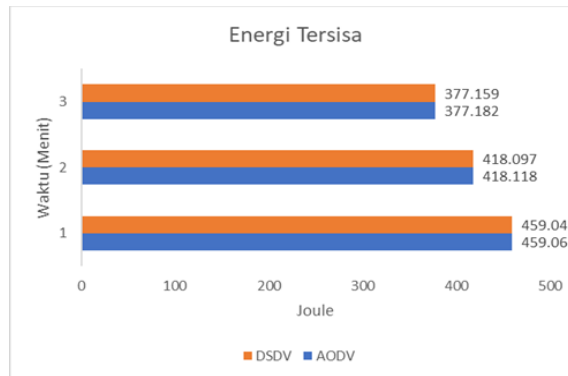
Percobaan pada skenario pertama yaitu melakukan pengukuran total konsumsi energi, serta energi yang tersisa pada 20 node dengan luas area 100x100m menggunakan protokol routing AODV dan DSDV. Hasil pengukuran energi yang telah dilakukan digambarkan dengan grafik di bawah ini:



Gambar 3 Total Konsumsi energi pada Skenario Pertama

Gambar 3 adalah grafik perbandingan penggunaan energi total pada protokol routing AODV dan DSDV yang menggunakan 20 node dengan luas area 100x100m. Total energi yang dikonsumsi oleh protokol AODV pada menit pertama sebesar 40.959 Joules, sedangkan total energi yang dikonsumsi oleh protokol DSDV pada menit pertama sebesar 40.974 Joules. Pada satu menit waktu simulasi, energi total yang dikonsumsi oleh protokol AODV lebih rendah dibandingkan protokol DSDV dengan selisih 0.015 Joules. Memasuki menit kedua, total energi yang dikonsumsi oleh

protokol AODV sebesar 81.915 Joules dan total energi yang dikonsumsi oleh protokol DSDV sebesar 82.126 Joules, sehingga setelah dua menit waktu simulasi pun total energi yang dikonsumsi protokol AODV masih lebih rendah dibandingkan protokol DSDV dengan selisih 0.211 Joules. Setelah simulasi berhenti pada menit ketiga, total energi yang dikonsumsi protokol AODV sebesar 122.835, sedangkan total energi yang dikonsumsi protokol DSDV sebesar 122.852. Total energi yang dikonsumsi protokol AODV setelah selesainya 3 menit waktu simulasi masih lebih rendah dibandingkan dengan protokol DSDV dengan selisih sebesar 0.017 Joules.

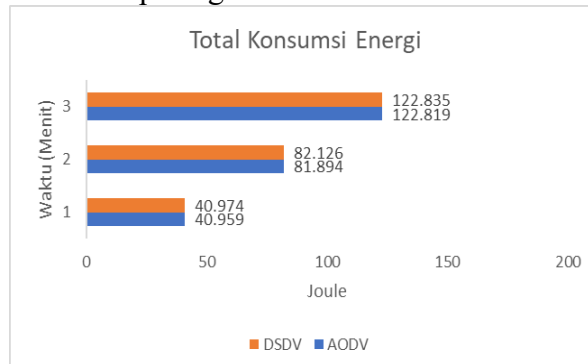


Gambar 4 Energi yang Tersisa pada Skenario Pertama

Gambar 4 menunjukkan grafik perbandingan energi yang tersisa pada protokol *routing* AODV dan DSDV yang menggunakan 20 *node* dengan luas area 100x100m. Energi yang tersisa pada protokol AODV setelah satu menit berjalannya proses simulasi sebesar 459.061 Joules, dan energi yang tersisa pada protokol DSDV sebesar 459.049 Joules. Memasuki 2 menit waktu simulasi, energi yang tersisa pada protokol AODV sebesar 418.118 Joules dan energi yang tersisa pada protokol DSDV sebesar 418.097 Joules. Setelah selesai tiga menit waktu simulasi, energi yang tersisa pada protokol AODV sebesar 377.182 Joules dan energi yang tersisa pada protokol DSDV sebesar 377.159 Joules.

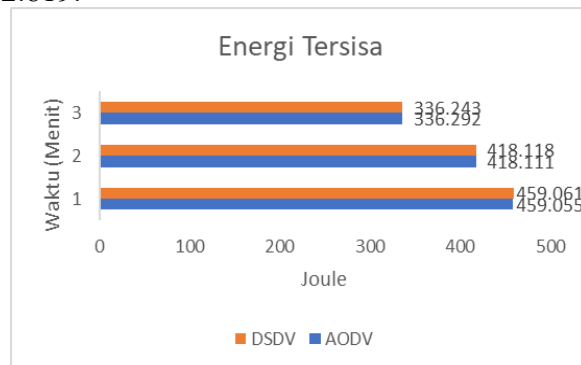
3.1.2. Skenario Kedua

Percobaan pada skenario kedua yaitu melakukan pengukuran total konsumsi energi, serta energi yang tersisa pada 20 *node* dengan luas area 200x200m menggunakan protokol *routing* AODV dan DSDV. Hasil pengukuran energi yang telah dilakukan pada gambar 5.3 dan 5.4 di bawah ini:



Gambar 5 Total Konsumsi energi pada Skenario Kedua

Penggunaan energi total pada protokol routing AODV dan DSDV yang menggunakan 20 node dengan luas area 300x300m. Total energi yang dikonsumsi oleh protokol AODV pada menit pertama sebesar 40.974 Joules, sedangkan total energi yang dikonsumsi oleh protokol DSDV sebesar 40.959 Joules. Memasuki menit kedua, total energi yang dikonsumsi oleh protokol AODV sebesar 81.894 Joules dan total energi yang dikonsumsi oleh protokol DSDV sebesar 82.126 Joules. Setelah simulasi berhenti pada menit ketiga, total energi yang dikonsumsi protokol AODV sebesar 122.835, sedangkan total energi yang dikonsumsi protokol DSDV sebesar 122.819.

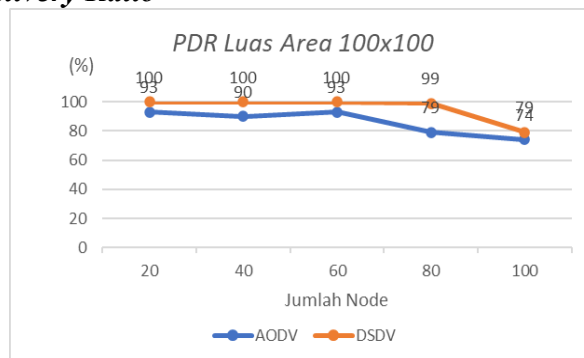


Gambar 6 Energi yang Tersisa pada Skenario Pertama

Gambar 6 menunjukkan grafik perbandingan energi yang tersisa pada protokol routing AODV dan DSDV yang menggunakan 20 node dengan luas area 100x100m. Energi yang tersisa pada protokol AODV setelah satu menit berlalunya proses simulasi sebesar 459.061 Joules, dan energi yang tersisa pada protokol DSDV sebesar 459.049 Joules. Memasuki 2 menit waktu simulasi, energi yang tersisa pada protokol AODV sebesar 418.118 Joules dan energi yang tersisa pada protokol DSDV sebesar 418.097 Joules. Setelah selesai tiga menit waktu simulasi, energi yang tersisa pada protokol AODV sebesar 311.182 Joules dan energi yang tersisa pada protokol DSDV sebesar 311.159 Joules.

3.2. Percobaan Pengukuran Matrik Performansi

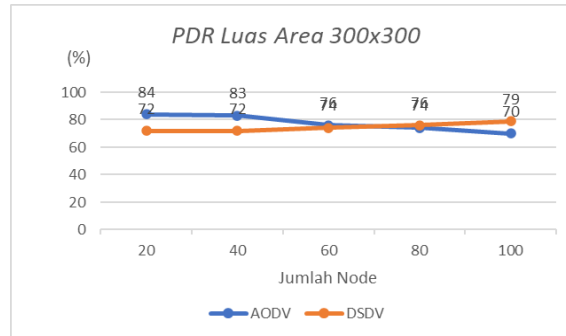
3.2.1. Packet Delivery Ratio



Gambar 7 Grafik PDR AODV DSDV Area 100x100

Rasio tingkat keberhasilan dalam mengirimkan paket ke tujuan dengan luas area 100x100 pada protokol DSDV lebih tinggi dibandingkan AODV, namun semakin

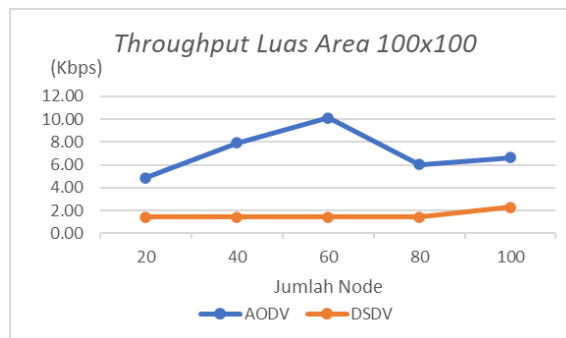
banyak jumlah *node* nya tingkat keberhasilan dari kedua protokol tersebut menurun.



Gambar 8 Grafik PDR AODV DSDV Area 300x300

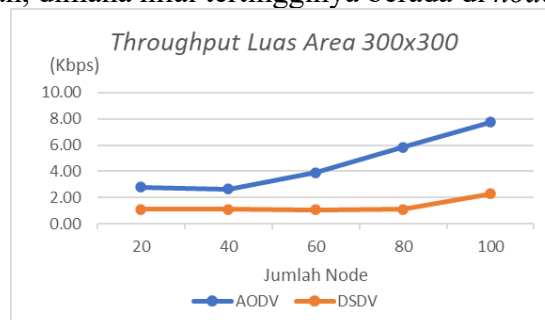
Rasio tingkat keberhasilan dalam mengirimkan paket ke tujuan dengan luas area 300x300 protokol AODV mengungguli protokol DSDV pada jumlah *node* 20 dan 40 *node*, namun berimbang pada jumlah *node* 60. Pada jumlah *node* 80 dan 100 *node*, protokol AODV mengalami penurunan, sedangkan protokol DSDV mengalami kenaikan.

3.2.2. Throughput



Gambar 9 Grafik Throughput AODV DSDV Area 100x100

Average throughput atau rata-rata *throughput* pada protokol DSDC di area 100x100 cenderung stabil di antara 1-4 Kbps dan berada di nilai tertinggi pada *node* 100 yaitu, 2Kbps. Untuk protokol AODV di jumlah *node* 20, 40, dan 60 *node* mengalami kenaikan, dimana nilai tertinggi berada di *node* 60.

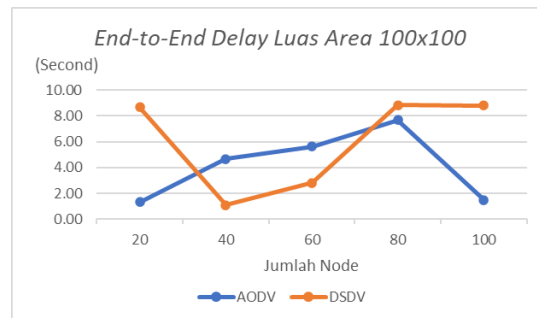


Gambar 10 Grafik Throughput AODV DSDV Area 300x300

Protokol AODV cenderung stabil pada jumlah *node* 20, dan 40 *node*, namun semakin mengalami kenaikan di setiap jumlah *node* nya dimana. Protokol DSDV juga cenderung stabil di jumlah *node* 20-80, namun mengalami kenaikan pada jumlah *node* 100. Nilai rata-rata *throughput* tertinggi dari kedua protokol *routing*

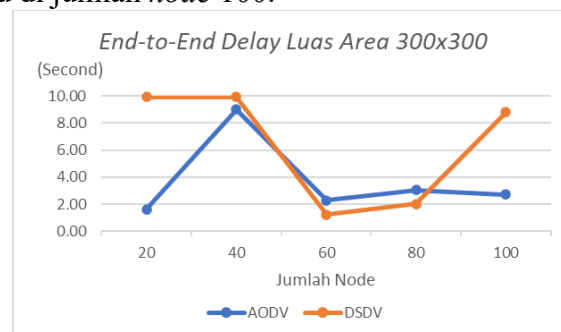
juga sama yaitu berada di jumlah *node* 100, dimana nilai rata-rata *throughput* tertinggi pada protokol AODV sebesar 8Kbps dan nilai rata-rata *throughput* tertinggi pada protokol DSDV sebesar 2Kbps

3.2.3 End-to-End Delay



Gambar 11 Grafik End-to-End Delay AODV DSDV Area 100x100

Nilai *end-to-end-delay* pada routing protokol AODV di luas area 100x100 mengalami kenaikan pada saat jumlah *node* 20-60 *node*, dimana di *node* 60 menjadi nilai tertinggi nya yaitu sebesar 8Kbps, namun mengalami penurunan yang sangat drastis saat menuju di jumlah *node* 100.



Gambar 12 Grafik End-to-End Delay AODV DSDV Area 300x300

Nilai *end-to-end-delay* pada routing protokol AODV dan DSDV di luas area 300x300 masing-masing mengalami kenaikan dan penurunan. Protokol AODV pada saat jumlah *node* menuju ke 40 *node* sekaligus merupakan nilai tertingginya yaitu 9Kbps, namun saat menuju jumlah *node* 60 kembali mengalami penurunan dan stabil sampai menuju jumlah *node* 100. Protokol DSDV mengalami nilai tertinggi pada *node* 20 sebesar 10Kbps dan stabil sampai jumlah *node* 40 *node*, namun terjadi penurunan menuju jumlah *node* 60 dan naik kembali saat menuju jumlah *node* 100

4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan penelitian, antara lain:

1. Pada parameter pengujian energi, skenario dengan jumlah *node* yang berbeda namun dengan luas area yang sama akan menunjukkan hasil berupa hubungan antara jumlah *node* dengan konsumsi energi pada MANET sedangkan skenario dengan jumlah *node* sama namun luas area yang berbeda akan menunjukkan

hasil berupa hubungan antara luas area jaringan dengan penggunaan energi pada MANET.

2. Setelah dilakukan penelitian pengukuran energi, maka protokol routig AODV lebih hemat dalam penggunaan konsumsi energinya.
3. Pada parameter pengukuran performansi, jumlah node dan luas area pada jaringan MANET akan berpengaruh kepada hasil pengukurannya.
4. Setelah dilakukan penelitian, dari parameter packet delivery ratio, protokol DSDV lebih unggul daripada AODV dengan melihat tingkat keberhasilannya dalam mengirimkan paket ke tujuan. Sedangkan untuk parameter throughput dan end-to-end-delay protokol AODV lebih unggul dengan nilai throughput yang lebih tinggi dari DSDV serta delay yang lebih kecil dari DSDV. Kesimpulan dapat bersifat generalisasi temuan sesuai permasalahan penelitian. Temuan dapat dinyatakan per kasus pada pengujian atau dinyatakan secara keseluruhan. Kesimpulan kualitatif dapat disebutkan tetapi tidak mengulangi pembahasan yang telah disampaikan sebelumnya. Kesimpulan dapat pula berupa rekomendasi untuk langkah selanjutnya.

REFERENSI

- [1] Ir. E. M. S. Sakti, "Jaringan Nirkabel", hlm. 1-9.
- [2] H. Kaur, V. Sahni, dan D. M. Bala, "A Survey of Reactive, Proactive and Hybrid Routing Protocols in MANET: A Review," vol. 4, hlm. 3, 2019.
- [3] C. Y. Chong, R. S. Kwang Wee, S. S. Lian, dan T. J. Hui, "Mobile Ad Hoc Networking." <https://www.dsta.gov.sg/docs/default-source/dsta-about/dh02200607-mobile-ad-hoc-networking.pdf?sfvrsn=2> (diakses 17 Januari 2022).
- [4] T. Nurfitriana, "COMPARATIVE ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION BETWEEN AODV AND DSR REACTIVE ROUTING PROTOCOLS ON MOBILE AD HOC NETWORK," hlm. 39, 2021.
- [5] School of Computing, Telkom University, Bandung 40257, Indonesia, D. W. Sudiharto, N. R. Pradana, dan S. Prabowo, "The Comparative Analysis of Energy Consumption between OLSR and ZRP Routing Protocols," jcm, hlm. 202–209, 2019, doi: 10.12720/jcm.14.3.202-209.
- [6] Department of Electronics Engineering, YMCA University of Science and Technology, Faridabad, India, D. Vir, Dr. S.K. Agarwal, dan Dr. S.A. Imam, "Investigation on Aspects of Power Consumption in Routing Protocols of MANET using Energy Traffic Model," hlm. 590–598, 2017.
- [7] M. Devi dan N. S. Gill, "Comparison analysis of MANET routing protocols to identify their suitability in smart environment," International Journal of Engineering, hlm. 7, 2021.
- [8] R. F. Sari, A. Syarif, dan B. Budiardjo, "ANALISIS KINERJA PROTOKOL ROUTING AD HOC ON-DEMAND DISTANCE VECTOR (AODV) PADA JARINGAN AD HOC HYBRID: PERBANDINGAN HASIL SIMULASI DENGAN NS-2 DAN IMPLEMENTASI PADA TESTBED DENGAN PDA," MST, vol. 12, no. 1, Okt 2020, doi: 10.7454/mst.v12i1.517.
- [9] B. Swami dan R. Singh, "Simulation Based Comparison Between OWL and DSDV," Procedia Technology, vol. 24, hlm. 1575–1580, 2018, doi: 10.1016/j.protcy.2018.05.142.
- [10] D. Pranindito, "Simulasi Dan Analisis QoS Video Conference Melalui Jaringan Interworking IMS – UMTS Menggunakan Opnet," INFOTEL, vol. 9, no. 1, Feb 2017, doi: 10.20895/infotel.v9i1.151.
- [11] N. F. Assidiq and I. Nurcahyani, "Analisis Pengaruh Kinerja Routing Protocol Aodv Dan

- Dsdv Terhadap Konsumsi Energi Node Pada Jaringan Manet,” hlm. 1–6, 2018.
- [12] A. Mahmud, M. M. Islam, S. A. Bappi, dan A. Kamal, “Performance Comparison of AODV and OLSR Routing Protocols for a Cluster Network using NS-2 Simulator,” hlm. 12, 2019.
- [13] R. Kasirama, G. RajKumar, J. Asokan, dan D. Parthiban, “Performance Analysis of DSR and DSDV in Motion and Motionless State,” *Procedia Engineering*, vol. 38, hlm. 1518–1523, 2018, doi: 10.1016/j.proeng.2018.06.187.
- [14] S. Gupta dan D. B. S. Dhaliwal, “PERFORMANCE COMPARISON OF PROACTIVE ROUTING PROTOCOLS: OLSR, DSDV, WRP,” *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, hlm. 5, 2017.
- [15] Meenakshi, V. K. Mishra, dan K. Singh, “Simulation & Performance Analysis of Proactive, Reactive & Hybrid Routing Protocols in MANET,” *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, hlm. 1-5, 2017.