

Kinerja Protokol *Routing* AODV dan DSDV pada Topologi *Grid* di *Wireless Sensor Network* (WSN)

Ade Sarah Huzaifah¹, R.A. Fattah Adriansyah², Desilia Selvida³

¹Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara

²Universitas Mikroskil

³Ilmu Komputer, Universitas Sumatera Utara

Email: ¹adesarah@usu.ac.id, ²fattah.adriansyah@mikroskil.ac.id, ³desilia.selvida@usu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: ¹adesarah@usu.ac.id

Abstrak—*Wireless Sensor Network* (WSN) merupakan teknologi sensor yang memiliki lebih dari 2 sensor dapat berkomunikasi dengan sensor lain tanpa menggunakan kabel untuk mengirimkan informasi pada lingkungan yang sulit dijangkau manusia, dimana sensor yang ada pada WSN dapat berperan sebagai sebagai sensor *node* untuk membaca data yang ada di lingkungan, route *node* untuk meneruskan paket data dari sebuah *node* ke *node* lain, dan sink *node* untuk mengumpulkan data dari *node* kemudian meneruskannya ke sistem lain. Sehingga *node* sensor yang ada pada WSN dapat beroperasi di berbagai lingkungan yang akan mempengaruhi bentuk topologi dan protokol *routing* yang digunakan. Maka dari itu pada penelitian ini akan dibahas kinerja dari dua protokol *routing* yang mewakili Proactive *routing* protocols (DSDV) dan Reactive *routing* protocols (AODV) akan diterapkan di lingkungan WSN dengan topologi *grid*, dimana pada percobaan yang dilakukan didapatkan protokol *routing* AODV lebih baik digunakan pada WSN dengan jumlah *node* 12 dilihat dari rasio selisih delivery dan drop paket AODV 324 dan DSDV 152 paket, sedangkan pada jumlah *node* yang lebih banyak yaitu 30 dan 70 node lebih cocok menggunakan protokol *routing* DSDV terlihat dari rasio selisih delivery dan drop paket DSDV untuk 30 node 1.141, 70 node 2.999 dan AODV untuk 30 node 312, 70 node 831.

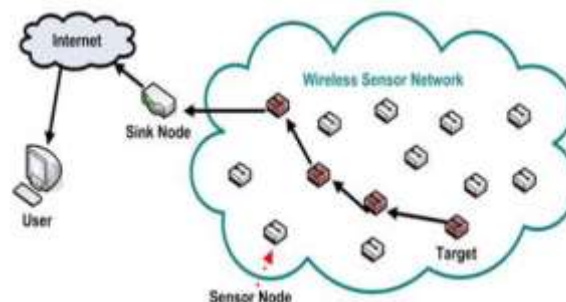
Kata Kunci: Drop Packet, Delivery Packet, WSN, Routing Protokol, Collision

Abstract— *Wireless Sensor Network* (WSN) is a sensor technology that has more than 2 sensors that can communicate with other sensors without using cables to transmit information in environments that are difficult for humans to reach, where sensors in WSN can act as sensor nodes to read data in the environment, route nodes to forward data packets from a node to another node, and sink nodes to collect data from nodes then forward it to other systems. So that sensor nodes in WSN can operate in various environments that will affect the shape of the topology and routing protocol used. Therefore, this research will discuss the performance of two routing protocols representing Proactive routing protocols (DSDV) and Reactive routing protocols (AODV) will be applied in a WSN environment with a grid topology, where in the experiments conducted, it was found that the AODV routing protocol is better used in WSN with a number of nodes of 12 seen from the difference ratio of delivery and drop packets of AODV 324 and DSDV 152 packets, while in a larger number of nodes, namely 30 and 70 nodes, it is more suitable to use the DSDV routing protocol seen from the difference ratio of delivery and drop packets of DSDV for 30 nodes 1. 141, 70 nodes 2,999 and DSDV for 30 nodes 1. 141, 70 nodes 2,999 and AODV for 30 nodes 312, 70 nodes 831.

Keywords: Drop Packet, Delivery Packet, Penjadwalan, WSN, Protocol Routing, Collision

1. PENDAHULUAN

Sensor pada *Wireless Sensor Network* (WSN) dapat memantau data di lingkungan jangkauannya, mengirimkan atau meneruskan ke sensor tujuan, dan mengelolanya menjadi informasi yang dapat digunakan. Selain itu teknologi *wireless* di sensor – sensor yang saling terhubung satu dengan yang lain sehingga membentuk WSN dan dapat beroperasi di berbagai lingkungan yang sulit membuat WSN sangat berguna dan banyak digunakan, mulai dari memonitor lingkungan perang, suhu yang ekstrim, di kedalaman laut yang sangat dalam, dan lingkungan dengan kondisi ekstrim lainnya.



Gambar 1. *Wireless Sensor Network*

(Sumber: Annand Nayyar & Rajeshwar Singh, 2017)

WSN adalah suatu infrastruktur jaringan *wireless* yang menggunakan sensor untuk memantau kondisi fisik atau kondisi lingkungan yang dapat terhubung ke jaringan [1].



Pada Infrastruktur WSN terdiri dari *node* yang bekerja secara mandiri dimana prinsip kerjanya adalah dengan melakukan penginderaan pada lingkungan, kemudian mengirimkan data penginderaan melalui media transmisi, lalu mengolahnya menjadi informasi, dan diakhiri dengan pemberian keputusan [2]. Proses tersebut dapat terlihat pada gambar 1. WSN dibangun dari “*node*” – dari beberapa sampai beberapa ratus atau bahkan ribuan- yang terhubung ke salah satu atau lebih sensor [3].

Node pada WSN berfungsi merasakan adanya perubahan pada lingkungan dan mengkomunikasikannya ke *node* lain untuk diteruskan ke *node* tujuan. *Node* pada WSN sangat portable dan dapat di gunakan pada lingkungan ekstrim, disamping kelebihan ini *node* pada WSN memiliki beberapa kelemahan.

Hal ini menjadikan suatu tantangan dalam merancang WSN sehingga perlu beberapa parameter untuk dipertimbangkan dalam merancang WSN yaitu:

- Penempatan *node*: lokasi *node* dalam jaringan.
- Konsumsi daya: sebagian besar *node* sensor menggunakan daya baterai sebagai sumber energinya sehingga energi yang tersedia terbatas.
- Heterogenitas jaringan: jaringan WSN memiliki *node* sensor yang tugasnya berbeda-beda sesuai dengan pengaplikasiannya di lingkungan.
- Topologi jaringan: topologi jaringan dan tata letak *node* yang dibuat berpengaruh pada penggunaan energi di WSN.
- Keandalan dan Skalabilitas: banyaknya *node* di WSN bergantung pada kebutuhannya, oleh karena itu jumlah *node* dapat ditambahi atau dikurangi. WSN harus dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menerima *node* baru dan menyinkronkannya dengan *node* – *node* yang sudah ada.
- Media transmisi: media transmisi mempengaruhi kemampuan WSN tersebut.
- Toleransi kesalahan: merupakan hal yang biasa untuk sebuah *node* sensor menjadi rusak dan tidak dapat diandalkan karena pengoperasian *node* sensor yang berada di lingkungan ekstrim. Hal ini bisa menyebabkan beberapa *node* tidak dapat berkomunikasi dengan *node* lain. Oleh karena itu, struktur yang dibangun harus bisa fleksibel dengan keadaan seperti ini.
- Biaya: biaya yang digunakan WSN lebih kecil dari biaya jaringan pada umumnya. [4]

Sensor yang membentuk WSN memiliki keterbatasan dalam hal memori rendah dan kurangnya kecepatan pemrosesan dan juga sensor menggunakan tenaga baterai sebagai sumber daya utama [2]. Hal ini menjadi tantangan bagi para peneliti untuk meningkatkan kinerja/performa sensor yang ada pada jaringan WSN.

Semua sensor dalam jaringan WSN dapat bertindak sebagai *router* yang berguna untuk menentukan pengiriman ke arah/rute sensor tujuannya sampai menuju sink *node*. Pada lingkungan WSN umumnya banyak sensor yang saling terkoneksi satu sama lain sehingga membuat banyaknya rute pilihan dan loncatan/*hop* untuk menuju tujuan/sink *node*. *Node* gateway atau disebut juga dengan sink *node* merupakan *node* yang bertindak sebagai pintu gerbang keluar masuk (*gateway*) paket data yang dikirimkan oleh *node* sensor dan diterima oleh komputer pusat data (*server*) [5].

Dalam menentukan rute, beberapa komponen harus diperhitungkan seperti: jenis jaringan, karakteristik kanal, kinerja yang diinginkan, dan lainnya [6]. Salah satu parameter pengukuran kinerja jaringan adalah *throughput*. Dimana *throughput* dihitung dengan mengetahui terlebih dahulu jumlah paket data yang diterima, lalu dibagi dengan lama pengamatan dalam satuan waktu [7].

Untuk menentukan rute yang akan digunakan pada WSN dibutuhkan protokol *routing*. Protokol *routing* pada jaringan WSN digunakan untuk menentukan arah/rute terbaik untuk menuju sink *node* dimana rute terbaik ini dapat dilihat dari kecepatan data yang dikirimkan sampai ke tujuan (*throughput*) atau kinerja pada WSN dan hal ini sangat dipengaruhi oleh protokol *routing* yang digunakan, mulai dari konvergensi perutean sampai cara pemilihan rute yang tepat pada lingkungan WSN yang ada.

Ada beberapa penelitian yang membahas tentang kehandalan protokol *routing* pada WSN (*Wireless Sensor Network*) dari sisi kinerja/performa di kondisi lingkungan (*environment*) tertentu. Pada penelitian [8] menganalisa kinerja dari protokol *routing* AODV, DSDV, dan ZRP pada kondisi *node* yang bergerak dengan kecepatan bervariasi didapatkan hasil bahwa protokol *routing* AODV mempunyai performa terbaik disemua skenario mobilitas.

Kemudian dalam makalah [9] menganalisa kinerja AODV, LAR, FSR, ZRP, DSR, dan DSDV di bawah berbagai skenario jaringan. Metrik kinerja yang digunakan untuk simulasi digunakan: *throughput*, pengiriman paket, *routing overhead*, penundaan *end-to-end*. Tiga jenis skenario jaringan digunakan: mobilitas rendah, mobilitas sedang, dan mobilitas tinggi. Dalam skenario TCP dan UDP, DSDV dan LAR lebih unggul dari yang lain.

Dalam penelitian [10] berfokus pada infrastruktur jaringan yang tidak tetap dengan mengimplementasikan protokol *routing* AODV, DSDV, dan DSR didapatkan penggunaan protokol *routing* AODV memiliki *throughput* yang terbaik jika dibandingkan dengan DSR dan DSDV.

Pada penelitian [11] yang menganalisis pengaruh kinerja *routing* protokol AODV dan DSDV terhadap konsumsi energi *node* pada jaringan manet menyimpulkan AODV merupakan protokol *routing* reaktif dimana ketika luas area yang digunakan semakin kecil, maka konsumsi energi yang digunakan semakin rendah karena *hop* yang digunakan semakin pendek. Sedangkan DSDV merupakan protokol *routing* proaktif dimana DSDV terlihat lebih boros karena sifat DSDV yang akan selalu memperbaharui *routing* table secara protokol.

Penelitian [12] mendapatkan hasil 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*.

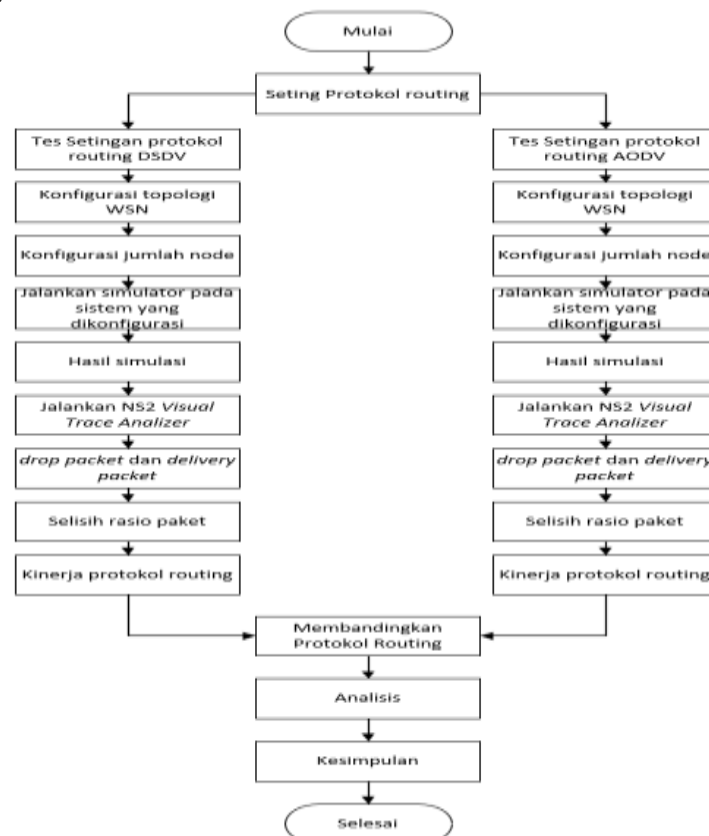
Dari penelitian diatas dapat diketahui bahwa WSN dengan protokol *routing* yang tepat akan menghasilkan kinerja yang baik. Sensor – sensor yang membentuk WSN memiliki sumber daya yang terbatas, jadi sangat disayangkan bila penggunaan *node* sensor yang membentuk WSN tidak bekerja secara efektif dan efisien.

Pada penelitian ini akan dibandingkan kinerja WSN yang membentuk topologi *grid* dengan menggunakan protokol *routing* proaktif yang diwakili DSDV dan protokol *routing* reaktif yang diwakili AODV. Kinerja kedua protokol *routing* ini akan dilihat dengan menggunakan jumlah *node* yang sedikit (12 *node*), sedang (30 *node*), dan banyak (70 *node*), dimana tujuannya untuk menentukan protokol *routing* yang terbaik di lingkungan topologi *grid* dengan jumlah *node* yang bervariasi

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk melihat protokol *routing* yang tepat digunakan pada WSN dengan jumlah *node* sedikit sampai banyak dan kondisi lingkungan WSN dengan *node* sensor homogen dan tidak bergerak pada topologi *grid* untuk dianalisa dari sisi kinerjanya.



Gambar 2. Alur kerja penelitian

Pada penelitian ini yang pertama dilakukan adalah menginstal network simulator NS2 yang akan digunakan untuk mensimulasikan, lalu atur protokol *routing* yang digunakan (DSDV dan AODV) dengan kondisi jumlah *node* 12, 30 dan 70 di topologi *grid*, lalu disimulasikan dan akan didapatkan hasil file trace (file.tr) untuk setiap protokol *routing* dan jumlah *node* yang digunakan pada topologi *grid*, selanjutnya file.tr akan dimasukan ke NS2 visual trace analyzer untuk di filter sehingga dihasilkan *Drop Packet* dan *Delivery packet* yang akan digunakan untuk menentukan kinerja WSN, dan yang terakhir adalah membuat kesimpulannya. Alur kerja penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

2.2 Protokol *routing* AODV

AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector) merupakan distance vector *routing protocol* yang termasuk dalam klasifikasi *reactive routing protocol*, yang hanya melakukan *request* sebuah rute saat dibutuhkan. Protokol *routing* AODV melakukan pemeliharaan rute selama masih diperlukan oleh source *node*. Setiap *node* juga bertanggung jawab untuk memelihara informasi rute yang telah disimpan di dalam table *routing*-nya [13]. Untuk menghindari terjadinya

perubahan topologi jaringan, AODV akan mengirimkan pesan HELLO secara berkala. Jika selama proses pengiriman pesan, terjadi perubahan topologi yang menyebabkan rute menuju *node* tujuan terputus, maka suatu *node* akan mengirimkan *Route Error (RRER)* ke *node* tetangganya hingga ke *source node*. Setiap *node* akan memperoleh pesan *RRER* dan *source node* akan melakukan *route discovery* lagi untuk menemukan rute menuju *node* tujuan [14].

2.2 Protokol routing DSDV

DSDV (*Destination Sequenced Distance Vector*) merupakan protokol *routing* hasil pengembangan dari algoritma *routing bellman-ford*. Protokol *routing* DSDV juga didasari pada protokol *routing* konvensional yaitu *Routing Information Protocol (RIP)*. Pada DSDV, setiap *node* di dalam jaringan harus menjaga *table routing* yang berisikan alamat tujuan, *metric*, *hop* selanjutnya dan *sequence number*. Setiap *node* akan melakukan perbaruan *table routing* secara berkala [13].

2.3 Topologi Grid

Topologi jaringan merupakan konsep atau cara yang menggambarkan hubungan *device* computer yang satu dengan *device* computer lainnya, Banyak macam topologi jaringan yang ada dan penggunaannya biasanya disesuaikan dengan tujuan, skala, dan biaya dari jaringan yang akan digunakan. Pada topologi *grid* jarak antara *device/node* adalah sama, dimana topologi *grid* ini sering digunakan pada *node* sensor di pertanian seperti pemantauan kadar tanah, kualitas buah, sawah, dan lain – lain. Sistem jaringan sensor *wireless* yang digunakan dalam memantau keadaan pada tanaman hidroponik memudahkan user untuk tidak perlu observasi secara langsung [15]. Hal ini dapat mempermudah user dalam melakukan pekerjaannya.

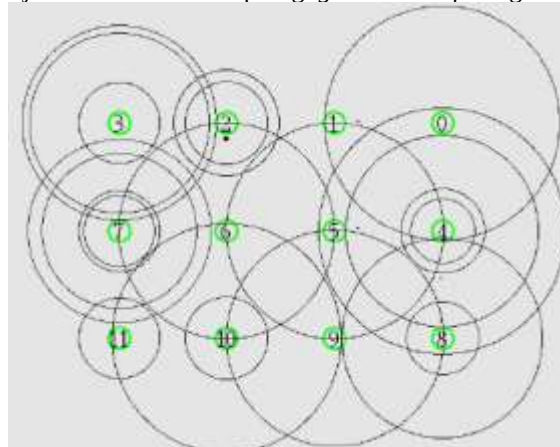
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini disimulasikan menggunakan NS2 dengan topologi *grid* dan parameter WSN seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter WSN

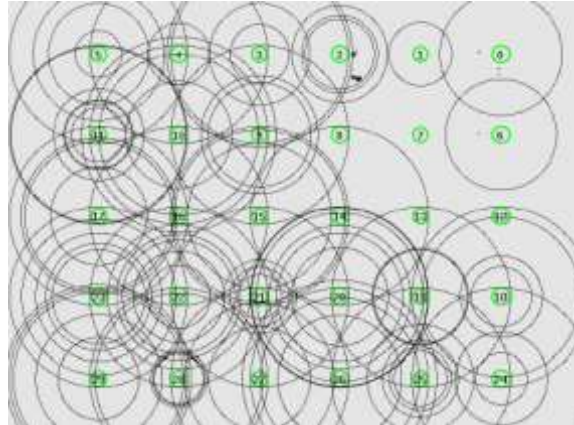
Parameter	Nilai
Versi	NS 2.35
Protokol <i>Routing</i>	AODV / DSDV
Area	200 x 200
Type	<i>Wireless</i>
Antena	<i>Omni</i>
Type paket	Udp
Type trafik	Cbr
Ukuran Paket	512 byte

Selain Parameter, topologi dan jumlah *node* juga diatur pada file tcl yang akan di-*compile* sehingga menghasilkan file nam untuk animasi visual dan membuat file dengan ekstensi .tr yang akan digunakan untuk melihat kinerjanya. Simulasi WSN dengan jumlah 12 *node* di topologi *grid* terlihat pada gambar 3.

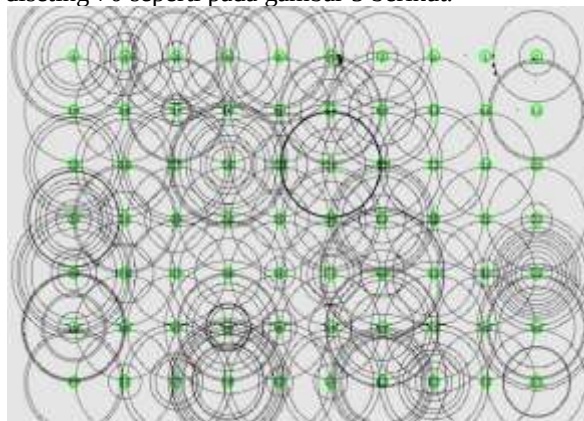


Gambar 3. WSN dengan jumlah *node* 12

Selanjutnya hasil simulasi yang menggunakan 30 *node* dapat dilihat pada gambar 4.

Gambar 4. WSN dengan jumlah *node* 30

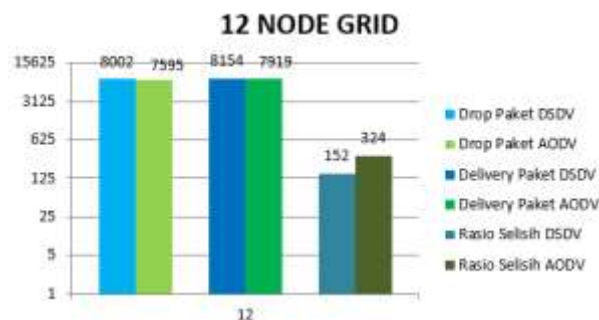
Untuk jumlah *node* yang diseting 70 seperti pada gambar 5 berikut.

Gambar 5. WSN dengan jumlah *node* 70

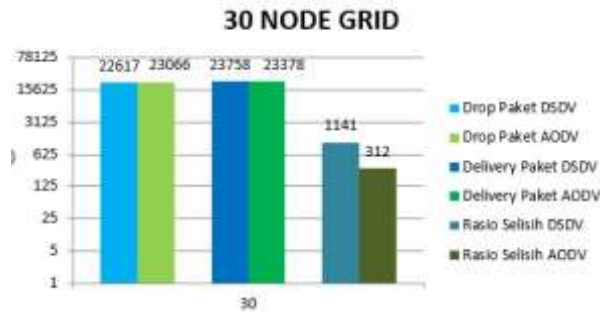
Dapat dilihat pada gambar 3 sampai 7 dimana *node* WSN yang diseting dengan parameter seperti table 1 pada topologi *grid* akan memiliki paling sedikit 2 *node* tetangga.

3.1 Drop paket dan Delivery paket

Pada penelitian ini sebagian besar *node* pada WSN melakukan pengiriman data ke tujuannya/sink *node*, baik itu data dari *node* tersebut ataupun sebagai perantara(data dari *node* lain), oleh karena itu bisa terjadi *collision* yang menyebabkan *drop* paket terjadi. Semakin kecil nilai *drop* paket akan mencerminkan kondisi jaringan semakin baik, berbeda dengan *delivery* paket yang mencerminkan semakin besar maka semakin baik jaringan tersebut, jadi nilai *drop* dan *delivery* paket ini berbanding terbalik dampaknya di lingkungan WSN, sehingga dapat ditentukan rasio dampak baik dan buruk dengan selisih dari kedua nilai ini seperti yang terlihat pada hasil simulasi dibawah ini.

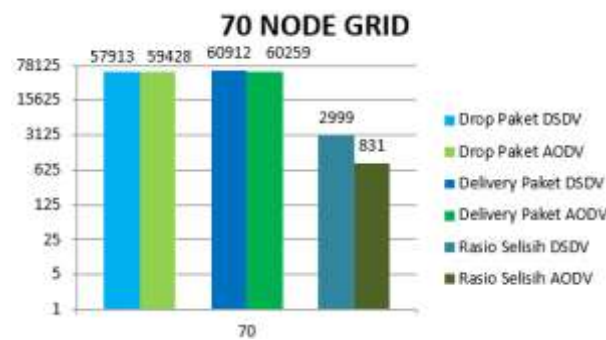
Gambar 6. Grafik hasil simulasi 12 *node* WSN

Pada WSN dengan jumlah *node* yang sedikit (12 *node*) yang menggunakan protokol routing DSDV memiliki *drop* dan *delivery* paket yang lebih tinggi, tetapi dari sisi rasio selisihnya lebih rendah dibandingkan AODV.



Gambar 7. Grafik hasil simulasi 30 node WSN

Gambar 7 hasil simulasi untuk WSN topologi *grid* yang diseting dengan menggunakan 30 *node* dimana nilai *drop* dan *delivery* paket untuk protokol *routing* DSDV berbanding terbalik dengan nilai *drop* yang rendah dan *delivery* paket yang tinggi, dan memiliki rasio selisih yang lebih baik dari pada protokol *routing* AODV.



Gambar 8. Grafik hasil simulasi 70 node WSN

Jumlah *node* yang banyak (70 *node*) pada WSN yang menggunakan protokol *routing* DSDV pada gambar 8 hasil *drop* paket yang rendah dan *delivery* paket yang lebih tinggi serta rasio selisih yang lebih baik dari pada protokol *routing* AODV.

3.2 Implementasi

Dari hasil simulasi WSN pada topologi *grid* didapatkan nilai *drop* dan *delivery* paket yang digunakan untuk melihat kinerja dari protokol *routing* DSDV dan AODV pada jumlah *node* 12, 30, dan 70 *node*.

Pada jumlah *node* yang sedikit terdiri dari 12 *node* perbandingan antara *drop* dan *delivery* paket kedua protokol *routing* yang digunakan didapatkan rasio selisih dari protokol *routing* AODV lebih baik dari pada DSDV. Sedangkan pada jumlah *node* sedang (30 *node*) dan banyak (70 *node*) penggunaan protokol *routing* DSDV lebih baik dari segala sisi, mulai dari *drop* paket yang ditunjukkan pada gambar 7 dan 8 dimana *drop* paketnya lebih rendah, dan *delivery* paketnya lebih tinggi. Hal ini menunjukkan performa yang lebih baik dari sisi jumlah *drop* paket yang rendah dan *delivery* paket yang tinggi, serta selisih antara *drop* dan *delivery* paket yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan pada WSN di topologi *grid* dengan menggunakan protokol *routing* DSDV lebih cocok digunakan pada jumlah *node* yang sedang sampai banyak mulai dari 30 sampai 70 *node*, sedangkan pada jumlah *node* yang sedikit terdiri dari 12 *node* lebih cocok menggunakan protokol *routing* AODV bila dilihat dari perbandingan *drop* dan *delivery* paket pada WSN, semakin kecil *drop* paket dan semakin besar *delivery* paket dapat mencerminkan collision (tabrakan) paket sedikit terjadi dan paket yang sampai ke tujuan (*sink node*) banyak, karena protokol *routing* dapat memilih rute yang baik untuk paket yang dikirimkan.

REFERENCES

- [1] N. Arsyistawa, M. Rivai, and S. Suwito, "Aplikasi Wireless Sensor Network Untuk Pembacaan Meteran Air," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 2–7, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.26648.
- [2] A. Nayyar and R. Singh, "Simulation and Performance Comparison of Ant Colony Optimization (ACO) Routing Protocol with AODV, DSDV, DSR Routing Protocols of Wireless Sensor Networks using NS-2 Simulator," *Am. J. Intell. Syst.*, vol. 7, no. 1, pp. 19–30, 2017, doi: 10.5923/j.ajis.20170701.02.
- [3] Muladi, Mardji, and S. H. Heru Wahyu Herwanto, "IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK UNTUK



MONITORING RUANG KELAS SEBAGAI BAGIAN DARI INTERNET OF THINGS Muladi, Marji, Heru Wahyu Herwanto, Samsul Hidayat,” *Tekno*, vol. Vol.22, no. 1, pp. 47–64, 2014.

- [4] R. Jangra and R. Kait, “Principles and Concepts of Wireless Sensor Network and Ant Colony Optimization: A Review,” *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci.*, vol. 8, no. 5, pp. 1180–1191, 2017, [Online]. Available: https://search.proquest.com/scholarly-journals/principles-concepts-wireless-sensor-network-ant/docview/1912630767/se-2?accountid=14511%0Ahttps://ucl-new-primo.hosted.exlibrisgroup.com/openurl/UCL/UCL_VU2?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mt
- [5] U. Syafiqoh, S. Sunardi, and A. Yudhana, “Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 2, pp. 285–289, 2018, doi: 10.30591/jpit.v3i2.878.
- [6] I. Novid, D. Faiza, T. Thamrin, and W. Agustiarmi, “ANALISA PERBANDINGAN ROUTING PROTOKOL PADA WIRELESS SENSOR NETWORKS (WSNs),” *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, p. 177, 2019, doi: 10.24036/voteteknika.v7i2.105144.
- [7] A. Guntara, J. Teknik, E. Politeknik, and N. Lhokseumawe, “Analisis Throughput Jaringan Lan Ad Hoc,” vol. 16, no. 1, pp. 13–18, 2019.
- [8] F. Tabbana, “Performance Analysis of AODV, DSDV and ZRP Routing Protocols for Wireless Sensor Networks using NS2 Tool,” pp. 279–297, 2020, doi: 10.5121/csit.2020.100525.
- [9] K. Natarajan and G. Mahadevan, “Mobility based performance analysis of MANET routing protocols,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 163, no. 10, pp. 37–43, 2017, doi: 10.5120/ijca2017913759.
- [10] S. A. Wachid Ismail Amrullah, “2281-6534-1-Sm,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. XI*, no. ISSN 2685-6875, pp. 1–6, 2021.
- [11] N. F. Assidiq and I. Nurcahyani, “Analisis Pengaruh Kinerja Routing Protocol AODV Dan DSDV Terhadap Konsumsi Energi Node Pada Jaringan Manet,” pp. 1–6, 2018.
- [12] Y. Dhamayanti and G. Hendranto, “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,” *J. Ilm.ELIT. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 5–10, 2013.
- [13] A. Budianto, R. A. Yuana, and A. A. Puspitaningrum, “Analisis Perbandingan Performansi Protokol Routing AODV dan DSDV pada Mobile Ad-Hoc Network,” *Sistemasi*, vol. 8, no. May, pp. 28–40, 2019.
- [14] E. H. Harapah, “Performance Analysis AODV(Ad Hoc On Demand Distance Vector) And DSR (Dynamic Source Routing) Protocol to Active Attack I MANET (Mobile Ad Hoc Network) In Term Of Network QOS (Quality Of Service),” *e-Proceeding Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 118–125, 2014.
- [15] G. T. Garcia *et al.*, “Wireless Sensor Network for Monitoring Physical Variables Applied to Green Technology (IoT Green Technology),” *Eur. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–7, 2018, doi: 10.24018/ejece.2018.2.2.15.