

## Analisis Pengaruh *Node Density* pada *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET) dengan menggunakan Protokol Routing *Dynamic Source Routing* (DSR) di Model Jalan Perkotaan

Rexy Marten<sup>1</sup>, Dany Primanita Kartikasari<sup>2</sup>, Fariz Andri Bakhtiar<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Email: <sup>1</sup>contact.rexymarten@gmail.com, <sup>2</sup>dany.jalin@ub.ac.id, <sup>3</sup>fariz@ub.ac.id

### Abstrak

VANET merupakan jaringan *wireless* yang menggunakan kendaraan menjadi node yang bergerak guna melakukan pertukaran informasi yang mampu sediakan kenyamanan dan keamanan dalam berkendara. Karakteristik dari VANET adalah mobilitasnya yang tinggi dan jumlah kendaraan atau *node density* yang bervariasi. Pada kondisi jalan di kawasan perkotaan, banyaknya jumlah kendaraan dipengaruhi oleh aktivitas pada jalan di jam-jam tertentu seperti pada jam *rush hour* pagi hari dan sore hari, ini menyebabkan jumlah kendaraan menjadi bervariasi. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa DSR merupakan protokol routing reaktif yang bisa bekerja di VANET dan menghasilkan kinerja yang baik dari parameter *overhead*, *packet delivery ratio*, dan *normalized routing load*. Studi ini membahas mengenai analisis pengaruh *node density* pada jaringan VANET dengan menggunakan protokol routing DSR pada model jalan perkotaan sebagai simulasinya. Pengujian sesuai pada perubahan jumlah node sebesar 30, 60, 90, 120, 150 dan 300 dengan parameter pengujian *end to end delay*, *packet delivery ratio* serta menggunakan regresi linier yang mencakup pengujian koefisien determinasi, uji F dan uji T untuk pengujian validitas. Hasil studi memperlihatkan terdapat pengaruh *node density* terhadap kinerja dari VANET dari uji validitas menggunakan regresi linier sederhana. Kinerja dari VANET menggunakan DSR menghasilkan nilai *end to end delay* yang paling baik terdapat pada jumlah node sebesar 30 dengan 3057.79 ms dan delay yang paling buruk terdapat pada jumlah node sebesar 300 dengan 25432.9ms, sedangkan pada parameter *packet delivery ratio* didapatkan hasil paket sukses terkirim paling banyak terdapat pada jumlah node 300 dengan 92.79% dan hasil yang paling sedikit terdapat pada jumlah node 30 dengan 76.88%

**Kata kunci:** VANET, DSR, Node Density

### Abstract

*VANET is a wireless network which using vehicle as a moving node for exchange information and provide comfort and security for vehicle user. Characteristics of VANET are high mobility and different number of vehicle. Number of vehicle in urban area is affected by activity on the area at certain hour such as rush hour in the morning and evening, this caused number of vehicle varies. Previous research stated that DSR is a reactive routing protocol that able to work in VANET and produces good performances based on overhead, packet delivery ratio, and normalized routing load parameter. This study presents an analysis of the effect of node density in VANET network using DSR in urban model area as the simulation. Testing is based on changes in the number of nodes using 30, 60, 90, 120, 150 and 300 nodes with testing parameters end to end delay packet and delivery ratio, also using coefficient determination, F test, and T test for validity testing. The result showed that node density impacted VANET performance when using linier regression for validity testing. The performance of VANET by using DSR produces the best end to end delay in 30 nodes with 3057.79ms, and the worst in 300 nodes with 25432.9ms, while in packet delivery ratio parameter produces the packet successfully sent in 300 nodes with 92.79%, and the least in 30 nodes with 76.88%.*

**Keywords:** VANET, DSR, Node Density

## 1. PENDAHULUAN

VANET merupakan teknologi telah dikembangkan dengan menerapkan komunikasi *wireless* antar kendaraan. Kendaraan tersebut dapat memberi atau menerima informasi kepada kendaraan lain, tiap kendaraan lengkap dengan perangkat *wireless* saat tempuh perjalanan dari titik asal ke tujuan. VANET dikhususkan untuk mewujudkan *Intelligent Transportation System* (ITS) yang sediakan kenyamanan serta keamanan pemakai jalan saat berkendara. Teknologi VANET ini dapat digunakan untuk pengelolaan lalu lintas, pemberian informasi kejadian yang terjadi pada jalan di sekitarnya seperti kemacetan, kecelakaan, maupun informasi mengenai jalan yang tidak bisa diakses saat terjadi bencana alam.

Pada VANET, jumlah kendaraan yang berada pada suatu jangkauan area disebut dengan *node density*. *Node density* pada suatu daerah dipengaruhi oleh letak geografis, dimana tingkat *node density* di daerah perkotaan lebih tinggi jika dibandingkan di daerah pedesaan. Tingginya *node density* atau kepadatan node pada daerah perkotaan adalah faktor yang tidak bisa dihindari. Bersamaan dengan mobilitas pada VANET, *node density* juga dibatasi dengan kondisi pada jalan. Pada kondisi jalan di kawasan perkotaan, banyaknya jumlah kendaraan dipengaruhi oleh aktivitas pada jalan di jam-jam tertentu seperti pada jam *rush hour* pagi hari dan sore hari, ini menyebabkan jumlah node pada jalan tidak merata dan jarak antar kendaraan menjadi kecil, dimana keadaan ini dapat mempengaruhi konektivitas antar node pada jaringan. (Kumar, et al., 2020).

Sesuai studi dari Liu pada tahun 2018, menyimpulkan bahwa *node density* mempengaruhi kinerja dari VANET dari sisi *Packet delivery ratio rate*, dimana *packet delivery ratio* ialah kondisi dimana data yang dikirimkan node sumber tidak sampai pada node tujuan. Dampak lain dari tingginya *node density* pada VANET juga mempengaruhi waktu pengiriman data, dengan banyaknya node dalam suatu periode waktu, informasi yang dikirimkan dari node sumber harus sudah diterima oleh node tujuan (Harkat & Amrouche, 2018)

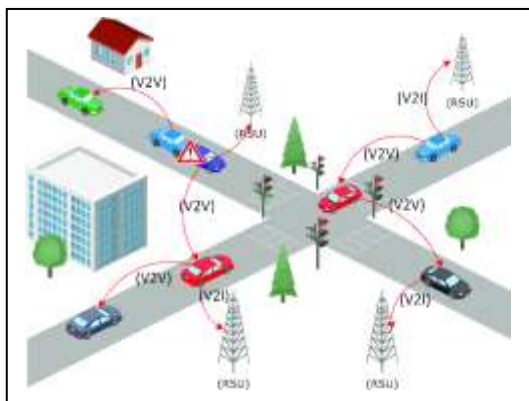
Protokol routing berperan penting pada VANET, sebab dengan tahap routing, komunikasi serta pertukaran data dari masing-

masing kendaraan bisa dialami (Devangavi, 2017). Suatu protokol routing yang dapat bekerja di jaringan VANET adalah *Dynamic Source Routing*. Di riset protokol routing jaringan VANET yang dilaksanakan Eduardo pada tahun 2018 menyimpulkan protokol routing DSR menghasilkan kinerja yang baik dari metrik pengujian *packet delivery ratio*, *packet delivery ratio*, dan pada metrik *normalized routing load* yang mengindikasikan efisiensi dari protokol routing ini, dikarenakan bahwa DSR merupakan protokol routing yang reaktif, yang mana DSR tidak mengirimkan data secara periodik melainkan hanya akan melakukan transmisi data jika terdapat *request*. Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan analisis mengenai pengaruh *node density* terhadap kinerja dari VANET dengan menggunakan protokol routing DSR di model jalan perkotaan.

## 2.1 Vehicular Ad Hoc Network (VANET)

Vehicular Ad Hoc Network (VANET) merupakan jaringan komunikasi ad hoc yang menggunakan kendaraan sebagai nodenya. Jaringan ad hoc adalah jaringan yang tidak bergantung pada infrastruktur nirkabel seperti *access point*. Node-node yang berada pada suatu jangkauan dapat saling tukar informasi, dengan *medium wireless*, dan setiap node bisa ikut serta meninggalkan jaringan kapan saja seiring dengan mobilitas masing-masing node. Tujuan utama dari VANET ialah untuk menciptakan kenyamanan serta keamanan berkendara. (Kugali, 2020).

Setiap node yang tersebar di sepanjang jalan raya berpola tertentu, node pada VANET dapat menjadi sender maupun receiver dan dilengkapi dengan perangkat *On Board Unit* (OBU) untuk melakukan komunikasi yang dikelola oleh masing-masing node. Tiap node perlu perbolehkan node yang lain supaya bisa berkomunikasi bersama node itu. Mekanisme komunikasi tiap node pada VANET tersusun dari *vehicle to vehicle communication* (V2V) *vehicle to road side communication infrastructure* (V2I), serta hybrid. frekuensi tersebut dapat digunakan untuk komunikasi yang lebih efisien pada pergerakan node yang cepat pada lingkungan VANET.



Gambar 1. Komunikasi V2V dan V2I pada VANET. Sumber: Karne & Sreeja (2021)

Pada gambar 1, *Vehicle to vehicle communication* (V2V) ialah model komunikasi antar kendaraan yang bergerak. Mekanisme komunikasi ini ijinkan beberapa kendaraan yang saling berkomunikasi. Supaya data bisa capai node tujuan, maka dibutuhkan node-node antara sumber dan tujuan guna lakukan *relay* (salurkan) data sampai ke node tujuan.

### 2.2 Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE) 802.11p

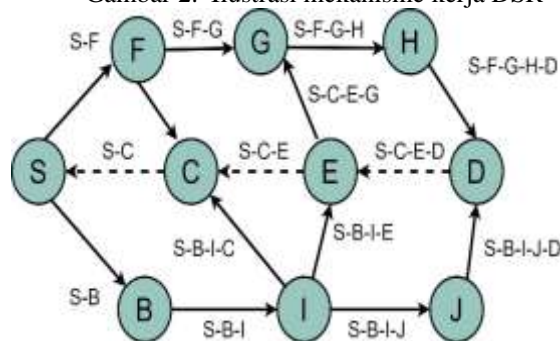
Jaringan VANET menggunakan protokol WAVE 802.11p untuk dapat menangani karakteristik dari mobilitas VANET. Protokol 802.11p merupakan peningkatan pada layer MAC dan layer fisik dari protokol 802.11. VANET butuh kemampuan pertukaran data dengan cepat maka membutuhkan protokol yang bisa mengakomodir mobilitas yang tinggi dari VANET. Pada standar 802.11, pemindaian kanal bagi *beacon* dari *Basic Service Set* (BSS) membutuhkan waktu yang lebih lama serta lakukan banyak proses *handshakes* dalam bangun komunikasi, lalu protokol 802.11p berkonfigurasi kanal yang miliki BSSID yang sama guna komunikasi tanpa jeda. Pertukaran data bisa dilaksanakan pada protokol 802.11p tanpa perlu melakukan kontak dengan BSS. (Arena., Et al, 2020)

Pada layer fisik, dilakukan peningkatan terhadap protokol 802.11 untuk mengakomodir karakteristik dari VANET, seperti kanal frekuensi serta peningkatan kinerja dari penerima. Protokol 802.11 bekerja pada frekuensi 2.4GHz, ini akan menyebabkan gangguan yang lebih besar sebab sebagian

besar perangkat nirkabel menggunakan frekuensi 2.4GHz sedangkan pada protokol 802.11p, frekuensi yang digunakan adalah 5.9GHz dan Dynamic Source Routing (DSR)

DSR adalah sebuah protokol routing reaktif di dalam *topology-based* pada MANET yang bisa diterapkan di jaringan VANET. DSR miliki dua mekanisme routing, yaitu *route discovery* dan *route maintenance*. DSR bekerja jika terdapat sebuah *request* untuk mencari rute ke node tujuan dan jika dalam pencarian rute, node sumber tidak menemukan informasi rute, maka DSR menggunakan *route discovery*, yakni proses awal saat node sumber ingin kirimkan data ke node tujuan. Node sumber akan lakukan pengecekan rute terlebih dahulu pada *route cache* nya untuk menentukan proses selanjutnya. *Route cache* berisikan daftar rute yang pernah disimpan, jika daftar rute pada *route cache* kosong, maka node sumber lakukan proses *route request* (RREQ) secara broadcast keseluruhan node tetangga, dan saat pesan tersebut sudah tiba di node tujuan, maka node tujuan akan kirimkan pesan *route reply* (RREP) ke node pengirim bersama informasi *path* dari node yang telah dilalui oleh *route request* yang digunakan. Sementara pada tahap *route maintenance*, informasi *path* yang telah ditemukan dari node tujuan akan disimpan pada *route cache* dan dapat digunakan sewaktu-waktu. (Ahn, 2018). Pada gambar 2, RREQ dilambangkan dengan garis lurus dan RREP dilambangkan dengan garis putus-putus.

Gambar 2. Ilustrasi mekanisme kerja DSR



### 2.3 Constant Bit Rate (CBR)

CBR adalah *application layer protocol* dan merepresentasikan traffic yang terjadi antara agent dan memakai transport agent yakni *User Datagram Protocol* (UDP) guna berkomunikasi. CBR mendukung komunikasi *unidirectional* yang berarti hanya terjadi komunikasi satu arah dari sumber ke tujuan.

Karakteristik lain dari CBR yaitu bit rate, jumlah paket, dan durasi yang konstan. (Sai Srujan & Sudhakar, 2018)

2. PERANCANGAN

Perancangan menjadi tahap persiapan dari simulasi yang dijalankan, bagian perancangan terdiri dari perancangan peta, parameter simulasi, dan parameter pengujian. Pada penelitian ini digunakan peta dengan model jalan di perkotaan yang diimport dengan *openstreemap*. Jalan yang dipakai di studi ini adalah jalan di daerah Menteng, Jakarta terlihat di gambar 4.

1. Routing Overhead

*Routing Overhead* merupakan jumlah paket kontrol routing (RREQ dan RREP) yang ditransmisikan per data paket yang terkirim ke tujuan sepanjang simulasi berjalan

$$RO = \left( \frac{\sum RTRPacket}{PacketRecv} \right)$$

2. End-to-end delay

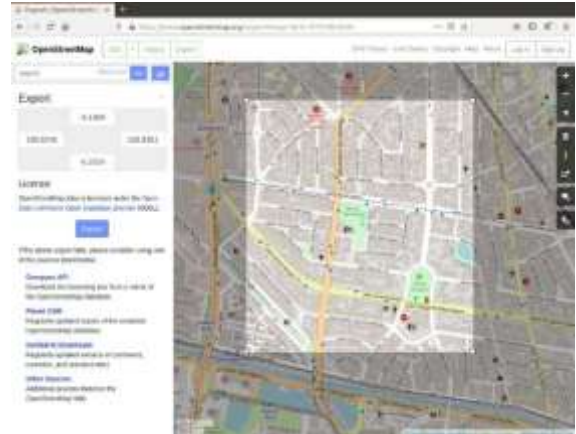
*End-to-end delay* merupakan waktu tunggu yang dibutuhkan saat paket ditransmisikan dari node asal menuju node tujuan. Rumus dari *end-to-end delay* dapat dilihat pada persamaan 1.

$$Delay = \left( \frac{\sum TimeReceive - \sum TimeSent}{TotalPacketDelivered} \right) \tag{1}$$

3. Packet Delivery Ratio.

*Packet Delivery Ratio* merupakan rasio perbandingan banyaknya paket yang diterima pada node tujuan dengan banyaknya paket yang dikirimkan pada node sumber. Rumus dari *packet delivery ratio* terlihat di persamaan 2.

$$Average PDR = \left( \right)$$



Gambar 4. Perancangan peta yang digunakan

Pada perancangan parameter simulasi, ada beberapa parameter yang akan dipakai guna lakukan simulasi, dan parameter tersebut bersifat konstan dan digunakan dalam nilai yang sama seperti yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perancangan Parameter Simulasi

Parameter	Nilai
Network Simulator	NS-2 <span style="float:right">(2)</span>
Protokol Routing	DSR
Tipe MAC	802.11p
Ukuran Paket	512Kb
Jenis Data	UDP
Mobiltas	Random Way Point
Kendaraan	
Durasi Simulasi	500 detik
Jumlah Node	30, 60, 90, 120, 150, 300
Kecepatan Node	25km/h

Perancangan parameter pengujian merupakan perancangan yang dilaksanakan guna tentukan parameter uji pada simulasi. Parameter uji yang digunakan adalah:

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Di bagian ini dijabarkan hasil dari simulasi dan pengujian serta analisis dari beberapa skenario. Analisis tujuannya guna menilai adanya pengaruh *node density* terhadap kinerja jaringan VANET.

3.1 Routing Overhead

Pengujian skenario ini bertujuan untuk menguji kinerja protokol routing DSR terhadap parameter *routing overhead* yang bertujuan untuk mengetahui efisiensi dari kinerja DSR sebagai protokol routing.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Routing Overhead*

Jumlah Node	Routing Overhead
30	0.060
120	0.202
300	0.254

Pada tabel 1 terdapat nilai *routing overhead* pada DSR, makin kecil rasionya, maka makin sedikit paket yang dirouting pada jaringan itu, sedangkan, makin banyak paket *routing*, maka makin tinggi beban jaringan. Pada hasil pengujian *r routing overhead*, DSR tetap menjaga jumlah *routing packet* lebih kecil dibandingkan dengan jumlah paket yang diterima pada node tujuan, ini membuktikan bahwa DSR bekerja secara efisien dalam mencari rutenya. Pada tabel 5.1 menunjukkan bahwa nilai *routing overhead* yang paling kecil dihasilkan dari percobaan 30 node dengan 0.060 dan nilai yang paling besar dihasilkan dari percobaan 300 node dengan 0.254.

### 3.2 End-to-End Delay

Parameter *end-to-end delay* digunakan untuk mengukur waktu tunggu yang diperlukan suatu paket guna dapat diterima pada node tujuan. Makin rendah nilai *end-to-end delay* yang didapat, maka makin baik kinerja dari jaringan VANET.

Tabel 3. Hasil Pengujian *End-to-end delay*

Jumlah Node	End-to-end delay (ms)
30	3057.79
60	6970.58
90	8724.22
120	9388.84
150	13276.5
300	25432.9

Pada tabel 3 terdapat hasil dari pengujian *node density* terhadap parameter *end-to-end delay*. Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai delay yang terbaik berada pada 30 node dengan 3057.79ms dan nilai delay yang terburuk berada pada 300 node dengan 25432.9ms

Pada hasil analisis dengan menggunakan metode regresi linier sederhana sebagai uji validitas yang mencakup koefisien determinasi, uji F dan uji T dengan parameter uji *end-to-end delay* menyatakan bahwa *node density* memiliki pengaruh terhadap kinerja dari VANET, pernyataan tersebut didapatkan melalui hasil perhitungan uji T yang menghasilkan signifikansi sebesar 0.000 dan dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0.05. Berdasarkan

intepretasi metode uji T, jika nilai signifikansi  $< \alpha$ , maka hipotesis awal  $H_0$  mengenai konstanta tidak sesuai, yang berarti variabel *node density* sesuai dan berpengaruh dalam kinerja VANET

### 3.3 Packet Delivery Ratio

Parameter *packet delivery ratio* digunakan untuk mengukur rasio perbandingan jumlah paket yang diterima pada node tujuan dengan jumlah paket yang dikirim oleh node sumber. Satuan nilai dari *packet delivery ratio* adalah berbentuk presentasi (%). Makin tinggi nilai *packet delivery ratio* yang didapat, maka makin baik kinerja dari jaringan VANET.

Tabel 4. Hasil Pengujian *packet delivery ratio*

Jumlah Node	Packet delivery ratio (%)
30	76.68
60	83.61
90	89.44
120	89.15
150	91.15
300	92.79

Pada tabel 4, terdapat hasil dari pengujian *node density* terhadap parameter *packet delivery ratio*. Berdasarkan tabel 3, terlihat nilai *packet delivery ratio* yang tertinggi berada pada 300 node dengan 92.79% rasio paket yang berhasil dikirimkan sementara nilai *packet delivery ratio* yang terendah berada di 30 node dengan 76.68% rasio paket yang berhasil dikirimkan.

Pada hasil pengujian dengan parameter *packet delivery ratio* menyatakan *node density* memiliki pengaruh terhadap kinerja dari VANET, pernyataan tersebut didapatkan melalui hasil perhitungan uji T yang hasilkan nilai signifikansi sebesar 0.036 dan dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0.05, berdasarkan interpretasi metode ujiT, jika nilai signifikansi  $< \alpha$ , maka hipotesis awal

$H_0$  mengenai konstanta tidak sesuai, yang berarti variabel *node density* sesuai dan berpengaruh dalam kinerja VANET.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan skenario yang dilakukan, hasil nilai *end-to-end delay* yang paling baik didapatkan pada skenario 30 node sebesar 3057.79ms, dan hasil yang paling buruk didapatkan pada skenario 300 node sebesar

25432.9ms. Pada jaringan VANET, semakin banyak node yang berada pada suatu jangkauan komunikasi, maka waktu yang dibutuhkan sebuah node sumber dalam menemukan node tujuan akan semakin besar, dan dengan semakin besarnya nilai *delay* pada VANET, maka proses komunikasi antar kendaraan dapat terganggu dengan melihat karakteristik VANET yang memiliki mobilitas node yang tinggi dan node dapat terdiskoneksi sewaktu-waktu. Pada parameter *packet delivery ratio*, skenario node berjumlah 300 memiliki lebih besar jumlah paket yang berhasil dikirimkan dengan nilai 91.15% dan skenario node berjumlah 30 memiliki lebih kecil jumlah paket yang berhasil dikirimkan dengan nilai 76.88%. Semakin besarnilai *packet delivery ratio*, maka paket yang berhasil dikirimkan akan semakin besar juga

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Arena, F., Pau, G. and Severino, A., 2020. A Review on IEEE 802.11p for Intelligent Transportation Systems. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 9(2), p.22.
- Devangavi, D.A., Gupta, Dr.R. (2017). Routing Protocols in VANET – A Survey. *International Conference On Smart Technology for Smart Nation*, 163-167
- Harkat, Y. and Amrouche, A., 2018. Vehicle density, vehicle speed and packet inter-arrival time analysis in IEEE 802.11p EDC based VANETs. *2018 International Conference on Signal, Image, Vision and their Applications (SIVA)*,.
- Kementerian Perhubungan. 2015. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 111 Tahun 2015. [pdf]. Kementerian Perhubungan. Diambil kembali 28 Oktober 2018, dari: [http://jdih.dephub.go.id/assets/uudocs/permen/2015/PM\\_111\\_Tahun\\_2015.pdf](http://jdih.dephub.go.id/assets/uudocs/permen/2015/PM_111_Tahun_2015.pdf)
- M. Rajkumar, M. Nithiya, P.Hemalatha. (2016). Overview of VANET With ITS Features and Security Attacks.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). DASAR-DASAR STATISTIK PENELITIAN. Yogyakarta: SIBUKU MEDIA
- Sai Srujan, H. and Sudhakar, A., 2018. Improving QoS Parameters Based on TrafficType for AODV Routing Protocol in MANET. *International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (ICICI)2018*, pp.31-41.
- Sandeep N. Kugali, 2020. Vehicular ADHOC Network (VANET):-A Brief Knowledge. *International Journal of Engineering Research and*, V9(06).
- Vidhale, B., Dorle, S. S. (2011). Performance Analysis of Routing Protocols in Realistic Environment for Vehicular Ad Hoc Networks. 2011 21st International Conference on Systems Engineering
- Wu, W., Li, Z., Zhang, Y., Guo, J. and Zhao, J., 2017. Design and Implementation of Distributed Broadcast Algorithm Based on Vehicle Density for VANET Safety-Related Messages. *Communications in Computer and Information Science*, pp.271-285.
- Yeferny, T., Hamad, S., 2021. Vehicular Ad-hoc Networks: Architecture, Applications and Challenges. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 20(2).