

# Analisis Kinerja GPSR dan AODV pada VANET dengan Skema Pengimbangan Beban Trafik

RENDI DIAN PRASETIA, DOAN PERDANA, RIDHA MULDINA NEGARA

Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
Email : [prasetia.rendi.rdp@gmail.com](mailto:prasetia.rendi.rdp@gmail.com)

*Received* 1 Maret 2018 | *Revised* 16 April 2018 | *Accepted* 28 Mei 2018

## ABSTRAK

*Salah satu permasalahan di kota-kota besar adalah kemacetan lalu lintas yang disebabkan karena tidak mencukupinya ruas jalan, volume kendaraan yang begitu besar, persebaran kendaraan yang tidak merata dan lain-lain. Salah satu solusinya adalah para pengendara dapat menggunakan aplikasi peta digital pada smartphone-nya. Oleh karena itu perlu dilakukan pengimbangan beban trafik kendaraan. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai kinerja VANET yang menggunakan protokol routing GPSR dan AODV dengan skema pengimbangan beban trafik kendaraan dengan pengaruh kepadatan node. Perancangan sistem simulasi terbagi menjadi dua subsistem yaitu subsistem mobilitas dan jaringan. Kemudian dilakukan pengimbangan beban trafik kendaraan, dan kinerja VANET akan diamati. Performansi dievaluasi dengan average end to end delay, throughput, dan packet delivery ratio. Nilai rata-rata throughput, PDR, delay untuk GPSR adalah 142.21 Kbps, 87.47 %, dan 82.83 ms. Sedangkan AODV adalah 119.81 Kbps, 86.67 %, dan 103.21 ms. Dari hasil penelitian nilai QoS performansi dari routing protocol GPSR lebih baik dari pada AODV pada VANET.*

**Kata kunci:** Vanet, Pengimbangan Beban, GPSR, AODV.

## ABSTRACT

*One of the problems in big cities is congestion. The congestion is caused by insufficient road segment, large volume of vehicles, unbalanced spread of vehicles and others. One solution is that riders can use digital map applications on their smartphones. Therefore it is necessary to balancing the traffic load of vehicles. In this research will be discussed about VANET performance using GPSR and AODV routing protocol with vehicle traffic load balancing scheme with node density influence. The design of the simulation system is divided into two subsystems namely mobility and network subsystem. Then balancing the vehicle traffic load, and VANET performance will be observed. Performance is evaluated with the average end to end delay, throughput, and packet delivery ratio. The mean value of throughput, PDR, delay for GPSR respectively 142.21 Kbps, 87.47%, and 82.83 ms. While AODV is 119.81 Kbps, 86.67%, and 103.21 ms. From the simulation results can be concluded that the performance of GPSR is better than AODV on VANET.*

**Keywords:** Vanet, Load Balancing, GPSR, AODV.

## 1. PENDAHULUAN

*Vehicular Ad-hoc Networks (VANET)* adalah suatu jaringan *ad-hoc* yang bersifat *self-organizing* yang bekerja pada sistem *intervehicle communication (IVC)* dan *vehicle-to-infrastructure communication* yang juga merupakan subkelas dari *mobile ad-hoc network (MANET)* (**Jerome, 2009**). Saat ini VANET menjadi salah satu area riset yang berkembang di beberapa tahun terakhir guna mendukung *Intelligent Transportation System (ITS)* (**LAB-KBJ, 2016**). Salah satu permasalahan di kota-kota besar adalah kemacetan lalu lintas. Kemacetan ini disebabkan karena tidak mencukupinya ruas jalan, volume kendaraan yang begitu besar, persebaran kendaraan yang tidak merata dan lain-lain. Kemacetan harus segera diatasi, agar tidak menyebabkan kerugian yang semakin besar. Salah satu solusinya adalah para pengendara dapat menggunakan aplikasi peta digital pada *smartphone*-nya.

Aplikasi peta digital seperti *Google Maps*, *Waze* menggunakan skema pengimbangan beban trafik kendaraan yang dapat menentukan rute terbaik dengan waktu tempuh terpendek. Keadaan riil yang dialami adalah ketika suatu ruas jalan mengalami kepadatan dan pengendara dapat mencari alternatif jalan dengan kepadatan kendaraan yang rendah melalui aplikasi peta digital. Dengan asumsi seperti itu dapat diasumsikan bahwa pada masa yang akan datang model mobilitas kendaraan akan sesuai dengan skema pengimbangan beban trafik kendaraan, yaitu kendaraan akan tersebar pada ruas-ruas untuk mencapai waktu tempuh terpendek. VANET dapat diimplementasikan pada kendaraan, sehingga memungkinkan kendaraan dapat saling berkomunikasi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kinerja jaringan VANET dengan model mobilitas kendaraan seperti yang telah diasumsikan sebelumnya dengan menggunakan layanan *Data* dan *Voice* serta dengan perbedaan jumlah kendaraan.

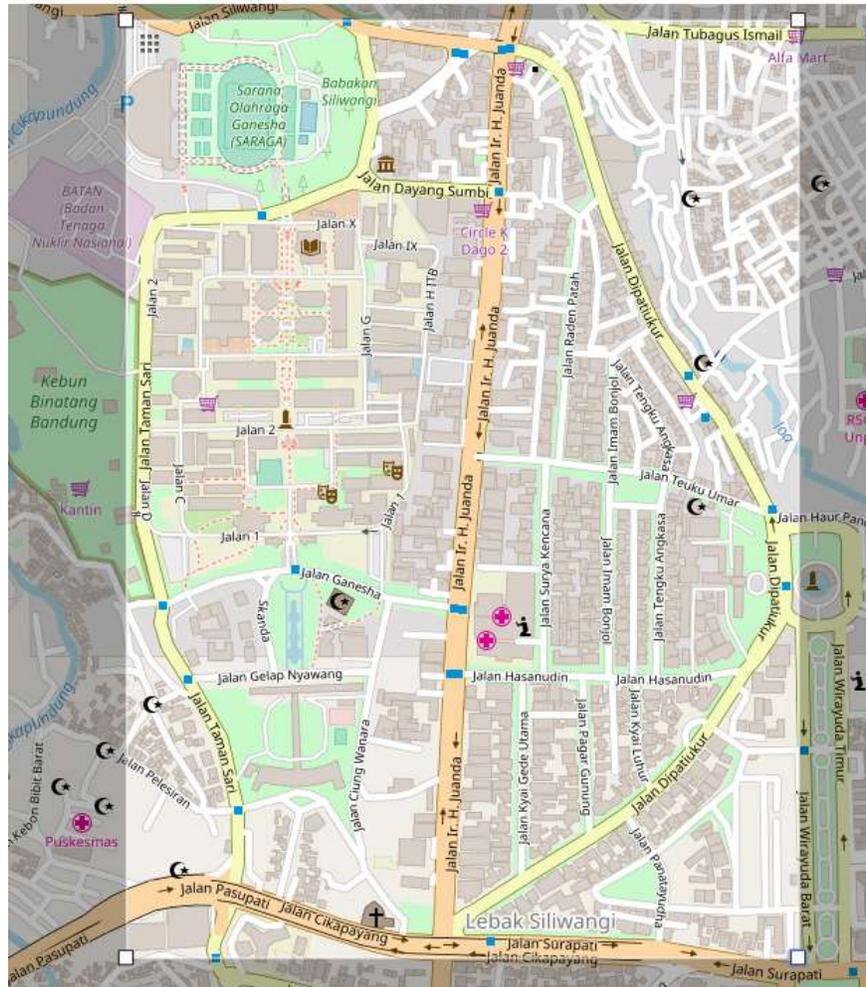
Pada penelitian sebelumnya oleh Muhtadi dkk (**Muhtadi, 2015**), peneliti menggunakan *Routing Protocol AODV*, *ZRP*, *DSDV*. Ketiga *routing protocol* tersebut termasuk dalam *Topology Based Routing*. Pada penelitian ini penulis akan menggunakan *routing protocol GPSR* yang termasuk *Geographic Based routing* dan *routing protocol AODV* yang termasuk dalam *Topology Based Routing*. *GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)* adalah *routing protocol* yang bekerja dengan menggunakan informasi geografis pada tiap *node*-nya untuk mencari dan menemukan *node* terdekat yang digunakan untuk membentuk jalur *routing*. *AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector)* adalah *routing protocol* yang bekerja menggunakan *table routing* pada pengiriman pakatnya. Hasil penelitian akan dibandingkan antara kedua *routing protocol* tersebut, sehingga dapat diambil kesimpulan *routing protocol* yang lebih baik.

## 2. PERANCANGAN SISTEM

### 2.1. Perancangan Model Mobilitas

Pada penelitian ini dirancang model mobilitas yang menunjukkan skema pengimbangan beban trafik kendaraan. Pada penelitian ini digunakan suatu perangkat lunak pembuat model mobilitas kendaraan yang bernama *VanetMobiSim* versi 2.0. *Vanetmobisim* dapat menghasilkan pola pergerakan kendaraan secara rinci menggunakan mode makro dan mikro yang berbeda, dan mempertimbangkan interaksi keduanya. Serta dapat mensimulasikan kondisi lalu lintas yang berbeda melalui skenario yang dapat disesuaikan sepenuhnya (**Perdana & Sari, 2015**). Dalam membentuk model mobilitas yang semirip mungkin dengan aslinya dalam penelitian ini menggunakan data yang didapat dari observasi secara langsung. Sedangkan untuk pembuatan peta digunakan koordinat yang diperoleh dari file *Open Street Map (OSM)* sehingga peta yang dihasilkan akan sesuai dengan ukuran yang sebenarnya.

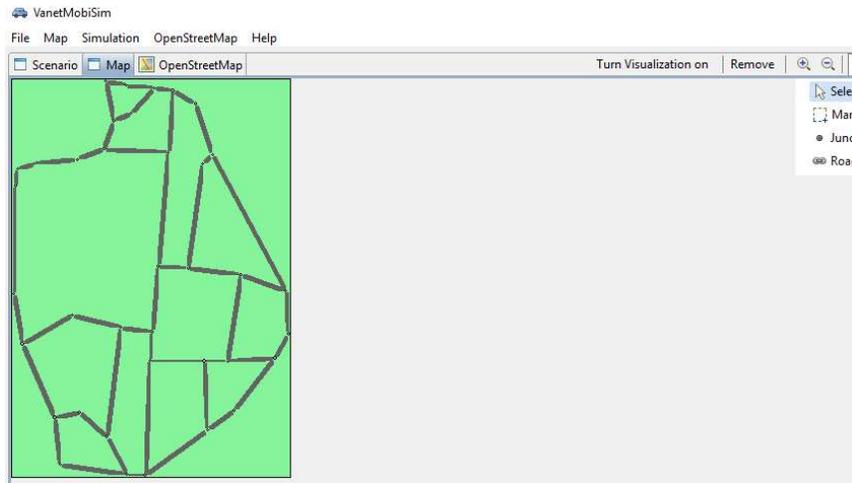
Langkah awal dalam pembuatan model mobilitas dengan data riil adalah menentukan wilayah yang akan digunakan. Penentuan wilayah ini menggunakan perangkat lunak VanetMobiSim sebagai antarmukanya dan *OpenStreetMap* sebagai sumber peta ini diambil. Wilayah yang dipilih pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Wilayah terpilih**

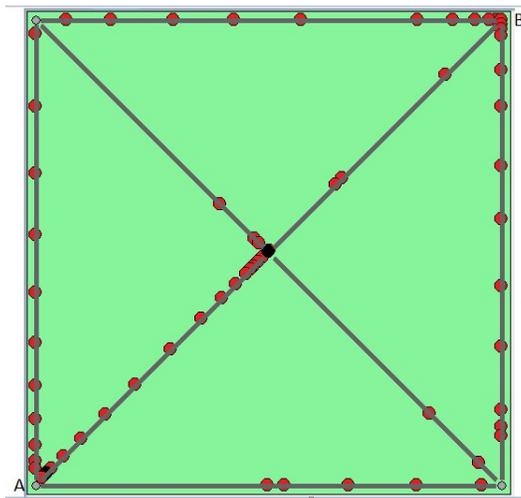
Peta dibuat secara manual menggunakan modul *User Graph* pada VanetMobiSim. Dalam modul *User Graph* dapat mengatur beberapa parameter seperti jumlah jalur, jenis kendaraan yang dapat melintas, serta kecepatan maksimum pada jalur. Hasil dari pembuatan peta menggunakan modul *User Graph* ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Langkah selanjutnya adalah menentukan perilaku pengendara untuk wilayah yang digunakan. Perilaku pengendara adalah parameter-parameter yang membentuk perilaku dalam berkendara. Parameter tersebut diantaranya kecepatan dan percepatan kendaraan, dan metode pemilihan rute perjalanan. Untuk membentuk perilaku pengendara dengan parameter tersebut maka digunakan suatu model mobilitas yang bernama *Intelligent Driver Model with Intersection Management (IDM-IM)* yang dikembangkan oleh Institut Eurecom.



**Gambar 2. Hasil Pembuatan Peta dengan *User Graph***

Algoritma penentuan rute yang digunakan dalam penelitian ini adalah Algoritma *Speed Path*. Algoritma *Speed Path* adalah algoritma pemilihan rute perjalanan dengan waktu tercepat. Algoritma *Speed Path* menunjukkan perilaku pengemudi yang mencari waktu tempuh lebih cepat. Algoritma *Speed Path* digunakan untuk skema pengimbangan beban trafik kendaraan, dapat dilihat pada Gambar 3. *Node* / kendaraan akan memilih jalur yang tersedia dengan waktu tempuh yang lebih cepat, tidak terpaku pada satu jalur yang terpendek.



**Gambar 3. Model Mobilitas Algoritma *Speed Path***

Pada simulasi, kendaraan akan dilewatkan pada satu jalur, kemudian dengan IDM-IM yang telah diatur sebelumnya kendaraan/*node* akan menyebar ke jalur lain yang ada untuk mendapatkan waktu tempuh tercepat. Karakteristik trafik kendaraan adalah parameter yang membentuk karakteristik suatu jalan. Pada umumnya menggunakan satuan mobil penumpang (smp). Parameter ini diantaranya kecepatan rata-rata (km/jam), volume kendaraan (smp/jam), dan intensitas trafik (smp/km). Untuk menentukan karakteristik kendaraan ini diperlukan dua data yaitu data kecepatan rata-rata kendaraan pada ruas jalan tertentu beserta dengan nilai kedatangan kendaraan tiap satuan waktu. Penelitian ini akan melihat dan menganalisis kinerja pada Vanet dengan perbedaan jumlah *node* dengan skema pengimbangan beban trafik kendaraan. Kecepatan rata-rata yang digunakan adalah 70

km/jam sesuai dengan standar minimum kecepatan pada Vanet. Jumlah *node* yang digunakan adalah 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 *node* (Setiabudi, Pratiwi, Ardiansyah, Perdana, & Sari, 2016). Terdapat tiga ruas jalan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Jalan Djuanda, Jalan Taman Sari, dan Jalan Dipatiukur Kota Bandung.

## 2.2. Perancangan Model Jaringan

Model jaringan merupakan subsistem yang didalamnya berkaitan dengan jaringan yang digunakan pada penelitian ini. Jaringan yang digunakan adalah jaringan *ad-hoc* antar kendaraan yaitu Vanet, oleh karena itu jaringan akan dirancang sesuai dengan karakteristik dan parameter yang ada pada jaringan Vanet. Perancangan model jaringan dilakukan menggunakan *Network Simulator 2 (NS-2)*. Pembentukan subsistem jaringan ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu spesifikasi jaringan VANET, trafik data dan *routing protocol*.

### 2.2.1. Spesifikasi Jaringan Vanet

Standar IEEE 802.11p dikenal sebagai *Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)* yang khusus dikembangkan untuk diaplikasikan pada jaringan Vanet. Standar ini juga dapat mendukung berbagai aplikasi pada *Intelligent Transportation System (ITS)*. Perkembangan ini diantaranya pertukaran data antar kendaraan berkecepatan tinggi dengan kendaraan berkecepatan rendah dan infrastruktur jalan pada pita radio yang telah terlisensi untuk ITS (Abdeldime & Wu, 2014). Pada NS2 telah tersedia *file \*.tcl* yang menyediakan spesifikasi yang dibutuhkan untuk mengaplikasikan standar IEEE 802.11p pada simulasi. *File* yang dimaksud terletak pada direktori `../ns-allinone-2.35/ns-2.35/tcl/ex/802.11/IEEE802-11p.tcl` (Muhtadi, 2015).

### 2.2.2. Trafik Data

Penelitian ini menggunakan trafik data berupa *Constant Bit Rate (CBR)* yang dibangkitkan menggunakan *script* `cbrgen.tcl`. Pembangkitan trafik menggunakan *script* tersebut bersifat acak dengan distribusi seragam. Parameter yang dimasukkan dalam *script* `cbrgen.tcl` adalah tipe koneksi, jumlah *node*, koneksi maksimal, laju paket, dan *seed*. Tipe koneksi yang digunakan adalah *User Datagram Protocol (UDP)*. Alasan pemilihan tipe koneksi UDP ini karena umumnya untuk trafik yang berhubungan dengan keselamatan pada VANET adalah trafik yang ditumpangkan pada koneksi UDP sehingga dapat meminimalisir *delay*. Koneksi maksimal menentukan banyaknya koneksi maksimal yang terdapat pada jaringan pada satu waktu. Koneksi maksimal yang digunakan adalah 1 koneksi. Layanan yang digunakan adalah *Data* dengan *packet size* sebesar 512 *bytes* dan *Voice* sebesar 160 *bytes* (Cisco, 2016).

### 2.2.3. Protokol Routing

Protokol *routing* yang digunakan pada penelitian ini adalah protokol *routing* GPSR dan AODV. GPSR merupakan protokol *routing* yang bersifat *position based / geographic based* dan AODV merupakan protokol *routing* yang bersifat *topology based*, keduanya berada dalam dua subkelas yang berbeda. Hal tersebut yang mendasari peneliti memilih jenis protokol *routing* tersebut.

## 2.3. Skenario Simulasi

Skenario simulasi akan dibuat sedemikian sehingga dapat mencapai tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui kinerja jaringan VANET. Dengan demikian dibuat 2 skenario secara umum yaitu skenario dengan *routing protocol* GPSR dan *routing protocol* AODV keduanya dengan kecepatan *node* 70 km/jam. Terdapat 40 skenario simulasi yang akan dilakukan pada penelitian ini yang merupakan kombinasi dari dua protokol *routing*, dua layanan yaitu *voice* dan *data* dan 10 jumlah *node* yang berbeda. Setiap skenario dilakukan 3 kali pengulangan untuk mendapat hasil yang valid. Secara rinci skenario simulasi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Skenario Simulasi**

RP	Layanan	Jumlah Node									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
GPSR	Data	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
	Voice	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
AODV	Data	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
	Voice	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40

## 2.4. Parameter Simulasi

Simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Network Simulator* versi 2.35. Parameter simulasi ditentukan berdasarkan pada standar-standar yang digunakan pada jaringan VANET. Pada Tabel 2 diperlihatkan parameter-parameter yang digunakan dalam simulasi ini.

**Tabel 2. Parameter Simulasi**

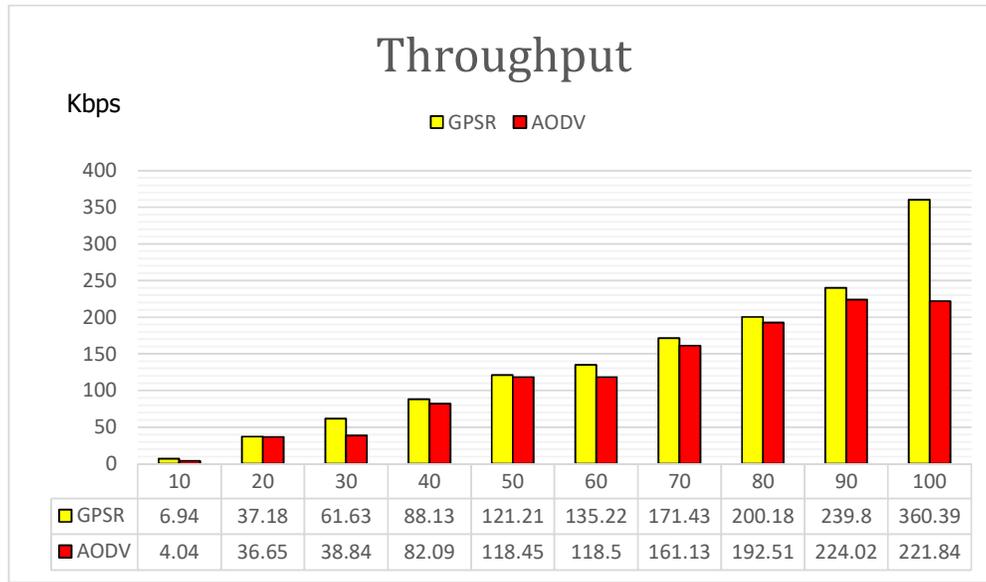
Sistem Operasi	Ubuntu 12.04 32 bit pada VirtualBox pada Windows 10 64 bit
Simulator Jaringan	NS 2.35
Pembangkit Model Mobilitas	VanetMobiSim 2.0
<i>Routing Protocol</i>	GPSR, AODV
Model Mobilitas Mikro	IDM-IM
Algoritma Pemilihan Rute	Algoritma Speed Path
Jumlah <i>Node</i> (kendaraan)	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 <i>node</i>
Model Propagasi Gelombang	Two Ray Ground
Mac Type	IEEE 802.11p
Tipe Antena	Omni direksional
Model antrian paket	Droptail
Durasi Simulasi	120 detik
Trafik data	CBR

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian pendahuluan telah dijelaskan bahwa penelitian ini mensimulasikan skenario Vanet dengan skema pengimbangan beban trafik kendaraan dengan *routing protocol* GPSR dan AODV. Untuk mencapai tujuan penelitian yaitu untuk menguji kinerja jaringan VANET maka digunakan parameter QoS seperti *throughput*, *delay*, dan *packet delivery ratio* (Kamini & Kumar, 2010). Dalam penjelasan selanjutnya digunakan sepuluh perubahan jumlah *node* yaitu 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 *nodes*.

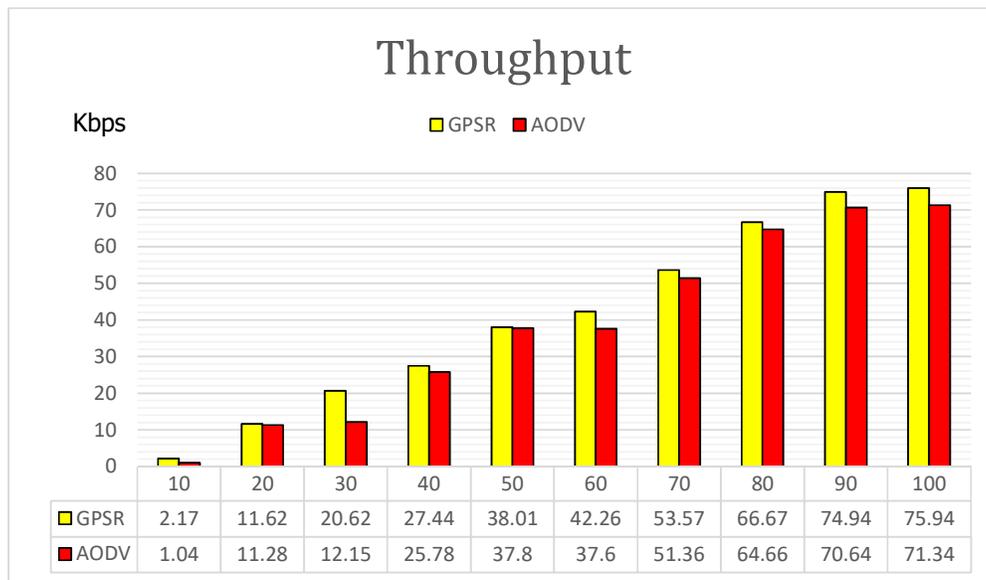
### 3.1. Pengukuran *Throughput*

*Throughput* adalah laju data rata-rata yang berhasil diterima oleh penerima (Kaur & Kaur, 2013). *Throughput* didefinisikan sebagai jumlah data yang telah berhasil diterima per satuan waktu dari satu *node* ke *node* yang lain (Singh & Verma, 2013). Parameter ini menggambarkan seberapa besar sebenarnya laju data yang dapat dikirim melalui suatu jaringan. *Throughput* diukur dalam satuan ukuran data per waktu. Satuan yang biasa digunakan adalah bit per detik.



**Gambar 4. Grafik *Throughput* dengan Layanan *Data***

Pada Gambar 4 adalah nilai *throughput* pada layanan *Data* dengan perubahan jumlah *node* kendaraan. Pada grafik dapat dilihat pada kedua *routing* protokol semakin banyak jumlah *node* nilai *throughput* yang dihasilkan cenderung naik.



**Gambar 5. Grafik *Throughput* dengan Layanan *Voice***

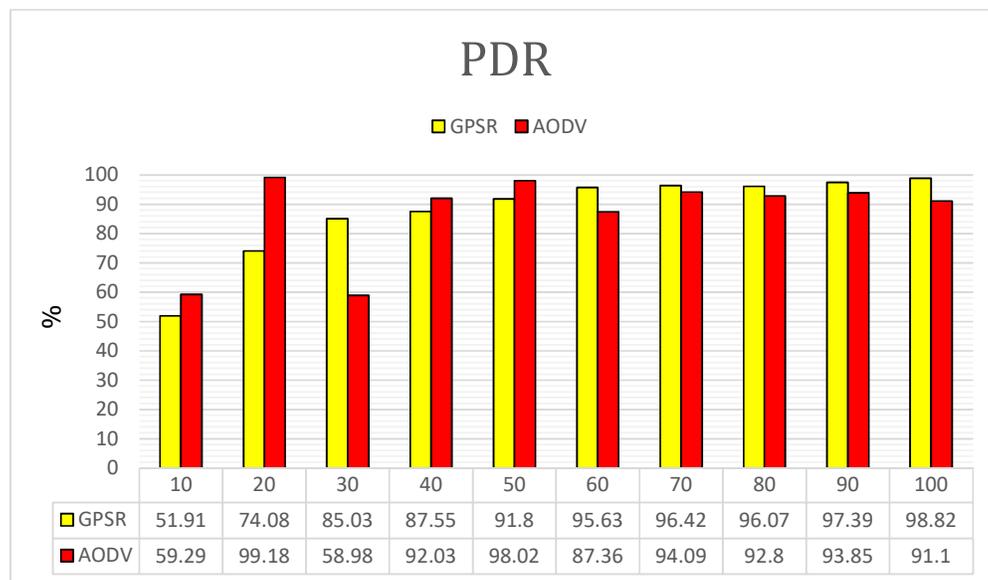
Pada Gambar 5 adalah grafik nilai *throughput* dengan layanan *Voice* dengan perubahan jumlah *node*. Nilai *throughput* cenderung naik dengan semakin besarnya jumlah *node*.

Nilai *throughput* pada *routing protocol* GPSR mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah *node*. Hal ini disebabkan karena semakin banyak *node* tetangga yang ada akan semakin mudah GPSR untuk menggunakan mode *Greedy Forwarding* dalam mengirimkan paket, yang mana *location service* akan memberikan data mengenai *next hop*

*node*. Semakin banyak *node* maka akan semakin banyak probabilitas *next hop node* ditemukan, dengan semakin banyak *next hope* ditemukan maka jalur pengiriman paket akan semakin mudah terbentuk dan paket akan semakin banyak yang dapat dikirim. Pada *routing protocol* AODV nilai *throughput* juga memiliki kecenderungan meningkat. Hal ini disebabkan karena AODV menggunakan *routing table* dalam pengiriman pakatnya. Pada saat *node* sumber akan mengirim paket, AODV akan melakukan *update routing table* agar ditemukan dan dibentuk jalur pengiriman ke *node* tujuan. Dengan semakin banyak jumlah *node* maka *path*/jalur akan semakin mudah ditemukan dan paket akan lebih banyak dikirimkan. Semakin banyak paket yang diterima maka akan semakin bagus nilai *throughput*. Dilihat dari grafik Gambar 4 dan 5, secara garis besar performansi *routing protocol* GPSR lebih baik daripada AODV, karena GPSR menggunakan *koordinat* di setiap *node*-nya, sehingga pengiriman paket akan lebih mudah. Sedangkan AODV menggunakan *routing table* dalam pengiriman pakatnya, diperlukan pencarian *path/link* terlebih dahulu untuk paket mencapai tujuan.

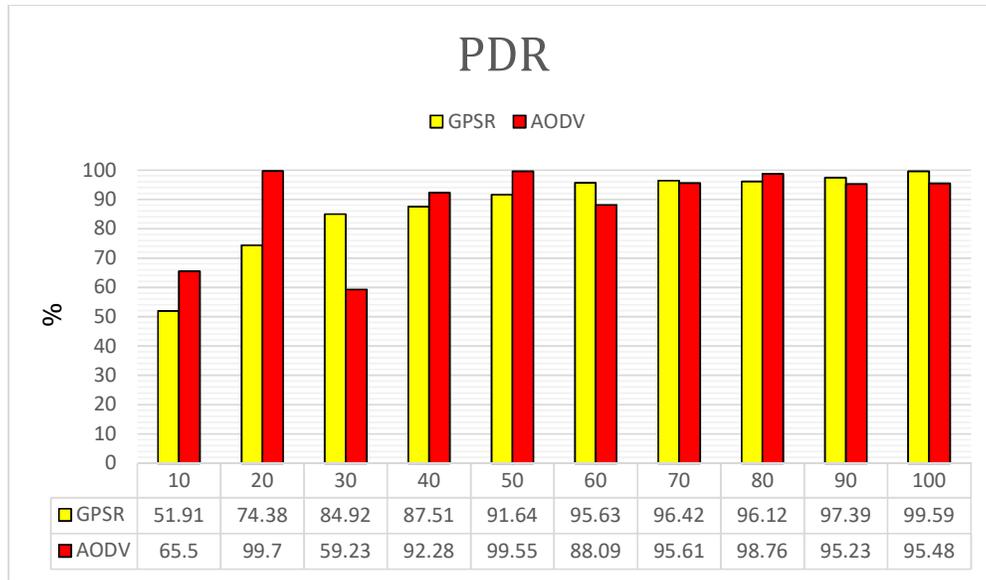
### 3.2. Pengukuran *Paket Delivery Ratio*

*Packet Delivery Ratio* (PDR) adalah nilai yang menggambarkan perbandingan antara jumlah paket yang dikirim dengan jumlah paket yang berhasil sampai tujuan (**Denatama, Perdana, & Negara, 2016**). Nilai PDR akan serupa dengan nilai *throughput* karena sama-sama menggambarkan kesuksesan pengiriman paket (**Febryan, Perdana, & Dewanta, 2016**).



**Gambar 6. Grafik PDR dengan Layanan *Data***

Gambar 6 adalah nilai PDR pada layanan *Data* dengan perubahan jumlah *node* kendaraan. Pada grafik dapat dilihat *routing* protokol AODV semakin banyak jumlah *node* nilai PDR yang dihasilkan cenderung fluktuatif namun cenderung meningkat, hal tersebut disebabkan karena perubahan topologi jaringan seiring dengan perubahan jumlah *node* yang menyebabkan perubahan jalur *routing* yang berubah-ubah. Pada *routing* protokol GPSR semakin banyak jumlah *node*, nilai PDR yang dihasilkan cenderung meningkat.



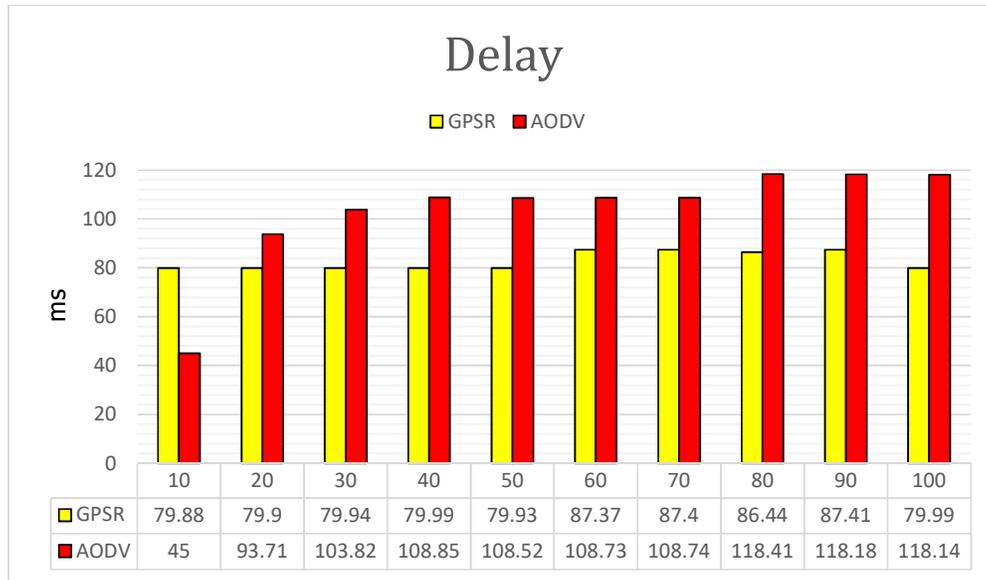
**Gambar 7. Grafik PDR dengan Layanan *Voice***

Pada Gambar 7 adalah nilai PDR pada layanan *Voice* dengan perubahan jumlah *node* kendaraan. Pada grafik dapat dilihat nilai PDR memiliki kecenderungan yang sama dengan pada layanan *data*. Pada *routing protocol* GPSR nilai PDR memiliki kecenderungan naik. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, semakin banyak jumlah *node* maka semakin banyak *node* tetangga yang membantu menemukan *node* tujuan sehingga lebih banyak paket yang diterima. Begitu juga dengan AODV, dengan penambahan jumlah *node*, maka *path/link* semakin mudah ditemukan, sehingga paket akan lebih banyak yang diterima. Nilai PDR akan berbanding lurus dengan nilai *throughput*. Dari hasil simulasi nilai PDR meningkat maka nilai *throughput* juga meningkat. Dilihat dari hasil simulasi pada grafik Gambar 6 dengan nilai rata-rata PDR 87.47 % untuk GPSR dan 86.67 % untuk AODV, secara keseluruhan performansi GPSR lebih baik dari AODV.

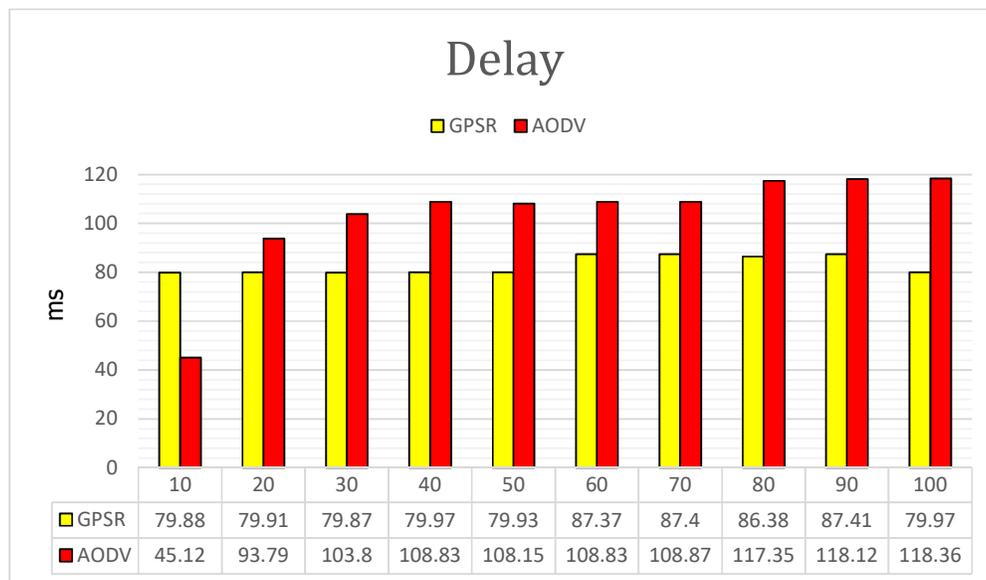
### 3.3. Pengukuran *End-to-End Delay*

*End to end delay* adalah rentang waktu antara suatu paket dikirim hingga paket tersebut mencapai tujuan (Tonapa, Rahmiati, & Komba, 2014). *Delay* ini juga termasuk di dalamnya *delay* propagasi, *delay* antrian, dan waktu *route discovery* (Singh & Verma, 2013). Parameter *delay* sangat penting karena banyak aplikasi VANET nantinya yang akan membutuhkan *delay* seminimal mungkin terutama pada aplikasi yang berhubungan dengan keselamatan.

Pada Gambar 8 adalah nilai *delay* pada layanan *Data* dengan perubahan jumlah *node* kendaraan. Pada grafik dapat dilihat pada kedua *routing* protokol semakin banyak jumlah *node* nilai *delay* yang dihasilkan cenderung naik.



**Gambar 8. Grafik *Delay* dengan Layanan *Data***



**Gambar 9. Grafik *Delay* dengan Layanan *Voice***

Pada Gambar 9 adalah nilai *delay* pada layanan *Voice* dengan perubahan jumlah *node* kendaraan. Pada grafik dapat dilihat pada kedua *routing* protokol semakin banyak jumlah *node* nilai *delay* yang dihasilkan cenderung naik. Nilai *delay* yang dihasilkan cenderung naik ketika jumlah *node* semakin besar. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak jumlah *node* maka akan semakin banyak *node* yang dilewati dari pengirim ke penerima. Semakin banyak *node* yg dilewati maka akan semakin banyak waktu yang dibutuhkan. Nilai *delay* antara GPSR dan AODV secara keseluruhan lebih besar nilai *delay* AODV. Hal tersebut karena AODV menggunakan *routing table* dalam pengiriman pakatnya, sehingga pada saat pengiriman paket *node* sumber harus melakukan *route discovery* terlebih dahulu untuk menemukan jalur pengiriman paket tersebut. Hal tersebut membutuhkan waktu yang lebih banyak, sehingga nilai *delay* akan semakin besar.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian mengenai performansi GPSR dan AODV dengan skema pengimbangan beban trafik ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Model mobilitas dengan skema pengimbangan beban trafik kendaraan dirancang menggunakan *software* VanetMobiSim versi 2.0 pada *system* operasi Windows. Pada VanetMobiSim digunakan algoritma *Speed Path* untuk membuat skema pengimbangan beban trafik kendaraan.
2. Kinerja jaringan VANET dengan skema pengimbangan beban trafik kendaraan dapat dilihat dari nilai parameter-parameter QoS (*throughput*, PDR, *delay*).
3. Nilai rata-rata untuk metrik performansi *throughput* pada *routing protocol* GPSR dan AODV masing-masing untuk layanan Data sebesar 142.21 Kbps dan 119.81 Kbps. Dan untuk layanan *Voice* masing-masing sebesar 41.32 Kbps dan 38.36 Kbps.
4. Nilai rata-rata untuk metrik performansi PDR pada *routing protocol* GPSR dan AODV masing-masing untuk layanan Data sebesar 87.47% dan 86.67%. Dan untuk layanan *Voice* masing-masing sebesar 87.55% dan 88.94%.
5. Nilai rata-rata untuk metrik performansi *delay* pada *routing protocol* GPSR dan AODV masing-masing untuk layanan Data sebesar 82.83 ms dan 103.21 ms. Dan untuk layanan *Voice* masing-masing sebesar 82.81 ms dan 103.12 ms.
6. Secara keseluruhan berdasarkan skenario perubahan jumlah *node* dengan skema pengimbangan beban pada VANET, *routing protocol* GPSR mendapatkan nilai parameter QoS (*throughput*, PDR, *delay*) yang lebih baik dari AODV.
7. Perubahan jumlah *node* berpengaruh pada kinerja VANET dengan menggunakan dua *routing protocol* diatas. Semakin banyak jumlah *node* maka nilai PDR, *throughput* dan *delay* akan semakin besar.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Jerome, H., Marco, F., Fethi, F., & Christian, B. (2009). Vehicular Mobility Simulation with. *The Society for Modeling and Simulation International*.
- LAB-KBJ. (2016, March 29). *Mengenal teknologi VANET*. (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya) Retrieved September 12, 2016, from <http://kbj.if.its.ac.id/mengenal-teknologi-vanet/>
- Muhtadi, A., Munadi, R., & Perdana, D. (2015). *Evaluasi Kinerja DSDV, AODV, dan ZRP Pada VANET dengan Skema Pengimbangan Beban Trafik Kendaraan*. Bandung, Indonesia: School of Engineering, Telkom University.
- Perdana, D., & Sari, R. F. (2015). Performance Evaluation Of Corrupted Signal Caused By Random Way Point and Gauss Markov Mobility Model on IEEE 1609.4 Standards. *IEEE*, 1.
- Setiabudi, A., Pratiwi, A. A., Ardiansyah, Perdana, D., & Sari, R. F. (2016). Performance Comparison of GPSR and ZRP Routing Protocols in VANET Environment. *IEEE Region 10 Symposium (TENSYP), Bali, Indonesia*, (pp. 44-45).
- Abdeldime, M. A., & Wu, L. (2014). The Physical Layer of the IEEE 802.11p WAVE Communication Standard: The Specifications and Challenges. *Proceedings of the*

- World Congress on Engineering and Computer Science 2014 Vol II*. San Francisco, USA.
- Cisco. (2016, February 22). *Voice Over IP - Per Call Bandwidth Consumption*. Retrieved from Cisco: <http://www.cisco.com>
- Kamini, & Kumar, R. (2010). VANET Parameters and Applications: A Review. *Global Journal of Computer Science and Technology*, 10(7), 2.
- Kaur, S., & Kaur, S. (2013). ANALYSIS OF ZONE ROUTING PROTOCOL IN MANET. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2(09), 3.
- Singh, A., & Verma, A. K. (2013). SIMULATION AND ANALYSIS OF AODV, DSDV, ZRP IN VANET. *International Journal in Foundations of Computer Science & Technology*, 3(5), 22.
- Denatama, M. I., Perdana, D., & Negara, M. N. (2016). Analisis Perbandingan Kinerja Protokol Routing DSDV dan OLSR Untuk Perubahan Kecepatan Mobilitas pada Standar IEEE 802.11ah. *Jurnal Infotel*, 8(2), 103.
- Febryan, Perdana, D., & Dewanta, F. (2016). *Analisa Performasi Pengembangan Beban Trafik Kendaraan menggunakan Vanet*. Bandung: School of Electrical Engineering Telkom University.
- Tonapa, O., Rahmiati, P., & Komba, D. (2014). Analisis Performansi Konektifitas Pada Jaringan Wireless Broadband di Bandung. *Jurnal Elkomika*, 2(2), 168.