

**SIMULASI DAN ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMANSI ROUTING PROTOCOL AODV & DSR
PADA VEHICULAR AD HOC NETWORK (VANET)**

***SIMULATION AND ANALYSIS COMPARISON OF PERFORMANCE BY ROUTING PROTOCOL AODV &
DSR IN VEHICULAR AD HOC NETWORK (VANET)***

Agus Virgono¹, Leana Vidya Yovita², Asty Valentina Hutauruk³

Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹avirgono@telkomuniversity.ac.id, ²lvv@telkomuniveristv.co.id, ³astyvalentina@students.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Vehicular Ad Hoc Network (VANET) merupakan salah satu sarana pengembangan teknologi komunikasi nirkabel antar kendaraan yang memungkinkan terjadinya pertukaran data dan pengambilan keputusan secara cepat dan efisien, serta dapat diaplikasikan dimanapun tanpa menggunakan backbone infrastruktur yang telah ada.

Proses berkendara yang tidak aman di jalan raya cenderung meningkatkan resiko kecelakaan, untuk itu teknologi *VANET* dikembangkan dengan tujuan dapat memperkecil resiko kecelakaan sehingga meningkatkan kenyamanan berkendara. *Vehicular Ad Hoc Network (VANET)* merupakan subset dari *Mobile Ad Hoc Network (MANET)* yang terkhusus digunakan sebagai teknologi jaringan mobile.

Tugas Akhir ini meneliti tentang performansi *routing protocol AODV* dan *DSR* dengan teknologi *Wi-Fi*. Proses penelitian dilakukan dengan simulasi menggunakan *Network Simulator* dan *software* pendukung jaringan *VANET* lainnya. Simulasi ini menggunakan standar *802.11*, *routing protocol AODV* dan *DSR*, dengan *transport layer protocol TCP*.

Hasil uji simulasi menunjukkan bahwa *DSR* merupakan *routing protocol* yang paling cepat dalam proses pengiriman data dibandingkan dengan *routing protocol AODV*. Nilai *Average End to End Delay* pada *routing protocol AODV* berkisar pada *19.1364 ms* hingga *29.7732 ms*, sedangkan nilai *average end to end Delay* pada *routing protocol DSR* berkisar pada *10.8935 ms* hingga *26.1599 ms*.

Kata kunci : *VANET, AODV, DSR, TCP, average end to end delay, 802.11*

Abstract

Vehicular Ad Hoc Network (VANET) is one means of developing inter-vehicle Wireless communication technology which enables the exchange of data and making decisions quickly and efficiently, and can be applied anywhere without the use of existing infrastructure backbone.

The process of unsafe driving on the highway tend to increase the risk of accidents, for the *VANET* technology developed with the aim to minimize the risk of accidents thereby enhancing driving comfort. *Vehicular Ad Hoc Network (VANET)* is a subset of *Mobile Ad Hoc Network (MANET)* are especially those used as the mobile network technology.

This final project examines the performance of *routing protocol AODV* dan *DSR* by *Wi-Fi* Technology. The research process conducted by a simulation using *Network Simulator* and other *VANET* network supporting software. This simulation uses the *802.11* standard, *AODV* and *DSR* *routing protocol*, the *TCP* *transport layer protocol*.

Simulation test results show that *DSR* is the fastest *routing protocol* in the process of sending data compared with *AODV* *routing protocol*. Average value of *end-to-end delay* on the *routing protocol AODV* ms range at *19.1364* to *29.7732 ms*, while the *average end to end delay* on the *routing protocol DSR* ms range at *10.8935* to *26.1599 ms*.

Keywords: *VANET, AODV, DSR, TCP, average end to end delay, 802.11*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Vehicular Ad Hoc Network (VANET) merupakan salah satu sarana pengembangan teknologi komunikasi nirkabel antar kendaraan yang memungkinkan terjadinya pertukaran data dan pengambilan keputusan secara cepat dan efisien. Proses berkendara yang tidak aman di jalan raya cenderung meningkatkan resiko kecelakaan, untuk itu teknologi *VANET* dikembangkan dengan tujuan dapat memperkecil resiko kecelakaan sehingga meningkatkan kenyamanan berkendara. *Vehicular Ad Hoc Network (VANET)* merupakan subset dari *Mobile Ad Hoc Network (MANET)* yang terkhusus digunakan sebagai teknologi jaringan *mobile*.

Di dalam *VANET* terdapat *routing protocol* yang berfungsi untuk menentukan rute sesuai dengan karakteristiknya. *Routing protocol* sangat berpengaruh terhadap performansi jaringan dan digunakan untuk menghadapi tantangan terkait topologi jaringan yang dinamis.

Apabila *VANET* diimplementasikan sebagai teknologi sistem deteksi kecelakaan, dibutuhkan *routing protocol* yang dapat mengirimkan data/informasi dengan secepat mungkin. *Routing protocol* pada *Vehicular Ad Hoc Network* dibagi menjadi 5 kategori, meliputi : *Topology Based Routing protocol*, *Position Based Routing protocol*, *Geo Cast Routing protocol*, *Cluster Based Routing protocol*, dan *Broadcast Based Routing protocol*. Pada penelitian ini terdapat dua *routing protocol* yang dibandingkan, yaitu *Adhoc On-demand Distance Vector* dengan *Dynamic Source Routing* dari *Topology Based Routing protocol* dalam kelas *Reactive routing protocol*. Pada jaringan dengan mobilitas tinggi, *Reactive routing protocol* cocok digunakan pada sistem deteksi kecelakaan karena dapat bekerja secara *real time*. Melalui kedua *routing protocol* di atas akan dilakukan perbandingan performansi *Average End to End Delay* untuk menentukan *routing protocol* yang paling cepat dalam proses pengiriman data diantara keduanya.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan kondisi dan ruang lingkup yang akan ditentukan, masalah yang akan dibahas pada penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Pembangunan simulasi antar *vehicle* menggunakan teknologi *Wi-Fi 802.11*

2. Mensimulasikan model mobilitas *VANET* pada lingkungan *highway*
3. Penerapan parameter teknologi *Wireless* pada proses simulasi dengan skenario perubahan jumlah *node* dan perubahan kecepatan pada *node*,
4. Analisis performansi *rouing protocol* menggunakan parameter *Quality of Service (QoS) Average End to End Delay*.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Membangun simulasi antar *vehicle* dengan menggunakan arsitektur jaringan *VANET* dengan teknologi *Wireless* standar *802.11 (Wi-Fi)* pada proses simulasi.
2. Analisis perbandingan performansi *routing protocol AODV* dan *DSR* menggunakan parameter *QoS* yaitu *Average End to End Delay* untuk menentukan *routing protocol* dengan proses pengiriman data yang paling cepat diantara keduanya yang kemudian dapat digunakan pada implementasi sistem deteksi kecelakaan pada *VANET*.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membahas mengenai transmisi data antar *node*
2. Menganalisis performansi *Wireless*
3. Standar yang digunakan yaitu *IEEE 802.11*
4. *Routing protocol* yang digunakan yaitu *AODV* dan *DSR*
5. *Transport layer protocol* yang digunakan yaitu *TCP*
6. Simulasi yang dilakukan menggunakan *NS 2.34* dan *software* pendukung jaringan *VANET* lainnya
7. Ruang lingkup penelitian adalah rute jalan pada jalan tol Dalam Kota Jakarta
8. *NS2 Visual Trace Analyzer* digunakan untuk melihat jalur tempuh rute *routing protocol AODV* dan *DSR* dalam proses pengiriman data
9. Tidak membahas mengenai *IP Address* dari setiap *node*
10. Jaringan dibangun tanpa keamanan sistem
11. Parameter yang digunakan untuk menganalisis performansi dari teknologi *Wireless* meliputi *Average End to End Delay*

1.4 Metodologi Penyelesaian Masalah

Langkah yang dilakukan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir adalah :

- a. Studi literatur, yaitu mempelajari literatur-literatur yang ada sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas meliputi, konsep VANET, konsep teknologi Wireless, konsep standarisasi IEEE 802.11, teori penerapan teknologi Wireless dan standar IEEE 802.11 pada Network Simulator, dan teori mengenai uji performansi menggunakan parameter QoS.
- b. Analisis terhadap kebutuhan sistem dan pemodelan jaringan VANET
- c. Perancangan dan simulasi menggunakan Network Simulator
- d. Uji performansi dan analisis hasil penelitian
- e. Pembuatan laporan dari hasil penelitian

2. Dasar Teori

2.1. Vehicular Ad Hoc Network

Vehicular Ad Hoc Network (VANET) merupakan pengembangan dari Mobile Ad Hoc Network (MANET) yang memungkinkan terjadinya komunikasi antar kendaraan sebagai pengembangan Intelligent Transport System (ITS) dengan tujuan meningkatkan keselamatan dan kenyamanan berkendara. Komunikasi Wireless ini meliputi komunikasi Inter-Vehicle Communication (IVC), Vehicle to Roadside (V2R), atau Roadside to Roadside (R2R).

Setiap node pada VANET berlaku baik sebagai partisipan ataupun router pada jaringan, baik bagi node utama atau intermediate node yang berkomunikasi di dalam radius transmisinya. VANET merupakan jaringan yang self-organized, artinya jaringan ini tidak bergantung pada infrastruktur jaringan manapun. Ada beberapa node yang secara tetap berdiri sebagai Roadside Unit, yakni yang dapat memfasilitasi jaringan kendaraan dengan informasi data geografis ataupun akses internet.

1.1 Karakteristik VANET

VANET memiliki beberapa karakteristik khusus yang membedakannya dari jaringan ad hoc lainnya. Karakteristik tersebut antara lain:

1. Topologi yang sangat dinamis.
2. Putusnya koneksi jaringan secara berkala.

3. Model mobilitas dan prediksi.
4. Hard Delay Constraints
5. Daya baterai dan kapasitas storage.
6. Interaksi dengan sensor on board/posisi.

2.2 Routing protocol

Routing protocol merupakan suatu metode dalam menemukan rute terbaik dari link yang dilalui antar node sumber ke node tujuan yang berhubungan, dimana pemilihan rute terbaik dilakukan berdasarkan beberapa pertimbangan seperti jarak dan bandwidth link.

Pada VANET, routing protocol diklasifikasikan ke dalam lima kategori: Topology based routing protocol, Cluster based routing protocol, Geo cast routing protocol dan Broadcast routing protocol.

2.2.2 Adhoc On-demand Distance Vector (AODV)

AODV merupakan on-demand routing yang hanya melakukan discovery routing apabila rute dibutuhkan oleh source node.

AODV memiliki ciri utama yaitu menjaga timer-based state pada setiap node sesuai dengan penggunaan table routing. AODV memiliki routing discovery berupa Routing Request (RREQ) dan Routing Reply (RREP), serta Routing Maintenance berupa data, Routing Update juga Routing Error.[2]

Routing Discovery dan Routing Maintenance

Terdapat beberapa tahap pencarian rute pada routing protocol AODV, diantaranya sebagai berikut:

1. Di saat node sumber(S) membutuhkan suatu rute menuju node tujuan(D), tahap awal yang dilakukan oleh node sumber adalah menyiarkan paket routing request (RREQ) menuju node tetangganya.
2. Apabila node yang menerima RREQ memiliki informasi rute menuju node tujuan, maka node tersebut akan mengirim paket RREP kembali menuju node sumber melalui reverse path yang diciptakan RREQ setiap kali flooding dilakukan. Namun, jika node yang menerima RREQ tidak memiliki informasi rute menuju node tujuan, maka node tersebut akan menyiarkan ulang RREQ ke node tetangganya.
3. Node yang menerima RREQ dengan nilai source address dan broadcast ID yang sama dengan RREQ yang diterima sebelumnya, akan mempertahankan RREQ yang sudah diterima di awal dan membuang RREQ baru.
4. Ketika sebuah node yang memiliki informasi rute menuju node tujuan menerima RREQ, maka node tersebut akan melakukan perbandingan antara

nilai *destination sequence number* yang dia miliki dengan nilai *destination sequence number* yang ada di *RREQ* berdasarkan nilai yang lebih besar. Apabila nilai *destination sequence number* yang ada di *RREQ* lebih besar dari nilai yang dimiliki oleh *node* maka paket *RREQ* tersebut akan disiarkan kembali ke *node* tetangganya, namun apabila nilai *destination sequence number* yang ada di *node* lebih besar atau sama dengan nilai yang ada di *RREQ* maka *node* tersebut akan mengirim *routing reply (RREP)* menuju *node* sumber menggunakan *reverse path*.

5. Apabila terjadi masalah pada rute, *routing maintenance* yang digunakan untuk mendeteksi kerusakan rute akan mengirimkan paket *routing error (RERR)* menuju *source node* dan rute yang rusak akan dihilangkan dari *routing cache*.

6. Informasi *timeout* (masa aktif rute) diinformasikan oleh *Intermediate node* yang menerima *RREP*, dan informasi rute sumber ke tujuan akan dihapus apabila waktu *timeout* telah habis.

2.2.3 Dynamic Source Routing

Dynamic Source Routing adalah *routing protocol* dalam kelas reaktif lingkup *Topology based Routing protocol*. *Dynamic Source Routing* merupakan *on-demand routing* yang hanya melakukan *discovery routing* apabila rute dibutuhkan oleh *source node*.

Pada *routing protocol* ini terdapat 2 mekanisme yaitu *Routing Discovery* untuk pencarian rute dan *Routing Maintenance* sebagai solusi apabila terjadi kerusakan rute.

Routing protocol DSR mempunyai fitur *source routing* dimana *source node* sebagai pengirim paket mengetahui rute lengkap menuju *node* tujuan yang disimpan dalam sebuah memori (*cache routing*) dan diletakkan pada *header* dalam paket data yang dikirim.[3]

Routing Discovery dan Routing Maintenance

Terdapat beberapa tahap pencarian rute pada *routing protocol DSR*, diantaranya sebagai berikut:

1. Di saat *node* sumber(S) membutuhkan suatu rute menuju *node* tujuan(D), tahap awal yang dilakukan oleh *node* sumber adalah menyiarkan paket *routing request (RREQ)* menuju *node* tetangganya.

2. Setiap *node* yang menerima *RREQ* akan mengupdate informasi jalur menuju pengirim di dalam *routing cache*-nya, menambahkan alamatnya ke dalam paket *RREQ* dan kemudian akan mengirim *RREQ* tersebut menuju tetangganya.
3. Apabila *node* yang menerima *RREQ* memiliki informasi rute menuju *node* tujuan, maka *node* tersebut akan mengirim paket *RREP* kembali menuju *node* sumber melalui *reverse path* yang diciptakan *RREQ* setiap kali *flooding* dilakukan. Namun, jika *node* yang menerima *RREQ* tidak memiliki informasi rute menuju *node* tujuan, maka *node* tersebut akan menyiarkan ulang *RREQ* ke *node* tetangganya.
4. Apabila terjadi masalah pada rute, *routing maintenance* yang digunakan untuk mendeteksi kerusakan rute akan mengirimkan paket *routing error (RERR)* menuju *source node* dan *source node* akan memeriksa *cache route* apakah masih ada rute cadangan yang dapat digunakan. *Route request* akan kembali disiarkan apabila tidak terdapat rute pada *cache route* untuk *discovery route*.

3. Perancangan & Implementasi Sistem

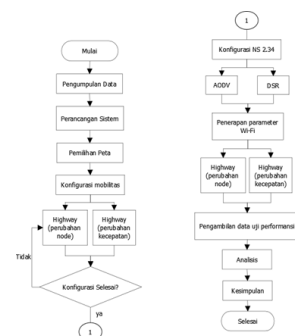
3.1 Model Perancangan Sistem

Dalam Tugas Akhir ini dilakukan simulasi untuk menganalisis performansi dari *routing protocol AODV* dan *DSR* pada *VANET* dengan menggunakan *Network Simulator*, dan *SUMO* sebagai media simulasi.

Analisis performansi dari kedua *routing protocol* berdasarkan dua skenario, yaitu:

1. Perubahan jumlah *node*
2. Perubahan kecepatan *node*

Berikut merupakan gambaran *flowchart* simulasi pada penelitian ini:



3.2 Identifikasi Kebutuhan Sistem

3.2.1 Spesifikasi Perangkat Lunak

Di dalam pembangunan simulasi, dibutuhkan perangkat lunak yang mendukung, diantaranya:

1. Sistem operasi Linux Ubuntu 10.04
2. *Network Simulator* versi 2.34 beserta kelengkapan modul dan *library* yang mendukung simulasi
3. *Java Open Street Map Editor* versi 6950
4. *Mobility Model Generator for VANET (MOVE)* versi 2.92
5. *Simulation of Urban Mobility (SUMO)* versi 0.12.3

3.2.2 Spesifikasi Perangkat Keras

Di dalam proses pengerjaan penelitian ini, dibutuhkan perangkat keras dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. *Processor* Intel Pentium CPU B940 2.00GHz
2. *Memory* 2.00 GByte DDR3
3. *HDD* 640 GB

3.3 Perancangan dan simulasi menggunakan NS 2.34

3.3.1 Perancangan Sistem

Simulasi dan Komunikasi antar kendaraan dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Lingkungan simulasi didesain di jalan *highway* dua lintasan tiga jalur.
2. Teknologi yang digunakan adalah standar 802.11 *Wi-Fi*, dengan kelengkapan *library* pada *Network Simulator*.
3. Simulasi dijalankan dengan skenario perubahan kecepatan dan perubahan jumlah *node*.
4. Pergerakan tiap *node* di-generate pada tujuan dan arah tertentu, kondisi ini disesuaikan dengan jalan yang dilalui kendaraan.
5. Kecepatan tiap *node* didesain sesuai dengan skenario simulasi.
6. *Traffic* yang digunakan adalah CBR yang saling berkomunikasi melalui *TCP* dengan *routing protocol* yang digunakan adalah *AODV* dan *DSR*.

3.3.2 Desain Jaringan

Proses simulasi dalam penelitian ini menggambarkan *vehicle* sebagai *node* yang saling berkomunikasi. Proses komunikasi berlangsung tanpa infrastruktur tambahan dan tidak membutuhkan *access point*. Jarak

antar kendaraan dan kecepatan masing-masing *node* dalam simulasi dibuat secara *random* dengan tujuan menyerupai kondisi *real* jalan tol pada umumnya.

3.3.3 Pemodelan Pergerakan Node

Pergerakan *node* dirancang dengan menentukan titik keberangkatan dan tujuan, arah pergerakan menggunakan *.rou script* sebagai alur pergerakan *node* yang kemudian akan diamati pergerakannya melalui *SUMO*. Selain itu, pada *.rou script* kita dapat menginisialisasi model mobil dan *depart speed* dari masing-masing *flow*. Kecepatan setiap *node* diatur secara *random* sesuai skenario perubahan kecepatan *node* dengan *range* maksimum 60 km/jam, 80 km/jam, dan 100 km/jam menggunakan *JOSM Editor* pada setiap *edge*.

3.4 Skenario Simulasi

Skenario simulasi dibutuhkan sebelum proses simulasi dimulai, dengan cara menentukan parameter dan skenario simulasi yang disesuaikan dengan ruang lingkup jalan tol Dalam Kota Jakarta. Terdapat dua skenario dalam penelitian ini, yaitu perubahan kecepatan *node* dan perubahan jumlah *node* yang kemudian akan diuji sesuai parameter pengujian yang dibutuhkan.

3.4.1 Parameter Simulasi

Dalam membangun proses simulasi dibutuhkan parameter simulasi yang mendukung dan sesuai dengan *routing protocol* yang dikaji. Parameter simulasi dibagi menjadi 2, yaitu: parameter *input* dan parameter *output* yang dijalankan menggunakan *Network Simulator*.

Adapun parameter *input* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Parameter	Nilai
Area Simulasi	500X2000 m
Kanal	Wireless
Protokol Routing	AODV dan DSR
Transport Protocol	TCP
Antenna Model	Omnidirectional
Traffic	Constant Bit Rate
Standard Teknologi	802.11
Packet Size	512 byte

Packet Rate	64 kbps
Jumlah Node	80, 115, 150, 185, 220
Kecepatan Node	60, 80, 100
Durasi Simulasi	780 detik
Ruang Lingkup Simulasi	Jalan Tol
Sampel Ruang Lingkup	Jalan Tol Dalam Kota Jakarta

Parameter *output* merupakan hasil uji performansi berdasarkan *QoS*, yaitu *average end to end delay* dari *routing protocol AODV* dan *DSR*.

3.5 Proses Simulasi

Proses pelaksanaan simulasi dilakukan menggunakan *Network Simulator* yang dilengkapi dengan *software* pendukung jaringan *VANET* lainnya. Tahapan-tahapan proses simulasi adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan peta area simulasi dilakukan menggunakan *JOSM Editor*. Setelah area simulasi ditetapkan, kecepatan pada area tersebut diatur sesuai dengan skenario, yaitu: 60 km/jam, 80 km/jam, dan 100 km/jam. Inisialisasi kecepatan dilakukan dengan cara menentukan kecepatan minimum dan kecepatan maksimum dari setiap edge pada area simulasi.
2. Melakukan konfigurasi dan visualisasi mobilitas, konfigurasi dilakukan menggunakan *script .rou.xml* dengan melakukan *set* jumlah *node* dan alur pergerakan dari masing-masing *node*, kemudian visualisasi mobilitas dilakukan dengan *run script SUMO.cfg* pada *SUMO*.
3. Mengamati pergerakan *node* menggunakan *SUMO*.
4. Melakukan konfigurasi *static Traffic* dengan tahapan sebagai berikut:
 - *Import* peta yang sudah dipilih (.net.xml) dan alur pergerakan *node* (*SUMO.tr*) untuk menghasilkan *mobile nodes starting position, topology boundary, dan simulation stop time*.

- Menetapkan *nam trace file* dan *trace output file* sebagai keluaran dari *static Traffic*.
5. *Generate .tcl script* menggunakan *MOVE*.
 6. Menggunakan *Network Animator* untuk melihat visualisasi dari pergerakan *node* dan transmisi data.
 7. Pengukuran uji performansi *Average End to End Delay* menggunakan *AWK script* dengan perintah *AWK -f* pada *terminal Ubuntu*
 8. Melihat rute yang ditempuh oleh *node* sumber dalam proses pengiriman data menuju *node* tujuan menggunakan aplikasi *NS2 Visual Trace Analyzer*.

4. Pengujian dan Analisis

Tahap berikutnya setelah melakukan simulasi pada jaringan *VANET* menggunakan *routing protocol AODV* dan *DSR* adalah melakukan pengujian dan analisis terhadap performansi *Average End to End Delay* kedua *routing protocol*. Proses simulasi yang telah dilakukan menghasilkan *file trace (.tr)* yang kemudian diuji untuk mendapatkan hasil performansi dan digambarkan dalam bentuk grafik.

4.1 Analisis Performansi *Routing protocol AODV* dan *DSR* Terhadap Perubahan Jumlah *Node* dan Perubahan Kecepatan *Node*

Terdapat dua skenario dalam pengujian penelitian ini, yaitu:

1. Perubahan jumlah *node*
2. Perubahan kecepatan *node*

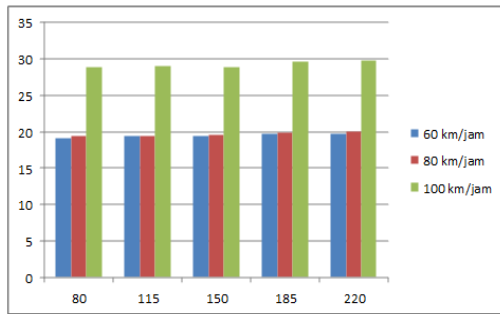
4.2 *Average End to End Delay*

Jumlah <i>Node</i>	Kecepatan (km/jam)		
	60 km/jam	80 km/jam	100 km/jam
185, 115, 150, 185, 220			

Average end-to-end delay merupakan rata-rata dari lama waktu pengiriman, proses dan antrian dari suatu paket pada setiap *node* di jaringan. Faktor pertama yang mempengaruhi *average end-to-end delay* adalah waktu untuk menemukan rute. Hal ini berguna sebelum pesan akan dikirim, *node* sumber harus tahu terlebih dahulu jalur atau

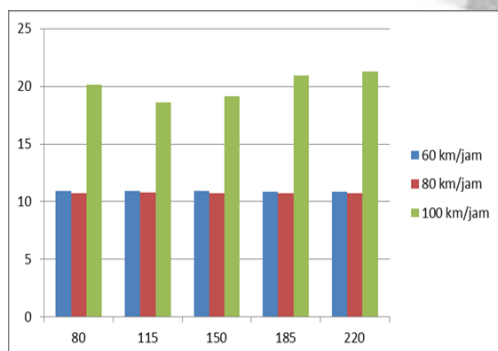
rute untuk mencapai *node* tujuan. Faktor lain yang mempengaruhi *average end-to-end delay* adalah lama waktu proses. Ketika *node* yang berada ditengah menerima sebuah pesan, *node* tersebut akan menganalisa *header* untuk mengetahui untuk siapa paket tersebut ditujukan, dan kemudian mengecek kemana harus meneruskan paket tersebut.[7]

4.2.1 Hasil pengujian *Average End to End Delay AODV*



Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian *Average End to End Delay AODV*, terjadi kenaikan *Average End to End Delay* seiring dengan bertambahnya jumlah *node* dan meningkatnya kecepatan. Hal tersebut disebabkan semakin tinggi kecepatan *node*, kerusakan rute yang diakibatkan perubahan topologi jaringan juga semakin tinggi sehingga mengakibatkan proses pengiriman paket dari *node* sumber ke *node* tujuan menjadi lebih lama, dikarenakan *node* sumber harus melakukan pengiriman ulang *routing request* untuk menemukan rute yang tepat menuju *node* tujuan.

4.2.2 Hasil Pengujian *Average End to End Delay DSR*



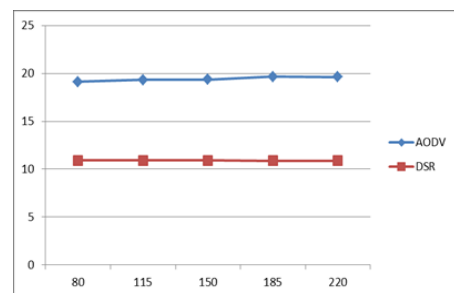
Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian *Average End to End Delay routing protocol DSR* di atas didapatkan grafik yang fluktuatif pada kecepatan 100 km/jam dikarenakan pergerakan *node* yang

semakin dinamis seiring dengan semakin meningkatnya kecepatan. Pada kecepatan *node* 60 km/jam dan 80 km/jam didapatkan data pengujian yang cukup konsisten. Berbeda dengan *routing protocol AODV* yang menunjukkan hasil *Average End to End Delay* yang cukup konsisten pada setiap perubahan kecepatan, *routing protocol DSR* menghasilkan waktu proses pengiriman data yang tidak konsisten pada kecepatan 100 km/jam. Hal ini disebabkan terjadinya peningkatan kerusakan pada rute awal maupun rute yang tersimpan (rute cadangan) dalam *cache routing* akibat perubahan topologi. Grafik fluktuatif pada kecepatan 100 km/jam disebabkan perbedaan jalur dari tiap rute cadangan yang ditempuh saat terjadi kerusakan rute awal pengiriman data, sehingga *Average End to End Delay* yang dihasilkan pun bervariasi naik-turun tergantung jalur yang ditempuh *node* sumber menuju *node* tujuan. Selain itu, apabila semua rute cadangan yang dicoba digunakan rusak maka proses pengiriman data dari *node* sumber ke *node* tujuan juga akan semakin lama dan bervariasi karena *routing protocol DSR* pada dasarnya akan mencoba menggunakan setiap rute cadangan pada *cache routing* apabila terjadi kerusakan rute, namun apabila sudah tidak ada rute pada *cache routing* maka *node* sumber akan kembali menyiarkan paket *routing request (RREQ)* untuk menemukan rute baru.

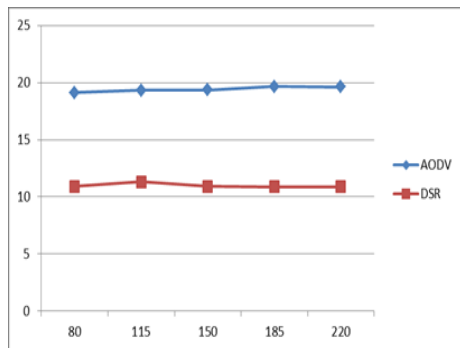
Dari data hasil pengujian yang didapat dari kedua *routing protocol*, terlihat perbedaan hasil *Average End to End Delay* yang cukup signifikan, yaitu pada *AODV* sebesar 19.1364 ms sampai 29.7732 ms dan pada *DSR* sebesar 10.8935 ms sampai 26.1599 ms.

4.2.3 Hasil Perbandingan *Average End to End Delay Routing protocol AODV dan DSR*

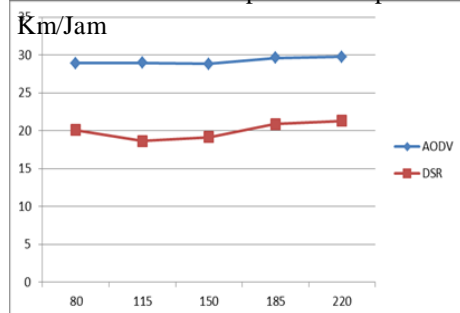
4.2.3.1 Grafik *Average End to End Delay AODV dan DSR pada Kecepatan 60 Km/Jam*



4.2.3.2 Grafik *Average End to End Delay* AODV dan DSR pada Kecepatan 80 Km/Jam



4.2.3.3 Grafik *Average End to End Delay* AODV dan DSR pada Kecepatan 100 Km/Jam



5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. *Wi-Fi* memiliki performansi yang cukup konsisten pada parameter uji *Average End to End Delay* untuk *routing protocol* AODV dan DSR. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *Wi-Fi* dapat mendukung jaringan VANET dengan karakteristik dari konfigurasinya yang selalu berubah dengan cepat.
2. DSR merupakan *routing protocol* yang paling cepat dalam proses pengiriman data dibandingkan dengan *routing protocol* AODV. Nilai *Average End to End Delay* pada *routing protocol* AODV berkisar pada 19.1364 ms hingga 29.7732 ms, sedangkan *Average End to End Delay* pada *routing protocol* DSR berkisar pada 10.8935 ms hingga 26.1599 ms.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Sebaiknya *Wi-Fi* tidak hanya disimulasikan menggunakan *Network Simulator*, namun juga diimplementasikan secara *real* pada kendaraan.

2. Dibutuhkan RSU untuk menjangkau *node* yang berada diluar *range* transmisi

3. Keamanan sistem pada VANET perlu dibahas lebih lanjut terkait jenis-jenis serangan yang kemungkinan terjadi pada saat komunikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anuj. K Gupta, D. H. (2010). Performance analysis of AODV, DSR & TORA *Routing protocol*. IACSIT International Journal of Engineering and Technology.
- [2] Arifin, Hadi, M. S., Amran, H., dan R, N. P. (n.d). Analisis Performansi Routing AODV pada Jaringan VANET.
- [3] Fauzi Dwi S S, A. G. (n.d.). Analisis Performansi Protokol Routing AODV dan DSR pada MANET. Bandung.
- [4] Gadkari, M. Y., & Sambre, N. B. (2012). VANET: *Routing protocols*, Security Issues and Simulation.
- [5] Khandakar, A. (2012). Step by Step Procedural Comparison of DSR, AODV and DSDV *Routing protocol*. International Conference on Computer Engineering and Technology.
- [6] Lin, Y.-W., Chen, Y.-S., & Lee, S.-L. (2010). *Routing protocols* in Vehicular Ad Hoc Networks: A Survey and Future Perspective. Journal Of Information Science And Engineering 26, 913-932.
- [7] Mahargyanti, E. (14). Simulasi dan Analisis Karakteristik Fast Synchronization pada Car To Car Communication Menggunakan Teknologi Wi-Fi Direct.3.
- [8] Paul, Bijan. Md Ibrahim. Md Abu Naser Bikas. "VANET *Routing protocols*: Pros and Cons". International Journal of Computer Applications (0975-8887). Volume 20 No. 3, 28-34. 2011.
- [9] Sharma, G. (2014). Advancement in Dynamic Source *Routing protocol* for MANETs. International Journal of Computer Science and Mobile Computing.
- [10] Yatendra Mohan Sharma, S. M. (2012). COMPARATIVE PERFORMANCE EXPLORATION OF AODV, DSDV, DSR *ROUTING PROTOCOL* IN CLUSTER BASED VANET ENVIRONMENT. International Journal of Advances in Engineering dan Technology.

