

EVALUASI KINERJA DSDV, AODV, DAN ZRP PADA VANET DENGAN SKEMA PENGIMBANGAN BEBAN TRAFIK KENDARAAN

PERFORMANCE EVALUATION OF DSDV, AODV, AND ZRP ON VANETS USING VEHICULAR TRAFFIC LOAD BALANCING SCHEME

Abdulqadir Muhtadi¹, Doan Perdana², Rendy Munadi³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹koorust@students.telkomuniversity.ac.id, ²doanperdana@telkomuniversity.ac.id,

³rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kinerja suatu jaringan akan sangat dipengaruhi oleh bentuk topologi dari jaringan tersebut. Bagi VANET, topologi jaringan adalah model mobilitas kendaraan yang menyusun jaringan VANET. Saat ini sudah banyak terdapat aplikasi navigasi baik itu yang dipasang pada *gadget* seperti Google Maps, Waze, dan Sygic, maupun aplikasi navigasi yang tertanam pada kendaraan. Semakin banyak orang yang telah menggunakan layanan navigasi untuk menentukan rute tercepat untuk mencapai lokasi tujuan. Penentuan rute dengan waktu tempuh terendah ini secara prinsip menggunakan skema penyeimbangan beban. Dengan begitu dapat diasumsikan pada masa yang akan datang model mobilitas kendaraan akan sesuai dengan model mobilitas yang telah menggunakan skema pengimbangan beban. Disini akan dibahas mengenai pengaruh model mobilitas yang telah menggunakan skema pengimbangan beban terhadap kinerja jaringan VANET. Terdapat tiga *routing protocol* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu AODV, DSDV, dan ZRP. Selain itu juga akan diuraikan perbandingan kinerja *routing* dari masing-masing *routing protocol* yang digunakan pada model mobilitas yang digunakan. Dari hasil pengujian dan analisis dapat disimpulkan bahwa kinerja jaringan pada model mobilitas yang telah menggunakan skema pengimbangan beban cenderung menurun relatif terhadap jaringan dengan model mobilitas tanpa skema pengimbangan beban. *Routing protocol* teruji yang paling sesuai untuk model mobilitas yang telah dirancang adalah DSDV.

Kata kunci: VANET, model mobilitas, pengimbangan beban trafik kendaraan, NS2, VanetMobiSim

Abstract

Network performance is affected by the topology shaping the network. For VANET, the network topology is the mobility model of the vehicles in the network. There are many navigation applications which are installed in gadgets such as Google Maps, Waze, and Sygic and those that built in vehicle's computer system. By the surfacing of those navigational applications many people use to find the shortest route to their desired destination in the lowest travel time. Those navigational applications use vehicular load balancing scheme to decide the route that has the lowest travel time. In this research the effect of mobility model that uses load balancing scheme to network performance in VANET environment will be discussed. Three topology-based routing protocol that are AODV, DSDV, and ZRP, will be used. Furthermore, comparison of each routing protocol's performance on the mobility models designed will be explained. From the results we can conclude that the network performances on the mobility model with load balancing scheme tend to decrease relatively to the network without load balancing scheme. The most suitable routing protocol for mobility models designed is DSDV.

Keywords: VANETs, mobility model, vehicular traffic load balancing, NS2, VanetMobiSim.

1. Pendahuluan

Vehicular Ad-hoc Networks (VANETs) 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* (MANETs) [2]. Saat ini VANETs menjadi salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk suatu sistem transportasi pintar atau *intelligent transportation system* (ITS) [8]. Salah satu permasalahan utama yang ada saat ini pada lalu lintas di kota-kota besar adalah kemacetan. Banyak faktor yang menyebabkan kemacetan diantaranya tidak mencukupinya jumlah ruas jalan, terlalu banyaknya kendaraan pada suatu waktu, tidak meratanya persebaran kendaraan, dan lain-lain. Salah satu faktor yang telah disebut diatas adalah tidak meratanya persebaran kendaraan yang umumnya disebabkan pengemudi tidak mengetahui ruas jalan yang lebih kosong yang dapat dilaluinya. Untuk mengatasi hal ini banyak peneliti di seluruh dunia yang mulai merancang

berbagai algoritma pengimbangan beban untuk meratakan beban kendaraan pada ruas-ruas jalan dan mempersingkat waktu berkendara.

Dengan meningkatnya penilitan mengenai skema pengimbangan beban trafik kendaraan serta aplikasi navigasi baik pada kendaraan maupun gadget dan dengan mulai diimplementasikannya jaringan data pada kendaraan, maka dapat diperkirakan pada masa yang akan datang kendaraan akan terkoneksi dengan suatu jaringan yang padanya terdapat layanan aplikasi navigasi yang menyediakan skema pemilihan rute dengan waktu tempuh terpendek.

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. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai kinerja jaringan VANET apabila mobilitas kendaraan seperti yang telah diasumsikan sebelumnya.

Sebelumnya terdapat berbagai model mobilitas seperti yang telah dirancang dalam [1] dan [4]. Tujuan dari perancangan model mobilitas ini adalah untuk merancang model mobilitas agar dapat menggambarkan kondisi yang sesuai dengan kondisi yang ada pada kenyataan. Selanjutnya akan dijabarkan berbagai model mobilitas yang telah dikembangkan sebelumnya.

Model Mobilitas Freeway [1] secara garis besar menggambarkan sebuah model mobilitas kendaraan pada jalan bebas hambatan atau biasa disebut sebagai jalan tol. Pada model mobilitas ini terdapat sebuah jalan besar dengan arah berbeda. Setiap arah jalan tersebut dapat terdapat lebih dari satu lajur layaknya dijalan tol. Pergerakan kendaraan pada Model Mobilitas Freeway ini terbatas hanya pada lajunya kendaraan tersebut berjalan dan tidak ada pergerakan acak yang terjadi.

Model Mobilitas Manhattan [1]. Pada mobilitas Manhattan digunakan peta yang serupa dengan peta Kota Manhattan yang berbentuk blok-blok. Sehingga bentuk geografis dari peta Mobilitas Manhattan tersusun dari garis-garis horizontal dan vertikal yang saling berpotongan. Setiap jalan pada mobilitas ini memiliki dua jalur dengan arah berlawanan dan setiap jalur terdapat dua lajur. Setiap kendaraan yang menemui persimpangan memiliki probabilitas untuk berjalan lurus sebesar 0,5 dan memiliki probabilitas masing-masing 0,25 untuk berbelok kiri dan kanan. Pergerakan *node* pada Manhattan bersifat acak dengan aturan berbelok seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

Model Mobilitas Stop Sign [1]. Tujuan dari Model Stop Sign ini adalah untuk menempatkan *stop sign* pada setiap persimpangan yang bertujuan mengurangi kecepatan kendaraan yang sedang mendekat pada persimpangan. Kendaraan yang tepat berada pada persimpangan akan berhenti selama beberapa saat untuk akhirnya menyebrang di persimpangan. Kendaraan yang berada dibelakangnya akan terbatas pergerakannya oleh kendaraan didepannya atau dengan kata lain pergerakannya bergantung pada kendaraan didepannya. Model ini merepresentasikan sebuah perkotaan yang biasanya terdapat berbagai rambu lalu lintas di tiap persimpangannya.

Model Mobilitas Traffic Sign [1]. Model Traffic Sign serupa dengan Model Stop Sign. Namun pada model ini rambu lalu lintas yang terdapat pada persimpangan diganti menjadi lampu lalu lintas. Sehingga kendaraan diperbolehkan maju ketika lampu lalu lintas berwarna hijau dan berhenti ketika lampu lalu lintas berwarna merah.

Model mobilitas terintegrasi atau Integrated Mobility Model (IMM) yang diajukan pada [1] secara garis besar menggabungkan Model Mobilitas Freeway, Model Mobilitas Manhattan, dan Model Mobilitas Traffic Sign. Pada model mobilitas ini kendaraan melaju pada jalan lurus seperti pada Model Mobilitas Freeway dan memasuki daerah perkotaan yang kendaraan pada perkotaan bergerak sesuai model mobilitas Manhattan. Dengan mengaplikasikan adanya lampu lalu lintas dan penggabungan jalan bebas hambatan dan jalan perkotaan, IMM ini merepresentasikan mobilitas di perkotaan dan diluar kota [1].

Model Mobilitas Downtown [4]. Model ini menambahkan parameter densitas trafik kendaraan pada Model Mobilitas Manhattan. Model ini berlatar belakang karena pada dunia nyata trafik kendaraan tidak terdistribusi secara merata. Terdapat zona yang memiliki densitas trafik yang tinggi ,daerah *downtown*, dan juga terdapat densitas trafik yang rendah. Pada daerah "*downtown*" memiliki densitas trafik tinggi sehingga kendaraan yang berjalan pada daerah tersebut memiliki rata-rata kecepatan yang lebih rendah dibanding diluar daerah "*downtown*".

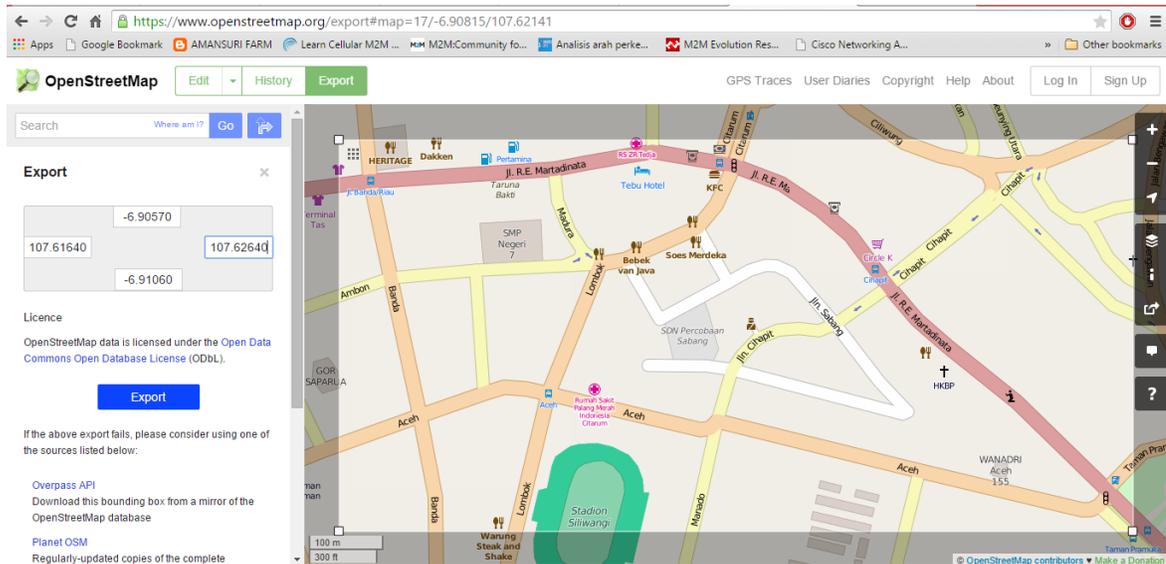
2. Perancangan Sistem

2.1. Perancangan Model Mobilitas

Pada penelitian ini dirancang dua model mobilitas yang serupa. Perbedaan diantara kedua model mobilitas yang dirancang ini hanya terletak pada algoritma pencarian rute kendaraannya yaitu tanpa skema pengimbangan beban dan dengan skema pengimbangan beban. Hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh kinerja jaringan VANET apabila model mobilitasnya telah menggunakan skema pengimbangan beban. Untuk membuat suatu model mobilitas yang baik dan komprehensif diperlukan suatu perangkat lunak yang dapat menciptakan model pergerakan kendaraan yang dapat menyerupai pergerakan kendaraan pada dunia nyata. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan suatu perangkat lunak pembuat model mobilitas kendaraan yang bernama VanetMobiSim versi 2.0.

Dalam membentuk model mobilitas yang semirip mungkin dengan aslinya dalam penelitian ini menggunakan data yang didapat dari observasi secara langsung. Sedangkan untuk pembuatan petanya 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

Agar peta yang digunakan dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan maka peta perlu dibuat secara manual dengan menggunakan modul *User Graph* pada VanetMobiSim. Penggunaan modul *User Graph* ini memungkinkan untuk mengatur berbagai parameter karakteristik jalan seperti jumlah lajur, jenis kendaraan yang boleh melintas, dan batas kecepatan di jalan tersebut. Hasil dari pembuatan peta menggunakan modul *User Graph* ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 – Hasil pembuatan peta dengan *User Graph*

Langkah selanjutnya adalah menentukan perilaku pengendara untuk wilayah yang digunakan tersebut. Perilaku pengendara merupakan sekumpulan aksi-aksi yang membentuk perilaku pengendara dalam berkendara. Aksi-aksi ini diantaranya besarnya percepatan kendaraan, kecepatan maksimum kendaraan, serta metode pengambilan rute perjalanan.

Untuk mengakomodasi kebutuhan pembentukan perilaku pengendara yang komprehensif pada penelitian ini digunakan suatu model mobilitas mikro yang dikembangkan oleh Institut Eurecom yang bernama *Intelligent Driver Model with Intersection Management* (IDM-IM). Didalam IDM-IM ini terdapat berbagai parameter pembentuk mobilitas mikro seperti kecepatan maksimum, percepatan kendaraan, pengereman, jarak pandang, jarak dengan kendaraan didepannya ketika terjadi kemacetan, dan algoritma penentuan rute.

Algoritma penentuan rute yang digunakan dalam penelitian ini adalah Algoritma Dijkstra dan Algoritma SpeedPath. Sebuah kendaraan yang menggunakan Algoritma Dijkstra, memilih rute dengan jarak terdekat. Algoritma

Dijkstra ini menggambarkan model mobilitas kendaraan pada saat ini. Dan Algoritma Dijkstra ini menggambarkan model mobilitas tanpa skema pengimbangan beban. Sedangkan untuk model mobilitas yang menggunakan skema pengimbangan beban diwakili oleh model mobilitas yang menggunakan Algoritma SpeedPath. Algoritma SpeedPath memilih rute berdasarkan waktu tempuh terpendek sehingga kendaraan akan diarahkan ke ruas-ruas jalan alternative yang menawarkan waktu tempuh terpendek atau dengan kata lain berdasarkan skema pengimbangan beban.

Kemudian langkah selanjutnya adalah penentuan karakteristik trafik kendaraan. Karakteristik trafik kendaraan ini adalah nilai-nilai parameter yang membentuk karakteristik jalan pada suatu ruas jalan atau wilayah tertentu yang pada umumnya menggunakan satuan satuan mobil penumpang (smp). Parameter-parameter ini diantaranya rata-rata kecepatan pengendara (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. Dua data tersebut didapat dengan metode survey lapangan. Survey lapangan ini dilakukan karena lembaga pemerintahan terkait, Dishub, tidak memiliki data yang diperlukan tersebut.

Perhitungan lain yang dilakukan adalah menghitung total panjang jalan. Perhitungan panjang jalan ini dilakukan dengan cara menghitung jarak titik-titik yang terdapat pada VanetMobiSim. Jarak antar titik ini dihitung menggunakan aturan dalil Phytagoras berikut

$$d = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}.$$

Terdapat tiga ruas jalan yang disurvei yaitu Ruas Jalan Riau R.E. Martadinata, Jalan Ambon, dan Jalan Aceh. Alasan pemilihan tiga ruas jalan tersebut adalah karena diasumsikan tiga ruas jalan tersebut adalah ruas jalan utama yang dilalui pengendara dalam mencapai lokasi tujuannya, sedangkan ruas jalan lain hanya berupa ruas jalan penghubung.

Hasil dari proses observasi lapangan ini diperlihatkan pada Tabel 1. Satuan smp, satuan mobil penumpang, adalah satuan yang menggambarkan satu kendaraan penumpang.

Tabel 1 – Hasil observasi

Ruas Jalan	Panjang Jalan	Kepadatan Trafik	Volume Kendaraan
R.E. Martadinata	1210 m	104 smp/km	127 smp
Ambon	553 m	33 smp/km	19 smp
Aceh	1010 m	43 smp/km	44 smp

2.2. 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 8 64 bit
Simulator Jaringan	NS 2.35
Pembangkit Model Mobilitas	VanetMobiSim 2.0
Routing Protocol	DSDV, AODV, ZRP
Model Mobilitas Mikro	IDM-IM
Algoritma Pemilihan rute	Dijkstra (tanpa skema pengimbangan beban), SpeedPath (dengan skema pengimbangan beban)
Jumlah Node (kendaraan)	190
Model Propagasi Gelombang	Two Ray Ground
Mac Type	IEEE 802.11p
Tipe Antena	Omni direksional
Model antrian paket	Droptail
Durasi Simulasi	80 detik
Trafik data	CBR. 512 kbits packet size, 2 Mbps

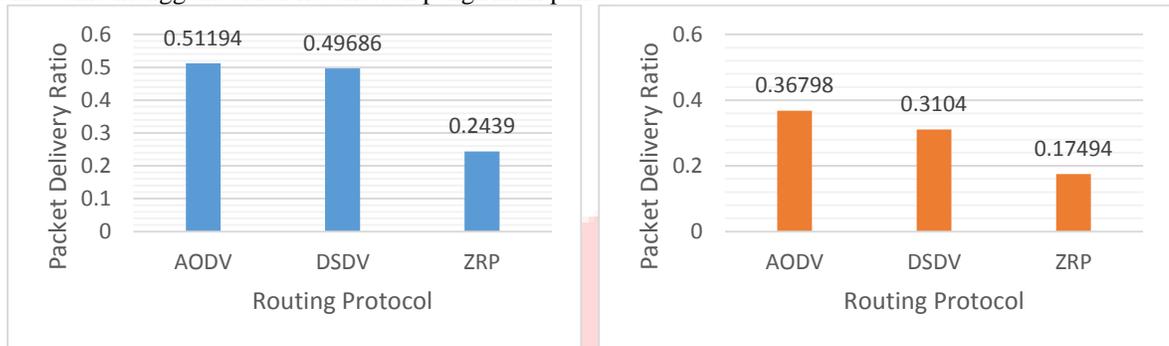
3. Pembahasan

Untuk mencapai tujuan penelitian yaitu untuk menguji kinerja jaringan maka digunakan beberapa parameter kinerja jaringan seperti throughput, end-to-end delay, dan packet delivery ratio. Disamping itu akan dihitung pulang kecenderungan kinerja dari routing protocol di kedua model mobilitas.

3.1. Pengukuran Throughput dan Packet Delivery Ratio

Throughput adalah laju data rata-rata yang berhasil diterima oleh penerima [3]. Parameter ini menggambarkan seberapa besar sebenarnya laju data yang dapat dikirimkan melalui suatu jaringan. *Throughput* diukur dalam satuan ukuran data per waktu. Satuan yang biasa digunakan adalah bit per detik

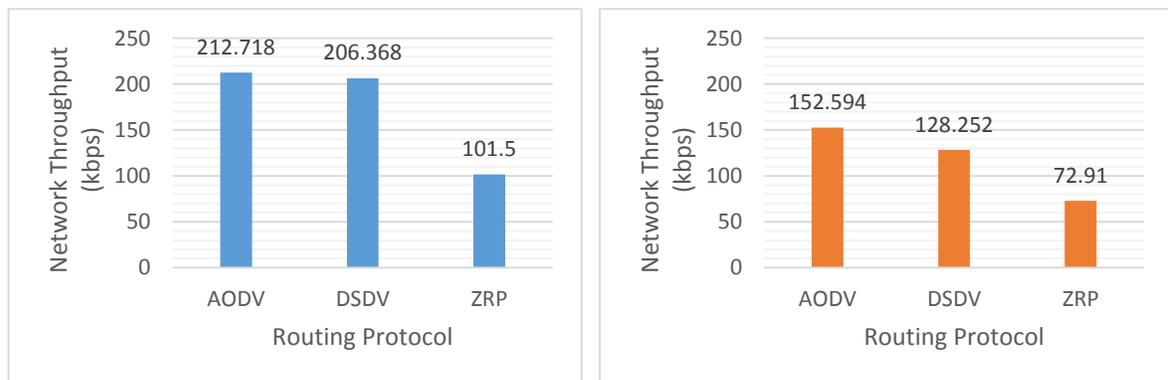
Packet delivery ratio merupakan nilai yang menggambarkan perbandingan antara jumlah paket yang dikirim dengan paket yang berhasil mencapai tujuan. Nilai *packet delivery ratio* akan serupa dengan nilai *throughput* oleh karena sama-sama menggambarkan kesuksesan pengiriman paket.



(a) pada Mobilitas Dijkstra

(b) pada Mobilitas SpeedPath

Gambar 3 – Grafik *packet delivery ratio* pada masing-masing mobilitas



(a) pada Mobilitas Dijkstra

(b) pada Mobilitas SpeedPath

Gambar 4 – Grafik *throughput* pada masing-masing mobilitas

Terlihat pada grafik AODV memiliki *throughput* paling tinggi. AODV memiliki sifat reaktif sehingga tidak melakukan update *routing table* secara periodik melainkan hanya pada saat node sumber akan melakukan transmisi ke node yang belum terdaftar pada *routing table*-nya. Bahkan dalam beberapa *paper* dibuktikan bahwa semakin banyak *node* dalam jaringan semakin tinggi *throughput* jaringan dengan *routing protocol* AODV. Pada mobilitas dengan algoritma Dijkstra, AODV memiliki *throughput* lebih besar. Hal ini disebabkan *node* pada mobilitas dengan algoritma SpeedPath tidak terkonsentrasi pada ruas jalan utama (Jalan R.E. Martadinata, Jalan Aceh, dan Jalan Ambon) melainkan tersebar pada ruas-ruas jalan lain sehingga jarak antar *node* lebih besar dan kecepatan *node* lebih tinggi. Dua hal ini menyebabkan perubahan topologi yang lebih tinggi sehingga diperlukan proses route discovery yang lebih sering.

DSDV merupakan *routing protocol* proaktif. Setiap node pada DSDV memiliki *routing table* untuk semua *node* tujuan yang dapat dicapai pada jaringan. Hal ini dilakukan dengan melakukan transmisi *update routing* yang juga dilakukan ketika terjadi perubahan topologi. Sehingga terjadi trafik ekstra pada jaringan yang menggunakan *routing protocol* DSDV. Hal inilah yang menyebabkan DSDV memiliki *throughput* yang lebih rendah dibanding dengan AODV. DSDV juga memiliki *throughput* yang lebih besar pada mobilitas menggunakan algoritma Dijkstra dibandingkan dengan mobilitas yang menggunakan algoritma SpeedPath. Hal ini disebabkan oleh cepatnya perubahan topologi pada jaringan sehingga node harus lebih sering memperbaharui entri pada *routing table*-nya yang berakibat

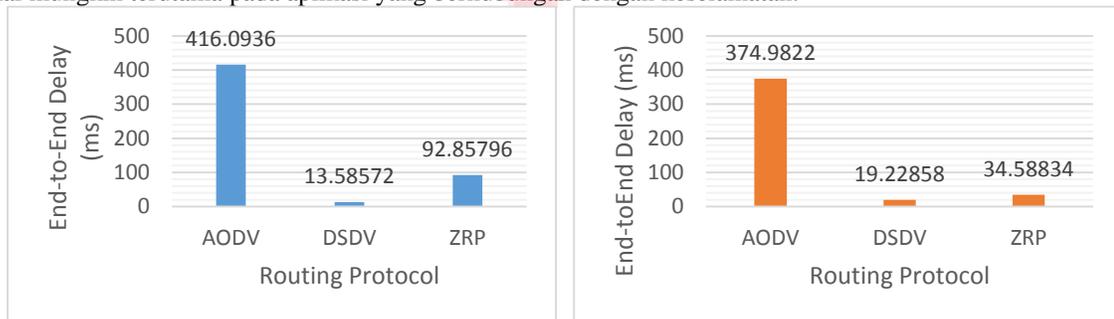
munculnya trafik ekstra yang cukup besar. Hal ini diperburuk dengan adanya skema pembaharuan *routing table* secara periodik yang dilakukan oleh setiap *node* DSDV.

ZRP memiliki *throughput* yang sangat rendah pada jaringan dengan jumlah node yang tinggi dan mobilitas yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh tingkat mobilitas yang tinggi sehingga banyak rute yang putus menyebabkan tingginya jumlah paket yang di-*drop*. Selain itu seiring dengan meningkatnya jumlah *node*, proses *route discovery* menjadi lebih kompleks dan jumlah trafik tambahan meningkat [5].

Ketika paket *route discovery* meninggalkan zona *routing* awalnya (zona *routing* node sumber) sangat mungkin paket *route discovery* tersebut malah akan diterima oleh semua node yang dengan kata lain serupa dengan *network flooding*. Hal ini disebabkan oleh zona *routing* yang benar-benar saling *overlap* sehingga sebuah *node* dapat menjadi anggota dari banyak zona *routing*. Lebih jauh lagi proses yang dilakukan oleh IERP ini dapat menghasilkan trafik yang jauh lebih besar dibandingkan *network flooding* pada umumnya, karena *bordercasting* mengirim paket bukan sebatas pada *next hop* (satu hop) namun dengan path sejauh radius zona ρ [6]. Sifat *route query* yang dibatasi untuk selalu dikirimkan ke *node* peripheral juga menyebabkan *route query* tersebut bisa dikirim kembali ke wilayah yang sebelumnya sudah dilalui oleh *route query* sehingga menghasilkan *control traffic* yang tidak diperlukan [6].

3.2. Pengukuran end-to-end Delay

End to end delay adalah rentang waktu antara suatu paket dikirim hingga paket tersebut mencapai tujuan. *Delay* ini juga termasuk didalamnya *delay* propagasi, *delay* antrian, dan juga waktu proses *route discovery* [7]. Parameter *delay* ini menjadi sangat penting karena banyak aplikasi VANET nantinya yang akan membutuhkan *delay* seminimal mungkin terutama pada aplikasi yang berhubungan dengan keselamatan.



(a) pada Mobilitas Dijkstra

(b) pada Mobilitas SpeedPath

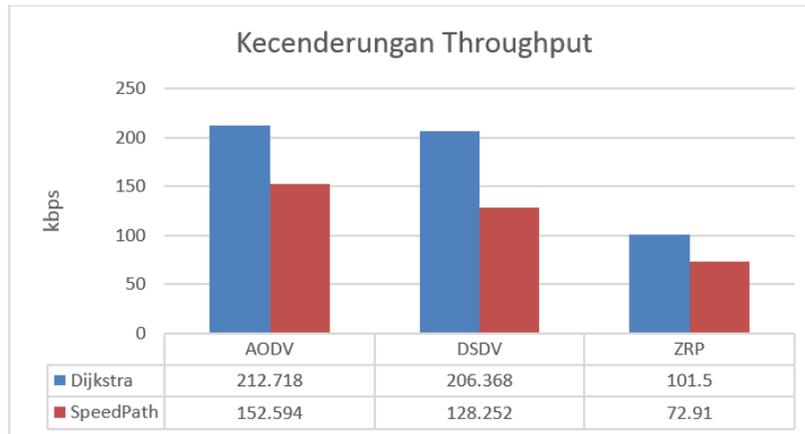
Gambar 5 – Grafik delay pada masing-masing mobilitas

Pada grafik dapat dilihat bahwa AODV memiliki *delay* yang paling besar. Hal ini disebabkan mobilitas *node* yang tinggi sehingga tabel *routing* pada AODV harus kerap kali diperbaharui. Dan untuk *node* tujuan yang belum terdapat pada tabel *routing* suatu *node* sumber, *node* sumber akan melakukan *route discovery* hanya ketika *node* sumber akan mengirimkan paket. Hal ini menimbulkan ekstra *delay* pada pengiriman paket. Hal tersebut merupakan kelemahan algoritma *routing* reaktif yang akan melakukan pencarian rute ketika akan mengirimkan suatu paket. Sedangkan kebalikannya dapat dilihat pada perbandingan DSDV yang menunjukkan *delay* yang relatif jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan AODV. DSDV bersifat proaktif yang selalu menjaga rute pada semua *node* pada jaringan pada tabel *routing*-nya sehingga tidak perlu melakukan pencarian rute ketika akan mengirimkan paket. Sifat proaktif ini membuat *node* yang menjalankan DSDV dapat langsung mengirimkan paket tanpa harus didahului dengan *route discovery*. Sedangkan ZRP yang bersifat *hybrid* memiliki *delay* sedikit lebih besar dibanding DSDV. Pada simulasi periode 1 *delay* ZRP hampir sama dengan *delay* DSDV. Hal ini terjadi karena pada ZRP sebagian besar *node* yang berkomunikasi hanya mengandalkan rute yang disediakan oleh IARP atau dengan kata lain *node*-*node* tujuannya terdapat pada *intrazone* pada ZRP sehingga protokol IERP yang bersifat reaktif tidak terlalu banyak digunakan. Namun ketika banyak *node* tujuan yang tidak terdapat pada *intrazone* maka ZRP akan menggunakan sifat reaktifnya yang dilakukan oleh IERP. Dengan ini ZRP akan melakukan *route discovery* ketika akan mengirimkan paket yang menimbulkan *delay* ekstra.

3.3. Menganalisis Kecenderungan Kinerja Routing Protocol

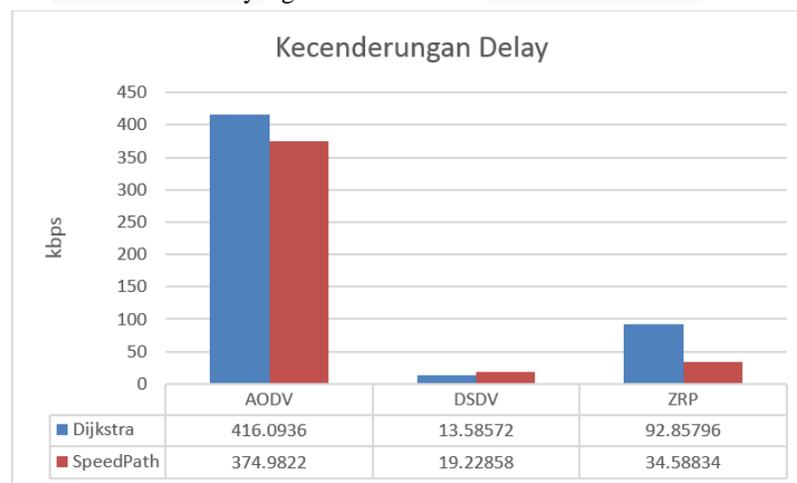
Dengan berbedanya mobilitas dari *node*-*node* yang membangun jaringan VANET, akan berbeda pula kinerja dari *routing protocol* yang bekerja pada jaringan VANET tersebut. Ada *routing protocol* yang cenderung meningkat

kinerjanya, adapula *routing protocol* yang kinerjanya cenderung menurun. Kecenderungan inilah yang akan dihitung pada bagian ini.



Gambar 6 – Kecenderungan *throughput* dari *routing protocol*

Dapat dilihat pada Gambar 6 semua *routing protocol* cenderung menurun kinerjanya pada mobilitas menggunakan algoritma SpeedPath relatif terhadap kinerja pada mobilitas yang menggunakan algoritma Dijkstra. Penurunan kinerja *throughput* yang dialami DSDV cukup besar yaitu sebesar 37,8%. Sedangkan AODV dan ZRP masing-masing turun sebesar 28,2% dan 28,16%. Penurunan yang dialami kedua *routing protocol* ini tidak terlalu besar oleh karena adanya sifat reaktif pada ZRP dan murni reaktif pada AODV. Hal ini menyebabkan peningkatan trafik kontrol yang digunakan untuk kepentingan routing tidak sebesar yang terjadi pada DSDV karena pada AODV proses *route discovery* hanya dilakukan ketika akan melakukan pengiriman pesan begitu pula pada ZRP yang melakukan *route discovery* untuk node yang diluar zona *routing*-nya hanya pada saat akan mengirim pesan serta melakukan *update routing* secara periodik hanya untuk *node intrazone*-nya. Sedangkan DSDV melakukan update routing secara periodik dan juga update routing ketika terjadi perubahan topologi sehingga proses update route sangat sering terjadi yang menimbulkan trafik ekstra yang besar.



Gambar 7 – Kecenderungan delay dari *routing protocol*

Seperti dijelaskan pada Bagian 3.2 bahwa AODV memiliki delay tertinggi, ZRP memiliki *delay* lebih rendah, dan DSDV memiliki *delay* yang terendah. Namun secara kecenderungan AODV dan ZRP cenderung meningkat kinerjanya dari sisi delay sedangkan DSDV kinerjanya menurun. AODV dan ZRP masing-masing terjadi penurunan *delay* sebesar 9,8% dan 62,7%. Sedangkan DSDV terjadi peningkatan *delay* sebesar 4,15% relatif terhadap *delay* yang terjadi pada jaringan dengan mobilitas Dijkstra. Yang menyebabkan *delay* pada AODV dan ZRP menurun adalah karena posisi *node* yang terletak tersebar pada mobilitas SpeedPath sehingga laju propagasi dari paket *route discovery* menjadi lebih cepat dan paket *route discovery* lebih cepat sampai pada node tujuan. Pada ZRP penurunan delay terjadi cukup besar disebabkan *route discovery* pada ZRP yang dilakukan oleh IERP adalah per ρ hop dan pengecekan

ketersediaan rute yang dilakukan node penerima adalah seluas zona *routing*-nya. Sedangkan pada AODV node penerima paket *route discovery* tidak memiliki *routing table* yang dibentuk secara proaktif melainkan hanya rute untuk node-node yang secara langsung terhubung sehingga node penerima paket *route discovery* ini cenderung untuk mem-*broadcast* ulang hingga akhirnya paket tersebut diterima oleh node tujuan. Peningkatan *delay* yang terjadi pada DSDV disebabkan oleh perubahan topologi yang lebih cepat pada mobilitas dengan algoritma SpeedPath sehingga proses *update routing table* menjadi lebih sering dilakukan.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa Model mobilitas tanpa skema pengimbangan beban dapat dirancang menggunakan *software* VanetMobiSim 2.0 dengan menyetel algoritma pencarian rute kendaraan dengan algoritma Dijkstra. Sedangkan untuk merancang model mobilitas dengan skema pengimbangan beban algoritma pencarian rute kendaraan yang dipilih adalah algoritma SpeedPath. Perbedaan model mobilitas berpengaruh secara langsung terhadap kinerja jaringan VANET. *Routing protokol* yang berbasis topologi seperti yang digunakan pada penelitian ini mengalami penurunan kinerja pada model mobilitas yang telah menggunakan skema pengimbangan beban relatif terhadap kinerja jaringan pada model mobilitas yang belum menggunakan skema pengimbangan beban. Protokol *routing* yang paling sesuai untuk kondisi jaringan dengan karakteristik mobilitas sesuai dengan data riil ruas jalan yang digunakan dan dengan maupun tanpa skema pengimbangan beban adalah protokol *routing* DSDV.

Daftar Pustaka

- [1] Alam, Muhammad, dkk.. 2009. *Integrated Mobility Model (IMM) for VANETs Simulation and Its Impact*. International Conference in Emerging Technologies. 2009 IEEE ICET proceedings 452-455.
- [2] Harri, Jerome, dkk.. 2009. *Vehicular Mobility Simulation with VanetMobiSim*. Transaction of Society for Modelling and Simulation.
- [3] Kaur, Sandeep, dan Kaur, Supreet. 2013. *Analysis of Zone Routing Protocol in MANET*. International Journal of Research in Engineering and Technology, Volume: 02 Issue: 09, September 2013.
- [4] Martinez, J. Francisco, dkk.. 2008. *CityMob: a mobility model pattern generator for VANETs*. ICC Workshop 2008. IEEE.
- [5] Noorani, ZishanHaider Y.. 2013. *Performance Analysis of DSDV, AODV, and ZRP Routing Protocol of MANET and Enhancement in ZRP to Improve Its Throughput*. International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 6, 2013.
- [6] Pearlman, Marc R. 1999. *Determining the Optimal Configuration for the Zone Routing Protocol*. IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol. 17, No. 8, August 1999.
- [7] Singh Abhishek, dan Verma, Anil K.. 2013. *Simulation and Analysis of AODV, DSDV, ZRP in VANET*. International Journal in Foundations of Computer Science & Technology (IJFCST), Vol.3, No.5, September 2013.
- [8] Yousefi, Saleh, dkk.. 2006. *Vehicular Ad Hoc Networks (VANETs): Challenges and Perspectives*. 2006 6th International Conference on ITS Telecommunications Proceedings.