

PENINGKATAN KEBERHASILAN PENGIRIMAN DATA PADA LINGKUNGAN VANET

Johan Ericka Wahyu Prakasa¹⁾, Koko Wahyu Prasetyo²⁾

¹⁾Sistem Informasi, STIKI Malang (penulis 1)
email: johan@stiki.ac.id

²⁾Sistem Informasi, STIKI Malang (penulis 2)
email: koko@stiki.ac.id

Abstract

VANET is a fairly new technology that enabling data to sent through vehicles wirelessly. The most challenging part is because VANET using ad-hoc principle, so there will no direct connection between sender and receiver. Data will be transmitted to nearby vehicles wirelessly. Routing algorithm take the most important part to find the best path from sender to receiver. This research will investigate Static Intersection Node effect to increase packet delivery ratio in VANET.

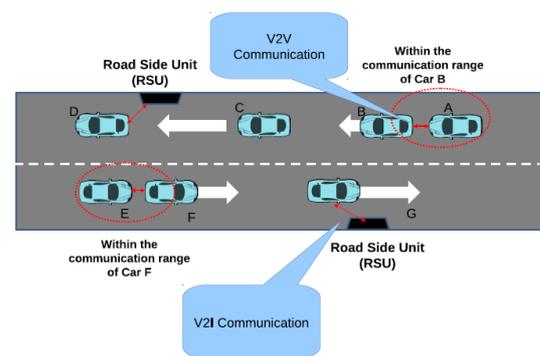
Keywords: VANET, Static Intersection Node, Packet Delivery Ratio

1. PENDAHULUAN

VANET (*Vehicular Adhoc Network*) memungkinkan terjadinya pengiriman data antar kendaraan secara nirkabel. Dengan teknologi ini memungkinkan terjadinya komunikasi atau pertukaran data antar kendaraan. Data akan dikirimkan melalui jaringan nirkabel dari kendaraan pengirim ke kendaraan di sekitar dan akan diteruskan hingga mencapai tujuan. Selain mampu mengirimkan data antar kendaraan, pada teknologi ini juga dimungkinkan terjadinya pengiriman data antara kendaraan dengan infrastruktur yang ada di pinggir jalan atau biasa disebut dengan *Road Side Unit* (Nidhi et al, 2012).

Secara umum, VANET memiliki 3 topologi dasar yaitu *Pure Cellular*, *Pure Adhoc* dan *Hybrid*. Menurut peneliti (Kumar, R. and Dave, M, 2011) *Pure cellular* adalah jaringan yang dibentuk oleh *Wireless LAN* dan jaringan 3G yang dapat digunakan untuk terhubung ke jaringan lain yang lebih besar atau bahkan ke internet. Karena membutuhkan sumber daya yang lebih besar maka biasanya jaringan ini dibentuk oleh beberapa *Road Side Unit* atau yang saat ini dikenal dengan *Base Transmission Station* pada penyedia layanan GSM sehingga dapat di pasang sumberdaya yang lebih besar. Topologi berikutnya adalah *Pure Adhoc* yaitu jaringan yang dibentuk antar kendaraan. Keunikan dari jaringan VANET

terletak disini dimana karena semua kendaraan bergerak dengan arah dan kecepatan tertentu maka bentuk topologi dari jaringan ini akan selalui berubah. Sedangkan *Hybrid* adalah kombinasi antara *Pure Cellular* dan *Pure AdHoc* dimana selain mengirimkan data ke kendaraan di sekitarnya, kendaraan pengirim juga dapat mengirimkan data ke *Road Side Unit* seperti pada gambar 1 berikut ini



Gambar 1 *Communication in VANET*

2. KAJIAN LITERATUR

Beberapa penelitian VANET telah dilakukan dengan menggunakan *Static Intersection Node* sebagai salah satu komponen pendukung VANET. Salah satunya adalah penelitian tentang *hybrid communication* untuk mencegah terjadinya kecelakaan (Festag, A et al, 2008). Penelitian ini mengusulkan ketika sebuah kendaraan

masuk ke dalam jangkauan Static Intersection Node maka kendaraan tersebut mendapatkan data terbaru untuk wilayah tersebut (cuaca, halangan dll) sehingga setelah dilakukan pemrosesan data dapat diketahui kondisi jalan di depannya. Maka ketika terdapat potensi bahaya berdasarkan dari data yang telah diolah, maka pengemudi bisa mendapatkan peringatan dini. Penelitian ini memiliki konsep yang baik namun memiliki kelemahan dalam hal pemrosesan data. Jumlah data berbanding lurus dengan kecepatan pemrosesannya. Sehingga ketika jumlah data yang diterima terlalu banyak maka proses yang dibutuhkan untuk mengolah data tersebut juga semakin lama.

Penelitian lain yang menggunakan *Road Side Unit* untuk membantu mengirimkan paket ke node lain juga telah dilakukan (Ding, Y. et al 2007). Penelitian ini mengusulkan sebuah protokol baru untuk mengirim data ke node yang berada jauh dari node pengirim yang dinamai *Static-node assisted Adaptive data Dissemination protocol for Vehicular Networks (SADV)*. Inti dari penelitian ini adalah membuat data berhenti sementara di *Road Side Unit* sampai ditemukan jalur yang paling baik untuk mengirimkan data ke node tujuan. Dengan mempertimbangkan posisi kendaraan yang akan melalui persimpangan tersebut maka *Road Side Unit* akan memberikan data kepada kendaraan yang diperkirakan menuju ke arah *receiver*. Dengan demikian diharapkan data dapat lebih cepat untuk mencapai *receiver*. Namun permasalahan akan terjadi ketika tidak terdapat kendaraan yang menuju ke arah *receiver*. Untuk mencegah *buffer overflow* maka diberlakukan mekanisme *timeout* terhadap data yang berada di memori *Road Side Unit*.

Protokol routing yang memanfaatkan persimpangan jalan juga telah diteliti (Ramachandran, L. et al 2013). *Shortest Path Based Traffic Aware Routing (STAR)* adalah sebuah protokol yang dikembangkan untuk memaksimalkan penggunaan persimpangan jalan dimana terdapat lampu lalu lintas. STAR memanfaatkan kendaraan yang sedang berhenti di lampu merah untuk memastikan end to end connectivity. Untuk mengetahui hubungan antar kendaraan maka STAR menggunakan teknik *broadcast hello message*. Namun teknik ini juga dapat menyebabkan *broadcast storm*. Untuk

mengatasi masalah tersebut, pada penelitian ini diusulkan untuk menggunakan teknik *Red Light First Forwarding (RLFF)*. Ketika data sampai di persimpangan jalan, maka kendaraan yang sedang berhenti karena lampu merah yang meneruskan data tersebut sehingga mengurangi *broadcast storm*. Konsep ini memiliki kelebihan yaitu pada penggunaan lampu lalu lintas sebagai *Road Side Unit* yang membantu meneruskan paket data. Namun karena lampu lalu lintas menyala bergantian maka terdapat kemungkinan untuk paket data *expired* ketika menunggu node yang memiliki jalur ke node tujuan.

Penelitian lain tentang *Road Side Unit* sebagai message router yang dilakukan (Mershad, K. et al, 2012) mengusulkan sebuah mekanisme pengiriman data untuk kasus dimana antara *node* pengirim dan penerima terpisah dengan jarak yang cukup jauh sehingga pengiriman data antar node dianggap kurang efektif. ROAMER (*Roadside Unit As Message Routers in VANETs*) memanfaatkan *hybrid Road Side Unit* dimana sebagian *Road Side Unit* terhubung antara satu sama lain untuk membentuk *backbone* dan sebagian lainnya terhubung ke internet sebagai *gateway*. Dan kesemua *Road Side Unit* dapat saling terhubung membentuk jaringan *mesh*. Setiap *Road Side Unit* menerima *hello message* dari setiap kendaraan yang berada di dalam jangkauannya. Ketika salah satu kendaraan mengirimkan data ke kendaraan lainnya maka data dikirimkan ke *Road Side Unit* terdekat.

Selain digunakan di persimpangan, penelitian terhadap penggunaan *Road Side Unit* di jalan bebas hambatan juga telah dilakukan (Sou, Sok-Ian et al, 2011). Pada penelitian ini, *Road Side Unit* digunakan sebagai message broadcaster ketika terjadi emergency situation. Ketika sebuah kendaraan mengalami emergency situation, maka kendaraan tersebut mengirimkan emergency message kepada *Road Side Unit* terdekat. Apabila sebuah *Road Side Unit* mendapatkan emergency message maka *Road Side Unit* tersebut melakukan emergency message broadcast kepada setiap kendaraan yang searah dengan kendaraan yang mengalami emergency situation. Hal ini dapat diketahui dari arah kendaraan yang berada dalam jangkauan *Road Side Unit*.

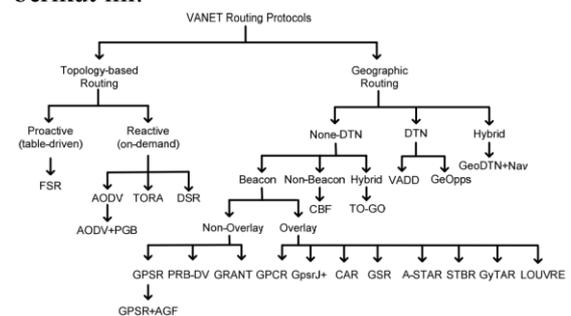
Apabila kendaraan yang mengalami emergency message tidak berada di dalam jangkauan Road Side Unit, maka emergency message dikirimkan ke kendaraan lain yang berjalan berlawanan arah sampai menemukan rehealing node. Rehealing node dapat berupa Road Side Unit atau node lain yang menjadi head of cluster. Dengan demikian dapat mengurangi jumlah hop yang harus dilalui data.

Pada kondisi nyata dimana banyak terdapat persimpangan jalan tentunya kurang efektif apabila meletakkan setiap Static Intersection Node di setiap persimpangan jalan. Maka harus dilakukan pemilihan terhadap lokasi Static Intersection Node yang paling optimal. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam hal ini salah satu diantaranya adalah penelitian (Christian Lochert et al, 2008).

Pada penelitian lain (Baber Aslam, et al 2012) untuk menentukan posisi Road Side Unit yang terbaik digunakan algoritma Binary Integer Programming (BIP) yang pada dasarnya menggunakan teknik branch and bound serta algoritma Balloon Expansion Heuristics (BEH). Dengan menggunakan algoritma BIP & BEH para peneliti dapat merekomendasikan posisi Road Side Unit yang terbaik. Sedangkan pada penelitian (Jeonghee Chi, et al 2013) penentuan posisi Road Side Unit melalui beberapa kriteria seperti intersection priority dan intersection connectivity. Kemudian diukur Intersection priority pada masing – masing intersection. Intersection priority dapat di hitung dari kepadatan kendaraan serta lokasi persimpangan secara geografis. Sedangkan *intersection connectivity* dapat dihitung berdasarkan jumlah kendaraan yang melalui kedua persimpangan. Pada penelitian ini Road Side Unit diletakkan di setiap intersection berdasarkan informasi intersection priority. Informasi intersection priority didapatkan dari kondisi nyata di lapangan dengan mempertimbangkan lokasi sebuah intersection. Apabila sebuah intersection berada di daerah yang padat seperti pasar atau pusat kota maka diasumsikan banyak kendaraan yang melalui jalan tersebut atau dapat dikat padat. Kemudian jumlah Road Side Unit dikurangi berdasarkan kriteria lain seperti intersection connectivity sampai ditemukan Road Side Unit yang benar – benar optimal.

Untuk menentukan lokasi optimal Static Intersection Node pada penelitian ini akan menggunakan algoritma Dijkstra dimana menurut penelitian (Santoso, et al 2010) algoritma Dijkstra merupakan algoritma yang paling cocok untuk menentukan jalur terpendek pada peta. Penelitian ini membandingkan algoritma Dijkstra, A* (A Star) serta Ant Colony untuk menentukan jalur optimal pada studi kasus peta kota Surabaya. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa algoritma Dijkstra paling cocok digunakan untuk pencarian rute optimal pada peta.

Karena pada VANET tidak memiliki topologi yang statis, maka data dikirimkan secara estafet oleh node diantara node source dan node destination. Dibutuhkan algoritma routing yang mampu mencari jalur pengiriman data pada topologi yang dinamis. Para peneliti telah banyak mengembangkan algoritma routing di VANET dengan berbagai kelebihannya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (K.C. Lee, et al 2010) terdapat beberapa pengelompokan protokol routing yang dikembangkan pada lingkungan vanet seperti yang terlihat pada Gambar 2.4 berikut ini:



Gambar 2 VANET Routing protocol

Secara umum protokol routing pada VANET yang masuk dalam kategori topology based terbagi menjadi 3 bagian yaitu proaktif, reaktif dan hybrid. Protokol routing proaktif selalu berusaha untuk mengetahui informasi node di sekitarnya dengan terus memperbarui tabelnya. Kelebihan dari teknik ini adalah setiap node dapat mengetahui jalur menuju setiap node sehingga ketika ada permintaan untuk mengirimkan data kepada sebuah node maka node pengirim sudah mengetahui jalurnya. Namun karena pada VANET setiap node bergerak yang memungkinkan terjadinya perubahan topologi maka dengan

menggunakan topologi ini, setiap node terus memperbarui informasi di dalam tabelnya sesuai informasi dari node lain. Di sisi lain protokol routing yang termasuk kelompok reaktif hanya mengetahui node di sekitarnya saja, sehingga tidak dibutuhkan untuk melakukan pengecekan node yang terlalu banyak. Node pengirim mengirimkan paket route discovery untuk mengetahui jalur menuju node penerima. Sedangkan dalam kelompok hybrid memanfaatkan kelebihan dari kedua kelompok protokol routing yang sekaligus meminimalisir efek negatif dari kedua kelompok protokol routing.

Adhoc On Demand Vector Routing adalah salah satu routing protokol reaktif di VANET. Pada bulan November 2001 draft protokol AODV pertama kali di publikasikan oleh peneliti pada kelompok kerja MANET (Mobile Adhoc Network) pada komunitas IEFT (Internet Engineering Task Force). Dan akhirnya pada bulan Juli 2003 draft protokol AODV telah di publikasikan melalui RFC3561 (C. Perkins, et al 2003). AODV termasuk dalam kelompok protokol Distance Vector dimana setiap node mengetahui node tetangganya beserta jarak nya. Secara umum tabel routing AODV dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

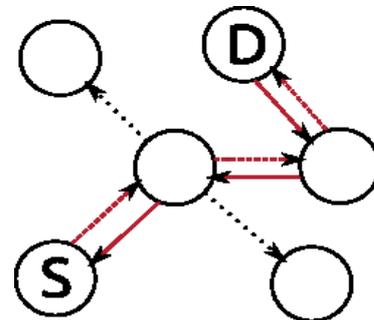
Destination	Cost	Next Hop
A	1	A
B	0	B
C	∞	-
D	1	D
E	∞	-

Tabel 1 Tabel Routing AODV

Untuk mencari jalur menuju node destination, AODV menggunakan teknik Route Request (RREQ), Route Reply (RREP) dan Route Error (RERR). Route Request (RREQ) digunakan ketika node source hendak mencari jalur untuk mengirimkan data kepada node destination. Sedangkan Route Reply digunakan untuk mengirimkan rute / jalur yang telah dibuat kembali kepada node source ketika node destination telah ditemukan. Hal ini terjadi karena pada protokol AODV, setiap node hanya mengetahui node tetangganya melalui mekanisme Hello Message. Hello message adalah sebuah paket RREP yang memiliki

Time To Live (TTL) = 1 yang berarti hanya dapat diterima oleh node tetangganya. Selain untuk mengetahui node tetangganya, Hello Message juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi kerus link. Hal ini dapat dilakukan dengan mengirimkan Hello Message secara berkala sehingga dapat diketahui ketika adanya link yang rusak.

Ketika terjadi broken link, sebuah node dapat mencoba untuk memperbaiki link ke node tersebut dengan cara mencari jalur lain menuju ke node tersebut dengan mengirimkan kembali RREQ. Apabila upaya ini gagal maka node mengirimkan RERR untuk menginformasikan kepada node lain bahwa terdapat node yang tidak dapat diakses. Maka ketika sebuah node mengirimkan data ke node yang lain, dikirimkan paket Route Request (RREQ) untuk mengetahui jalur menuju node destination. Setiap node yang mendapatkan paket Route Request (RREQ) memeriksa apakah node destination berada di daftar tetangganya. Apabila ada maka node tersebut mengirimkan paket Route Reply (RREP) baik kepada node source maupun node destination. Apabila node destination tidak terdapat di daftar tetangganya maka node tersebut meneruskan paket Route Request (RREQ) ke node tetangganya. Begitu seterusnya sampai ditemukan node yang menjadi tetangga node destination. Secara singkat, cara kerja protokol AODV dapat dilihat dari Gambar 3 berikut ini :



Gambar 3 AODV Routing

Karena node source tidak memiliki informasi jalur menuju node destination (AODV hanya mengetahui node tetangganya saja melalui Hello Message) maka paket RREQ dikirimkan ke node tetangganya. Pada jaringan VANET kemungkinan terjadinya *link breakage* cukup tinggi dikarenakan mobilitas masing – masing node. Ketika sebuah node mengetahui bahwa node

tetangganya sudah tidak dapat diakses (keluar dari jangkauan) maka node tersebut mengirimkan RERR (Route Error) yang berisi daftar node yang tidak dapat diakses. Node lain yang menerima paket RERR memeriksa di tabelnya apakah terdapat node yang tidak dapat diakses. Jika benar maka tabel di update sesuai dengan informasi terbaru kemudian menyebarkan kembali paket RERR. Paket RREQ berisi informasi Src. Node, Dst. Node, Lifespan dan ID. Node tetangga yang menerima paket ini memeriksa apakah Dst. Node yang dituju terdapat di daftar tetangganya. Apabila tidak ada maka paket RREQ ini dikirimkan kembali ke node tetangganya. Apabila Dst. Node terdapat di daftar tetangganya maka node mengirimkan paket RREP yang berisi Dst. Node, Src. Node, Hop Count dan ID.

Selain *Vehicle to Vehicle Communication*, VANET juga mendukung untuk melakukan *Vehicle to Infrastructure Communication* (V2I). Infrastruktur dapat berupa *Access Point* atau infrastruktur jaringan lain misal 3G atau HSDPA yang disebut dengan RSU (Road Side Unit) (Calvacante, et al 2012). Pada beberapa penelitian menyebut infrastruktur sebagai *Road Side Unit*. Salah satu permasalahan utama pada VANET adalah topologi yang dinamis sehingga keberhasilan pengiriman data sangat bergantung kepada posisi node. Untuk meningkatkan performa protokol routing, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan *Road Side Unit*. Keberadaan *Road Side Unit* dapat membantu node untuk mengirimkan paket data baik ke node yang berada di sekitarnya maupun ke *Road Side Unit* lainnya. Komunikasi yang terjadi antar node maupun node dengan *Road Side Unit* disebut dengan komunikasi hybrid. Pengembangan dari *Road Side Unit* adalah *Static Intersection Node*. *Static Intersection Node* merupakan *Road Side Unit* yang berada pada *intersection*.

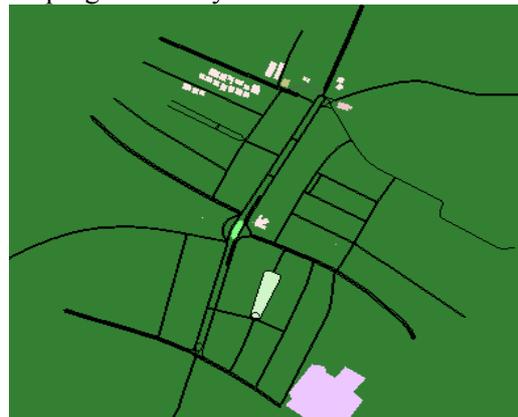
3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan antara lain sebagai berikut:

a. Penentuan lingkungan uji coba

Untuk mensimulasikan lingkungan uji coba yang menyerupai kondisi sebenarnya maka digunakan SUMO

(*Simulation for Urban Mobility*) untuk membuat simulasi pergerakan kendaraan serta NS 2 (*Network Simulator 2*) untuk mensimulasikan pengiriman data antar kendaraan. Pada penelitian ini akan digunakan peta seluas 1600m x 1600m dengan beberapa persimpangan jalan seperti pada Gambar-1. Secara nyatanya peta tersebut merupakan peta di radius 1600m sekitar jalan Ijen Boulevard Kota Malang. Peta diambil melalui website <https://www.openstreetmap.org/> yang menyediakan peta untuk digunakan di program lainnya.



Gambar 4. Peta area simulasi

b. Penentuan parameter uji coba

Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah *Packet Delivery Ratio* dengan rumus sebagai berikut :

$$PDR = \frac{\text{packet received}}{\text{packet sent}} \times 100\%$$

Packet Delivery Ratio menggambarkan rasio paket yang berhasil terkirim ke kendaraan tujuan dibandingkan dengan jumlah keseluruhan paket yang dikirim oleh kendaraan pengirim.

c. Pemilihan skenario uji coba

Agar menghasilkan hasil yang valid, maka pada penelitian ini dilakukan beberapa skenario percobaan sebagai berikut:

Skenario 1

∑ kendaraan	100
Waktu simulasi	10 menit
Jarak transmisi	5m
Kecepatan	1 m/s – 10 m/s
Arah kendaraan	acak
Jumlah paket data	1 pkt / s
Static Intersection Node	Tidak

Skenario 2

Σ kendaraan	100
Waktu simulasi	10 menit
Jarak transmisi	10m
Kecepatan	1 m/s – 10 m/s
Arah kendaraan	acak
Jumlah paket data	1 pkt / s
Static Intersection Node	Tidak

Skenario 3

Σ kendaraan	100
Waktu simulasi	10 menit
Jarak transmisi	20m
Kecepatan	1 m/s – 10 m/s
Arah kendaraan	acak
Jumlah paket data	1 pkt / s
Static Intersection Node	Tidak

Pada skenario 1, 2 dan 3 paket akan dikirim dari *node* pengirim ke *node* penerima hanya mengandalkan kendaraan yang berada diantara kedua *node* tersebut. Teknik yang digunakan adalah *vehicle to vehicle communication* atau pengiriman data antar kendaraan. Lokasi pengirim dan penerima dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 5 Lokasi pengirim dan penerima pada peta

Sedangkan pada skenario ke 4, 5 dan 6 dipasang beberapa *Static Intersection Node* pada peta untuk meneliti sejauh mana kontribusi keberadaan *Static Intersection Node* pada peta dalam meningkatkan rasio pengiriman data seperti yang terlihat pada gambar 3

Karena *Static Intersection Node* merupakan *Road Side Unit* yang berada di persimpangan jalan, maka posisi *Static Intersection Node* terikat pada posisi persimpangan jalan (tidak dapat

diletakkan secara bebas seperti *Road Side Unit*). Salah satu skenario pada penelitian ini adalah melakukan pengiriman data pada peta dimana terdapat *Static Intersection Node*. Namun karena meletakkan *Static Intersection Node* pada setiap persimpangan jalan menjadi kurang efektif baik dari segi fungsi maupun biaya, maka perlu dilakukan penelitian untuk menentukan posisi *Static Intersection Node* yang optimal.



Gambar 6 Lokasi SIN pada peta

Pada penelitian ini menggunakan kepadatan kendaraan sebagai salah satu parameter penentu posisi *Static Intersection Node*. Algoritma yang digunakan adalah algoritma Dijkstra untuk menentukan jalur dari *node* pengirim ke *node* penerima. Dimana jalur yang dipilih adalah jalur dengan tingkat kepadatan rendah sehingga diperlukan adanya *Static Intersection Node* pada setiap persimpangannya. Dipilihnya jalur dengan tingkat kepadatan rendah dengan asumsi jalur dengan tingkat kepadatan tinggi tidak memerlukan *Static Intersection Node* untuk dapat mengirimkan data, melainkan dapat dilakukan oleh kendaraan yang melalui di jalan tersebut.

Algoritma Dijkstra dipilih karena selain prosesnya yang sederhana sehingga tidak membutuhkan sumberdaya komputasi yang besar juga merupakan salah satu algoritma yang tepat untuk kasus *path finding*. Hal ini membuat algoritma Dijkstra cocok digunakan pada lingkungan VANET yang memiliki sumberdaya komputasi terbatas. Adapun algoritma Dijkstra yang digunakan pada penelitian ini adalah

untuk mencari jalur dari node pengirim ke node penerima berdasarkan pada tingkat kepadatan pada setiap ruas jalan. Secara umum langkah - langkah untuk menentukan jalur dari node pengirim ke node penerima pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Daftar kepadatan kendaraan di setiap ruas jalan pada peta.
2. Daftar setiap intersection yang saling terhubung.
3. Temukan jalur dari sumber ke tujuan melalui jalan yang tingkat kepadatannya paling rendah menggunakan algoritma Dijkstra

Static Intersection Node diletakkan pada beberapa persimpangan jalan antara pengirim dan penerima. Untuk mendapatkan hasil yang valid maka pada skenario 4,5 dan 6 jarak transmisi SIN di ubah-ubah seperti pada tabel-tabel dibawah ini:

Skenario 4

∑ kendaraan	100
Waktu simulasi	10 menit
Jarak transmisi	5m
Kecepatan	1 m/s – 10 m/s
Arah kendaraan	acak
Jumlah paket data	1 pkt / s
Static Intersection Node	Ya
Jarak transmisi SIN	50m

Skenario 5

∑ kendaraan	100
Waktu simulasi	10 menit
Jarak transmisi	10m
Kecepatan	1 m/s – 10 m/s
Arah kendaraan	acak
Jumlah paket data	1 pkt / s
Static Intersection Node	Ya
Jarak transmisi SIN	75m

Skenario 6

∑ kendaraan	100
Waktu simulasi	10 menit
Jarak transmisi	20m
Kecepatan	1 m/s – 10 m/s
Arah kendaraan	acak
Jumlah paket data	1 pkt / s
Static Intersection Node	Ya
Jarak transmisi SIN	100m

Sedangkan tampilan pada simulasi pengiriman data antar kendaraan (*vehicle to vehicle communication*) maupun dari kendaraan ke SIN (*vehicle to infrastructure communication*) dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini :



Gambar 7 kendaraan pada peta

d. Pengukuran hasil uji coba

Pengukuran hasil uji coba dilakukan untuk mengukur hasil dari setiap skenario uji coba yang telah dilakukan sesuai dengan parameter yang digunakan. Hasil uji coba dilakukan dengan menggunakan software Network Simulator versi 2.34 dengan mengirimkan paket CBR (*Constant Bit Rate*) dari pengirim di ujung selatan jalan Ijen (ujung sebelah kiri peta) ke penerima di ujung utara jalan Ijen (ujung sebelah kanan peta). Potongan program pengiriman data dalam bahasa pemrograman TCL dapat dilihat pada gambar 8.

```

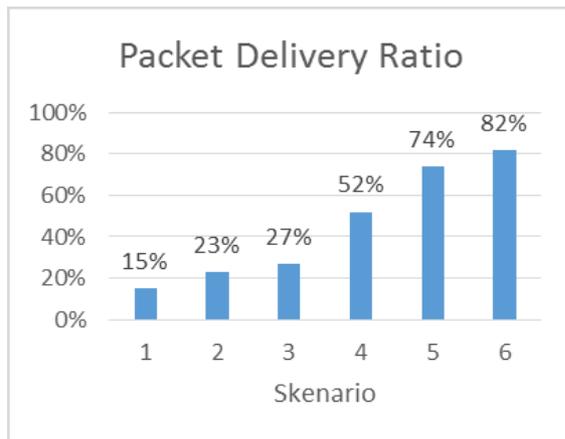
100 # Set a UDP connection
101 set UDP [new Agent/UDP]
102 set null [new Agent/Null]
103 $ns_ attach-agent $node_6 $UDP
104 $ns_ attach-agent $node_8 $null
105 $ns_ connect $UDP $null
106 $UDP set fid_2
107
108 # Set a CBR over UDP
109 set cbr [new Application/Traffic/CBR]
110 $cbr attach-agent $UDP
111 $cbr set type_cbr
112 $cbr set packetSize 100
113 $cbr set interval 1
114 $ns_ at 300.0 "$cbr start"
115
116
117 # Telling nodes when the simulation ends
118 for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
119     $ns_ at $val(stop) "$node_($i) reset";
120 }
121
122 # ending nam and the simulation
123 $ns_ at $val(stop) "$ns_ nam-end-wireless $val(stop)"
124 $ns_ at $val(stop) "stop"
125 $ns_ at 3694.00 "puts \"end simulation\" : $ns halt"

```

Gambar 8 Potongan program

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan percobaan berdasarkan skenario yang telah dibuat, maka hasil yang didapatkan dari penelitian ini ditampilkan pada grafik berikut ini :



Grafik 1 PDR per skenario

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa salah satu faktor yang mendukung keberhasilan pengiriman data adalah jarak transmisi nirkabel (*wireless transmission range*). Hipotesis ini dapat dibuktikan dari semakin meningkatnya jarak transmisi (pada skenario 2 & 3) semakin meningkat pula rasio keberhasilan pengiriman data.

Selain dipengaruhi oleh jarak transmisi nirkabel, dari hasil percobaan juga diketahui bahwa penggunaan *Static Intersection Node* juga memberikan kontribusi terhadap keberhasilan pengiriman data rata – rata sebesar 48%. Selain kedua hal tersebut masih banyak faktor yang menentukan keberhasilan pengiriman data pada lingkungan VANET seperti jumlah kendaraan, arah pergerakan kendaraan serta kecepatan kendaraan. Hal – hal tersebut secara langsung akan berpengaruh kepada algoritma pencarian jalur pengiriman yang digunakan.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan adalah peletakan *Static Intersection Node* dapat memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap rasio keberhasilan pengiriman data pada lingkungan VANET. Hal ini dikarenakan *Static Intersection Node* sangat dimungkinkan untuk dapat memiliki sumber daya yang jauh lebih besar dibanding kendaraan karena posisi *Static Intersection Node* tidak berpindah – pindah. Dengan sumber daya yang lebih besar maka *Static Intersection Node* dapat memiliki jarak transmisi nirkabel yang lebih jauh sehingga data akan dapat terkirim lebih jauh dan lebih cepat untuk sampai ke tujuan karena jumlah *hop* (kendaraan perantara) yang akan di

tempuh data akan semakin pendek. Pada penelitian ini *Static Intersection Node* diletakkan pada ruas jalan yang memiliki kepadatan kendaraan rendah dan hasil penelitian menunjukkan terdapat perbaikan performa protokol AODV dengan jumlah *Static Intersection Node* yang minimal. Maka dapat disimpulkan bahwa penentuan posisi *Static Intersection Node* pada peta berpengaruh terhadap perbaikan performa protokol AODV.

6. REFERENSI

- Perkins, C.E.; Royer, E.M., "Ad-hoc on-demand distance vector routing," in *Mobile Computing Systems and Applications*, 1999. Proceedings. WMCSA '99. Second IEEE Workshop on, vol., no., pp.90-100, 25-26 Feb 1999
- Nakamura, M., Kitani, T., Sun, W., Shibata, N., Yasumoto, K. and Ito, M. 2010. A method for improving data delivery efficiency in delay tolerant vanet with scheduled routes of cars. pp. 1--5.
- Menouar, H., Filali, F. and Lenardi, M. 2006. A survey and qualitative analysis of MAC protocols for vehicular ad hoc networks. *Wireless Communications, IEEE*, 13 (5), pp. 30--35.
- Narendra Mohan Mittal, Dr. Prem Chand Vashist, 2014. Performance Evaluation of AODV and DSR Routing Protocols for Vehicular Ad-hoc Networks (VANETs), *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* vol. 4 issue 6 pp 522 – 530
- Yong Ding, Chen Wang, Li Xiao, 2007. A Static-Node Assisted Adaptive Routing Protocol in Vehicular Networks, *VANET '07 Proceedings of the fourth ACM international workshop on Vehicular ad hoc networks* Pages 59 – 68
- Anggoro, Radityo, 2008. *Static Intersection Node-based Multicast Protocol in VANET*, Thesis, Computer Science and Information Engineering Department in National Taiwan University of Science and Technology.
- Festag, A. Hessler, A. Baldessari, R., Le., L., Zhang, W., & Westhoff, D 2008 *Vehicle-To-Vehicle And Road-Side Sensor Communication For Enhanced Road Safety*, 9th International

- Conference On Intelligent Tutoring Systems (ITS 2008) IEEE Press
- Lakshmi Ramachandran, Sangheetha Sukumaran, Surya Rani Sunny, 2013 An Intersection Based Traffic Aware Routing With Low Overhead in VANET, International Journal of Digital Information and Wireless Communications (IJDIWC) 3(2): 190-196
- Sok-Ian Sou and Ozan K. Tonguz, 2011 Enhancing VANET Connectivity Through Roadside Units on Highways, IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, VOL. 60, NO. 8, OCTOBER 2011
- Evellyn S. Cavalcante, Andre L. L. Aquino, Gisele L. Pappa, 2012, Roadside Unit Deployment for Information Dissemination in a VANET: An Evolutionary Approach, GECCO'12 Companion, July 7–11, 2012
- Khaleel Mershad, Hassan Artail, Mario Gerla, 2012 ROAMER: Roadside Units as message routers in VANETs, Ad Hoc Networks Vol. 10 (3) 2012 pp. 479 - 492
- Christian Lochert, Björn Scheuermann, Christian Wewetzer, Andreas Luebke, Martin Mauve, 2008, Data Aggregation and Roadside Unit Placement for a VANET Traffic Information System, VANET '08 Proceedings of the fifth ACM international workshop on VehiculAr Inter-NETworking Pages 58-65
- Jeonghee Chi, Yeongwon Jo, Hyunsun Park, Taehyeon Hwang and Soyoung Park, 2013 An Effective ROAD SIDE UNIT Allocation Strategy for Maximizing Vehicular Network Connectivity, International Journal of Control and Automation Vol. 6 No.4 August, 2013 pp. 259 – 270

