

EVALUASI PERFORMANSI PROTOKOL ROUTING DSR DAN AODV PADA SIMULASI JARINGAN VEHICULAR AD-HOC NETWORK (VANET) UNTUK KESELAMATAN TRANSPORTASI DENGAN STUDI KASUS MOBIL PERKOTAAN

Evaluation of Performance of Routing Protocol DSR and AODV in Network Simulation of Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) For Transportation Safety With Study Case of City Car

Puji Dwika Pradana¹, Ridha Muldina Negara, S.T., MT.², Favian Dewanta, S.T., MEng.³

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

¹dwika.puji@gmail.com, ²ridhanegara@telkomuniversity.ac.id, ³dewanta.favian@gmail.com

Abstrak

Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) merupakan pengembangan dari *Mobile Ad-Hoc Network (MANET)* yang memungkinkan komunikasi *Inter Vehicle Communication (IVC)* dan atau *Roadside-to-Vehicle (RVC)*. Karakteristik dasar VANET yaitu mobilitas *node* tinggi sehingga menyebabkan perubahan yang cepat pada topologi jaringan. Hal ini disebabkan karena topologi jaringan VANET sering berubah, mencari dan mempertahankan rute adalah hal terpenting pada VANET.

Mengenai *node* atau kendaraan yang akan direpresentasikan yaitu menggunakan mobil jenis perkotaan. Beberapa hal yang dapat dibahas yaitu mengenai perbedaan masalah yang relevan terhadap komunikasi *Vehicle-to-Vehicle (V2V)*, serta menganalisis solusi teknologi yang ada guna mengatasi masalah mengenai keselamatan transportasi. *Routing protocol* sangat berpengaruh terhadap performansi jaringan dan digunakan untuk menghadapi tantangan terkait topologi jaringan yang dinamis.

Dari hasil simulasi diperoleh bahwa dalam lingkungan perkotaan, protokol *routing* DSR lebih baik dibandingkan AODV. Protokol *routing* DSR memiliki nilai performansi yang lebih baik pada parameter yang digunakan pada kondisi ketika terjadi insiden yaitu *packet delivery ratio*, *average throughput*, *routing overhead*, *normalized routing load*, dan *end to end delay* dengan nilai rata-rata 80.44%;82.01%, 431.61 kbps;436.63 kbps, 0.96;0.82, 1.06;0.96, dan 3.45 ms;3.51 ms, sedangkan pada AODV memiliki nilai rata-rata 77.84%;79.87%, 419.64 kbps;421.22 kbps, 1.48;1.16, 1.86;1.56, dan 3.56 ms;3.62 ms. Hal tersebut menunjukkan bahwa protokol *routing* DSR lebih unggul digunakan pada mobil jenis perkotaan dengan kondisi lingkungan perkotaan.

Kata kunci: VANET, NS-2, DSR, AODV, Mobil Perkotaan.

Abstract

Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) is a development of the *Mobile Ad-Hoc Network (MANET)* which allows *Inter Vehicle Communication (IVC)* and or *Roadside-to-Vehicle (RVC)* communication. VANET basic characteristics, namely high node mobility causing rapid changes in network topology. This is because VANET network topology changes frequently, finding and maintaining routes are the most important thing in VANET.

Regarding the node or vehicle that will be represented using City Car. Some things that can be discussed, namely the difference in communication issues relevant to the *Vehicle-to-Vehicle (V2V)*, and analyzes the existing technological solutions in order to overcome the problem of transport safety. Routing protocols greatly affect the network performance and is used to facing challenges related dynamic network topology.

From the simulation results showed that in urban environments, routing protocol DSR is better than AODV. Routing protocol DSR has better performance value on parameters *packet delivery ratio*, *average throughput*, *routing overhead*, *normalized routing load*, and *end to end delay* with average value 80.44%;82.01%, 431.61 kbps;436.63 kbps, 0.96;0.82, 1.06;0.96, and 3.56 ms;3.62 ms, whereas on AODV has the average value 77.84%;79.87%, 419.64 kbps;421.22kbps, 1.48;1.16, 1.86;1.56, and 3.56 ms;3.62ms. It shows that routing protocol DSR is more efficient when used on city car with urban environmental conditions.

Keywords: VANET, NS-2, DSR, AODV, City Car

1. Pendahuluan

Vehicular Ad-hoc Network (VANET) adalah salah satu jaringan komunikasi nirkabel yang sangat populer di bidang industri otomotif. VANET merupakan sebuah pengembangan dari jaringan nirkabel sebelumnya yaitu *Mobile Ad-hoc Network (MANET)*. Tujuan dasar dari penelitian VANET adalah untuk mengembangkan sistem komunikasi pada kendaraan-kendaraan yang memungkinkan pertukaran data yang cepat dan efisien sehingga

dapat digunakan sebagai sistem informasi trafik lalu lintas yang cerdas. Komunikasi ini dapat dilakukan antarkendaraan (*vehicle to vehicle*) atau kendaraan dengan infrastruktur di sekitar ruas jalan (*vehicle to roadside*).

Routing protocol merupakan aspek penting dalam sebuah jaringan dimana aspek tersebut sangatlah berpengaruh dalam kinerja sebuah jaringan. Di dalam jaringan VANET terdapat beberapa *routing protocol* yang dapat

diimplementasikan pada kondisi tertentu. Oleh sebab itu, diperlukan salah satu *routing protocol* yang paling tepat untuk diimplementasikan sehingga diperoleh efektivitas dan kinerja yang terbaik dalam kondisi tertentu.

Pada proposal tugas akhir ini akan dilakukan analisa kinerja dari *routing protocol DSR* dan *AODV* pada jaringan VANET yang akan disimulasikan dengan *Network Simulator 2 (NS-2)*. Dari kedua *routing protocol* diatas akan dibandingkan mana yang paling efektif, efisien, dan performansinya paling maksimal. Adapun efektivitas dan efisiensi *routing protocol* tersebut diukur berdasar beberapa parameter performansi, yaitu *Average throughput*, *Packet Delivery Ratio*, *Average End-to-end delay*, *Routing Overhead*, dan *Normalized Routing Load*.^[5]

2. Tinjauan Pustaka

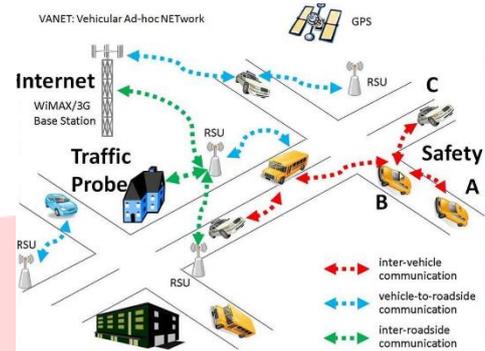
2.1 Ad-Hoc Network

Ad-hoc networks dapat disebut sebagai desentralisasi dalam jaringan *wireless*^[1]. Jaringan *Ad-Hoc* dianggap sebagai solusi yang memadai untuk berkendara secara kooperatif dalam berkomunikasi antar kendaraan di jalan. Jaringan *Ad-hoc* merupakan salah satu jenis dari *Wireless Local Area Network (WLAN)* yang terdiri dari sekumpulan *node* yang berkomunikasi satu sama lain secara langsung tanpa melibatkan *node* perantara seperti *access point*. Jaringan ini tidak bergantung pada infrastruktur yang sudah ada sebelumnya seperti *router*. Setiap *node* pada jaringan *ad-hoc* memiliki *interface wireless*. *Node-node* dalam jaringan *ad-hoc* bersifat dinamis dan dapat berubah-ubah. Pada jaringan *ad-hoc* setiap *node* tidak hanya berfungsi sebagai pengirim dan penerima informasi tetapi juga berfungsi sebagai pendukung jaringan seperti *router*. Oleh karena itu maka diperlukan sebuah *routing protocol* yang ditanamkan pada jaringan *ad-hoc* tersebut.

2.2 Vehicular Ad-hoc Network

Vehicular ad-hoc network (VANET) merupakan turunan dari *Mobile Ad-hoc Network (MANET)* yang membangun jaringan *wireless* yang meliputi *Inter-Vehicle Communication (IVC)*, *Vehicle to Roadside (V2R)*, atau *Roadside to Roadside (R2R)*. VANET ini kelak akan sangat berperan pada perkembangan teknologi *Intelligent Transportation System (ITS)*^[7] dalam menyediakan

aplikasi keamanan seperti kemacetan lalu lintas, kontrol kecepatan, kecelakaan sisi jalan, bagian bebas untuk kondisi darurat dan hambatan pada umumnya.



Gambar 2.1 Overview Vehicular Ad-hoc Network

2.3 Inter-Vehicle Communication (IVC)

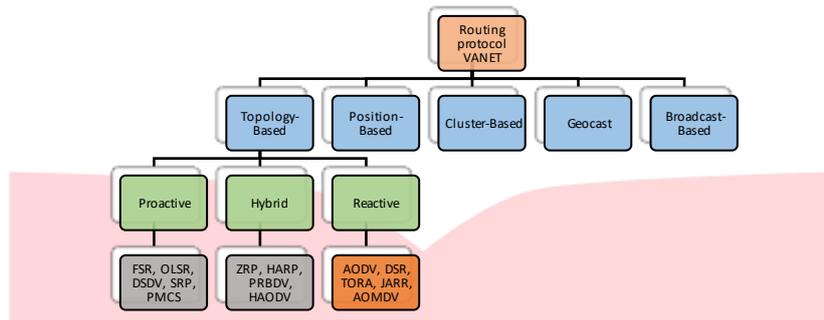
Meng-*install* infrastruktur yang permanen di jalan raya dapat melan banyak biaya, maka komunikasi antar kendaraan (IVC) akan dibutuhkan untuk meningkatkan efektivitas cakupan jaringan kendaraan.^[4] Komunikasi IVC mumi merupakan jaringan *ad-hoc*. Komunikasi jenis ini banyak digunakan untuk aplikasi-aplikasi keamanan seperti peringatan keselamatan, informasi lalu lintas, peringatan penghalang jalan, peringatan tabrakan persimpangan, dan lain sebagainya. Komunikasi *Vehicle-to-Vehicle (V2V)* menggunakan teknik *forwarding* paket baik secara *unicast* atau *multi-cast* di antara *node* sumber dan tujuan.^[8] *Forwarding* secara *unicast* berarti bahwa sebuah kendaraan hanya mengirim atau menerima paket dari tetangganya dengan satu jalur. Sedangkan *forwarding* secara *multi-cast* memungkinkan bantuan pertukaran paket dari kendaraan lain yang menjadi penengah atau sebagai *relay*-nya.^[10]

2.4 Routing Protocol

Protocol adalah seperangkat aturan yang mengatur setiap komputer untuk saling bertukar informasi melalui media jaringan, sedangkan *routing* adalah proses memindahkan informasi dari pengirim ke penerima melalui sebuah jaringan. (Cisco, 2004)

Routing adalah mekanisme penentuan link dari *node* pengirim ke *node* penerima yang bekerja pada layer 3 OSI (*Layer Network*). Protokol routing diperlukan karena untuk mengirimkan paket data dari *node* pengirim ke *node* penerima, akan

jaringan dan *overhead* cukup tinggi yakni ketika proses pembentukan *cluster* pada jaringan dengan mobilitas tinggi seperti VANET. Macam-macam protokol routing ini adalah seperti HCB, CBLR, COIN, LORA-



Gambar 2.2 Routing Protocol pada VANET

melewati beberapa *node* penghubung (*intermediate node*), dimana protokol routing berfungsi untuk mencari *route link* yang terbaik dari *link* yang akan dilalui. Pemilihan rute terbaik tersebut didasarkan atas beberapa pertimbangan seperti *bandwidth link* dan jaraknya.

Pada VANET, protokol routing dikategorikan ke dalam lima kategori : *topology-based routing protocol*, *position-based routing protocol*, *cluster-based routing protocol*, *geocast routing protocol* dan *broadcast routing protocol*.

a. *Topology-Based Routing Protocols*

Protokol routing ini menggunakan informasi link yang terdapat pada jaringan untuk meneruskan paket dari sumber ke tujuan. Lebih lanjut, routing berbasis posisi ini dibagi lagi menjadi protokol proaktif, reaktif, dan hybrid. Protokol routing ini mencoba untuk menyeimbangkan kemungkinan antisipasi pada semua path dan menjaga *overhead* pada tingkat minimum. Protokol ini menggunakan informasi mengenai topologi jaringan yang ada dan kondisi link komunikasi antar *node* dalam pengambilan keputusan routing. Macam-macam protokol routing ini adalah FSR, DSR, OLSR, DSDV, AODV.

b. *Position-Based Routing Protocols*

Position-based routing terdiri dari algoritma routing. Mereka membagi properti menggunakan informasi lokasi geografis untuk memilih *forwarding hop* yang berikutnya. Protokol routing yang paling dominan dari kategori ini adalah GPSR, LAR, GSR, CAR, ASTAR.

c. *Cluster-Based Routing Protocols*

Cluster-based routing menghususkan pada *clusters*. Sekumpulan *node* mengidentifikasi dirinya sendiri untuk menjadi bagian pada *cluster* dan sebuah *node* ditunjuk sebagai kepala *cluster* yang akan mem-broadcast paket ke *cluster*. Skalabilitas yang baik untuk jaringan yang lebih besar merupakan keunggulan protokol ini, namun *delay*

CBF, CBDRP.

d. *GeoCast Routing Protocols*

Routing ini pada dasarnya merupakan *routing multicast* berbasis posisi. Tujuannya adalah untuk mengirim paket dari *node* sumber ke semua *node* yang berada pada area geografis tertentu (*Zone of Relevance [ZOR]*). Macam-macam protokol routing *Geocast* antara lain IVG, ROVER, DG-CASTOR, DTSG and DRG.

e. *Broadcast-Based Routing Protocols*

Routing broadcast sering digunakan VANET untuk keperluan sharing lalu lintas, cuaca dan darurat, keadaan jalan antar kendaraan, dan pengumuman iklan. Macam-macam protokol *broadcast routing* antara lain BROADCAST, UMB, V-TRADE, and DV-CAST.

2.5 Topology-based Routing Protocol

Protokol routing berbasis topologi menggunakan tabel routing untuk menyimpan info link sebagai dasar *packet forwarding* dari *node* sumber ke *node* tujuan. Protokol ini dikategorikan menjadi tiga jenis berdasarkan arsitektur jaringan, yaitu : *Proactive*, *Hybrid*, *Reactive*.^[9]

2.5.1 Proactive Routing Protocol

Kelebihan dari *proactive routing protocol* adalah tidak memerlukan *route discovery* dikarenakan *route* tujuan telah disimpan sebelumnya. Di sisi lain, kekurangannya adalah lamanya interval waktu antara stimulus dengan respon sehingga tidak cocok untuk aplikasi *real-time*. Contohnya : FSR, OLSR, DSDV.

2.5.2 Hybrid Routing Protocol

Hybrid routing protocol diperkenalkan untuk mengurangi control overhead dan mengurangi delay awal pada proses penemuan rute pada pada *proactive routing protocol*. Contoh : ZRP, HARP, HAODV.

2.5.3 Reactive Routing Protocol

Kelebihan dari *reactive routing protocol* adalah pencarian route dilakukan apabila dibutuhkan oleh *node* untuk saling berkomunikasi. *Reactive routing protocol* terdiri dari fase *route discovery* dimana paket yang diminta akan melakukan *flooding*/membangiri jaringan untuk pencarian jalur dan fase ini akan selesai ketika rute telah ditemukan. Protokol ini disebut sebagai *ondemand routing protocol* karena dilakukan pembaharuan tabel routing secara berkala ketika ada data yang dikirim. Contoh : AODV, DSR, JARR, TORA.

2.6 Dynamic Source Routing (DSR)

DSR membentuk rute sesuai permintaan dan tergantung pada sumber routing daripada tabel routing. DSR merupakan sebuah beacon-less dan tidak memerlukan paket periodik hello. Pendekatan DSR adalah dengan cara membangi paket permintaan rute secara dinamis dalam jaringan dan melalui *node* tujuan untuk membalas permintaan serta membawa rute paket kedalam header. Daftar urutan lengkap *node* memungkinkan paket untuk melakukan pencarian rute dan untuk menghindari kebutuhan pembaharuan pencarian rute dan mengulang informasi secara bebas pada *node* menengah.^[3]

Dalam DSR, ketika sebuah *node* sumber ingin mengirim paket ke tujuan tertentu maka akan memeriksa tembolok rute terlebih dahulu. Jika tidak dapat menemukan rute apapun, maka akan melakukan inisiasi protokol pencarian rute. Pencarian rute melibatkan penyiaran paket permintaan rute. Paket permintaan rute berisi alamat sumber, tujuan, dan nomor identifikasi yang unik. Setiap *node* menengah akan memeriksa apakah *node* tersebut mengetahui rute dari sumber ke tujuan. Jika tidak, maka akan menambahkan alamat pada catatan paket rute dan meneruskan paket tersebut menuju *node* tetangga. Jika penemuan rute berhasil, maka host sumber, yang meminta pencarian rute, akan menerima balasan paket rute. Daftar balasan paket rute merekap semua jaringan hop melalui target *node* mana yang dapat dijangkau.^[12]

2.7 Ad-Hoc On-Demand Distance Vector (AODV)

AODV merupakan *on-demand routing* yang hanya melakukan *route discovery* apabila rute dibutuhkan oleh *node* sumber. AODV memiliki ciri utama yaitu menjaga *timer-based state* pada setiap *node* sesuai dengan penggunaan table routing. AODV memiliki *route discovery* berupa *Route Request (RREQ)* dan *Route Reply (RREP)* serta *route maintenance* berupa data, *route update*, juga *route error*.^[2]

2.7.1 Routing Discovery dan Routing Maintenance

Terdapat beberapa tahap pencarian rute pada routing protocol AODV^[13], 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 *route 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 *route reply (RREP)* menuju *node* sumber menggunakan *reverse path*.
5. Apabila terjadi masalah pada rute, *route maintenance* yang digunakan untuk mendeteksi kerusakan rute akan mengirimkan paket *route error (RERR)* menuju *source node* dan *source node* akan kembali menyiarkan paket *route request (RREQ)* dalam proses *route discovery*.
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.

RREQ paket digunakan untuk menginisialisasi rute menuju *destination node*, yang berisi :

1. *Source Address* dan *Destination Address* sebagai identifikasi alamat *node* asal dan *node* tujuan.
2. *Hop Counter* sebagai penanda jumlah hop/lompatan setiap dilakukan broadcast ulang *RREQ* ke *node* tetangga.
3. *Source Sequence Number* sebagai pemelihara informasi mengenai *reverse path* (jalur balik) dan memastikan bahwa rute yang dihasilkan adalah *loop-free* dan *Destination sequence*

number yang bekerja sama untuk menentukan *route*.

4. *Broadcast ID* sebagai identifikasi paket *RREQ*, setiap suatu *source node* membroadcast *RREQ* yang baru, nilai *Broadcast ID* bertambah satu.

2.8 Mobil Perkotaan (*City Car*)

Mobil kota merupakan sebuah mobil kecil yang diperuntukkan untuk penggunaan di dalam kota. Berbeda dengan mobil mikro, sebuah mobil kota memiliki performa lebih tinggi dan tingkat keselamatan lebih baik. Mobil ini bisa juga dipakai untuk luar kota meskipun sebenarnya tidak dibuat untuk itu. Karena bentuknya yang mungil, mobil jenis ini dirancang untuk bergerak dengan lincah dan nyaman dikendarai di dalam kota yang lalu lintasnya padat, dan memudahkan mencari tempat untuk parkir, serta konsumsi bahan bakarnya yang relatif hemat. Kapasitas mesin mobil perkotaan rata-rata dibatasi sebesar 660 cc dan panjang mobil tidak lebih dari 3.400 mm.^[11]

3. Metode Penelitian

3.1 Sarana Penunjang Simulasi

Network Simulator

Network Simulator-2 (NS-2) adalah sebuah *event-driven simulator* yang didesain secara spesifik untuk penelitian dalam bidang jaringan komunikasi komputer. NS-2, yang pertama kali dikembangkan oleh *University of California Berkeley*, merupakan suatu sistem yang bekerja pada sistem *Unix/Linux*.

NS-2 dibangun dari 2 bahasa pemrograman yaitu pertama bahasa C++, sebagai *library* yang berisi *event scheduler*, protokol, dan *network component* yang diimplementasikan pada simulasi oleh *user*, dan yang kedua adalah bahasa *object oriented Tcl/Otcl* yang digunakan pada *script* simulasi yang ditulis oleh NS *user*.

Bahasa C++ digunakan pada *library* karena C++ mampu mendukung *runtime* simulasi yang cepat, meskipun simulasi melibatkan simulasi jumlah paket dan sumber data dalam jumlah besar. Sedangkan bahasa Tcl memberikan respon *runtime* yang lebih lambat daripada C++, namun jika terdapat kesalahan, respon Tcl terhadap kesalahan *syntax* dan perubahan *script* berlangsung dengan cepat dan interaktif.

NS bersifat *Open Source* dibawah *Gnu Public License* (GPL), sehingga NS dapat di-download dan digunakan secara gratis melalui *website* <http://www.isi.edu/nsnam/>. Sifat *open source* mengakibatkan pengembangan NS menjadi lebih dinamis. NS bisa digunakan di berbagai macam OS seperti *Windows, FreeBSD, Linux, Solaris*, dan *Mac*. Jika ingin menggunakan NS-2, ada 4 komponen yang diinstall untuk menjalankan NS-2, yaitu :

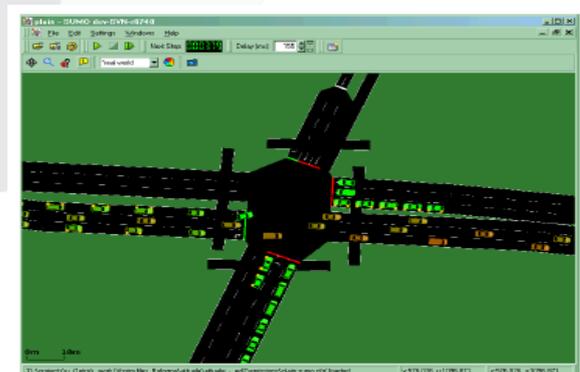
- a. TCL, TK, Otcl, Tclcl. Tcl adalah script yang dibuat, berisi skenario jaringan yang akan disimulasikan.
- b. Ns, tempat menjalankan *file tcl*.
- c. Nam, untuk melihat tampilan grafis dari simulasi yang dibuat.
- d. *Xgraph* (Unix) atau *Tracegraph* (windows a atau Unix), untuk memperlihatkan grafik dari hasil simulasi.

Simulation Of Urban Mobility

Simulation of Urban Mobility (SUMO) adalah salah satu *tools* untuk *mobility generators* yang digunakan untuk simulasi VANET.^[6] SUMO merupakan paket simulasi lalu lintas mikroskopik *open source* yang didesain untuk menangani jaringan dengan jalur luas. Fitur utamanya termasuk pergerakan kendaraan bebas tabrakan, perbedaan tipe kendaraan, multi jalur, dan lain-lain. Maka dari itu, dengan mengkombinasikan SUMO dengan *openstreetmap.org* dapat disimulasikan lalu lintas dengan lokasi beragam di dunia. Namun, karena SUMO merupakan murni *traffic generator*, jalur yang di-generate ini tidak bisa langsung digunakan pada *network simulator*. Sebagai *traffic simulation*, SUMO membutuhkan representasi *road networks* dan *traffic demand* untuk mensimulasikannya dalam format sendiri.

Road networks pada SUMO dapat dihasilkan menggunakan aplikasi yang bernama *netgen* atau dihasilkan dengan mengimpor *digital road map*. *Road networks importer* bernama *netconvert* menyediakan fitur untuk membaca *network* dari *traffic simulator* yang lain seperti *VISUM, Vissim*, atau *MATsim*.

Gambar 2.8 Screenshot GUI pada SUMO



Alat Penelitian

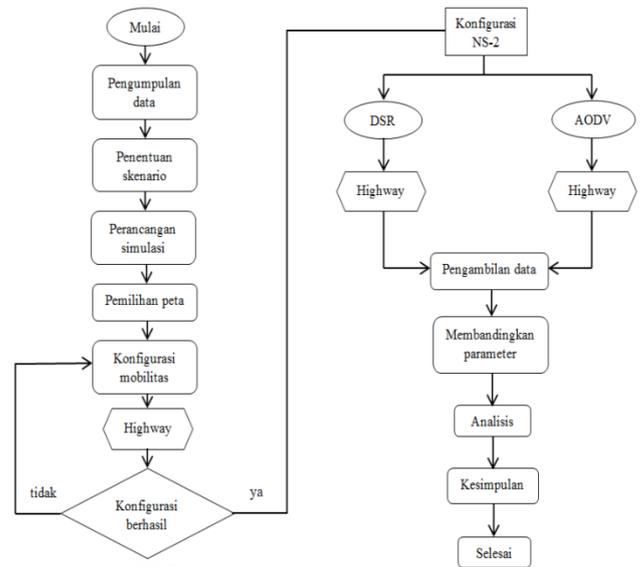
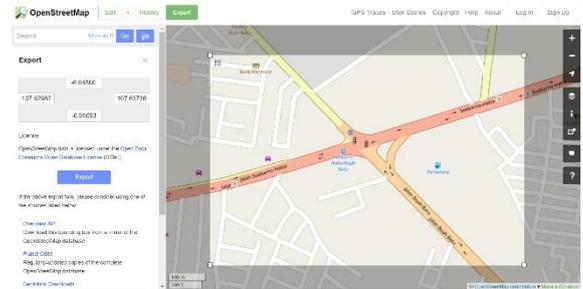
Simulasi dilakukan pada ruang lingkup perangkat keras dengan spesifikasi sebagai berikut :

- o Processor AMD A10-7300 Radeon R6 ~1.9 GHz
- o 4 GB RAM – 1 TB HDD
- o Virtual Machine hanya menggunakan 1 GB memory
- o Sistem operasi : Linux Ubuntu 12.04
- o Network Simulator 2 (NS-2) versi 2.34
- o SUMO mobility generator versi 0.12.3
- o MOVE script generator
- o JOSM maps editor

3.2 Perancangan Simulasi

Simulasi inter vehicle communication dengan membandingkan routing protokol berbasis topologi yaitu DSR dan AODV dilakukan dengan beberapa ketentuan sebagai berikut:

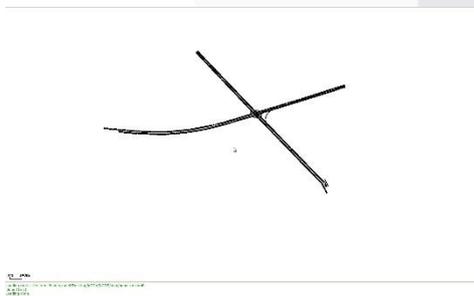
- a. Dalam simulasi VANET diasumsikan tiap node untuk menggambarkan tiap kendaraan.
- b. Mendesain lingkungan simulasi yang sesuai dengan kondisi lalu lintas kendaraan di dunia nyata, sehingga dipilih lingkungan perkotaan (urban).
- c. Menggunakan Random Way Point untuk mendesain pergerakan node sehingga dapat mensimulasikan kendaraan yang sebenarnya.
- d. Saat konfigurasi mobilitas perlu di perhatikan skenario perubahan jumlah node dan perubahan kecepatan node karena berpengaruh pada performansi jaringan VANET.
- e. Patching dan konfigurasi protokol routing DSR dan AODV pada Simulator NS-2.34 agar dapat digunakan pada simulasi ini.
- f. Background Traffic arus data yang digunakan adalah Constant Bit Rate (CBR) dan node saling berkomunikasi melalui User Datagram Protocol (UDP).
- g. Menghasilkan parameter keluaran yang dibutuhkan yaitu Average End-to-end delay, Normalized Routing Load, Average throughput, Packet Delivery Ratio, dan Routing Overhead.



Gambar 3.1 Flowchart pengerjaan Tugas Akhir

3.3 Parameter dan Skenario Simulasi

Pada simulasi Tugas Akhir ini, pengujian dilakukan di lingkungan perkotaan (urban) dan skenario dilakukan selama 200 detik. Kemudian diujikan beberapa faktor yang bisa mempengaruhi kinerja dari layanan VANET dan protokol routing yang dibandingkan yaitu DSR dan AODV. Beberapa faktor yang bisa mempengaruhi performa adalah jumlah node dan kecepatan node. Untuk skenario perubahan jumlah node yang diujikan yaitu 70 node sampai 160 node, sedangkan pada skenario perubahan kecepatan node adalah 20km/jam sampai 50km/jam. Tipe data yang digunakan adalah UDP dan tipe traffic yang digunakan adalah CBR. Ukuran paket data yang digunakan adalah 512 byte dan CBR akan mengirimkan data setiap 0.25 detik dan rate diatur 512 kbps.



Gambar 3.2 Pengambilan peta jalan

Parameter	Nilai	
	DSR	AODV
Area Simulasi	1000 x 1000 (m)	
Antenna Model	<i>Omnidirectional</i>	
MAC Type	IEEE 802.11p	
Lingkungan Simulasi	Urban	
Propagation Model	Shadowing	Shadowing
Model Antrian	<i>Droptail</i>	
Pergerakan Node	<i>Random Way Point</i>	
Kecepatan Node (km/jam)	20, 30, 40, 50	
Jumlah Node	70, 100, 130, 160	
Data Packet Size	512 byte	
Packet Sending Rate	512 kbps	
Traffic Model	CBR, UDP	
Waktu Simulasi	200 detik	

Tabel 3.1 Parameter Simulasi

3.3.1 Pengaruh Perubahan Jumlah Node

Skenario	Perubahan Jumlah Node	Kecepatan Node
Skenario Urban 1	70	40 km/jam
	100	
	130	
	160	

Tabel 3.2 Skenario perubahan jumlah node

3.3.2 Pengaruh Perubahan Kecepatan Node

Skenario	Jumlah Node	Perubahan Kecepatan Node
Skenario Urban 2	100	20 km/jam
		30 km/jam
		40 km/jam
		50 km/jam

Tabel 3.3 Skenario perubahan kecepatan node

4. HASIL DAN ANALISA

Tabel 4.1 Perbandingan nilai rata-rata perubahan jumlah node

Parameter	AODV	DSR
Packet Delivery Ratio (%)	77.84 %	80.44 %
Throughput (Kbps)	419.64 Kbps	431.61 Kbps
Routing Overhead	1.48	0.96
Normalized Routing Load	1.86	1.06
End to End Delay (ms)	3.56 ms	3.45 ms

Tabel 4.2 Perbandingan nilai rata-rata perubahan kecepatan node

Parameter	AODV	DSR
Packet Delivery Ratio (%)	79.87 %	82.01 %
Throughput (Kbps)	421.22 Kbps	436.63 Kbps
Routing Overhead	1.16	0.82
Normalized Routing Load	1.56	0.96
End to End Delay (ms)	3.62 ms	3.51 ms

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan simulasi dan analisa terhadap kedua algoritma *routing protocol* yaitu AODV dan DSR, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam simulasi ini secara keseluruhan berdasarkan skenario perubahan jumlah

node dan perubahan kecepatan *node*, baik pada kondisi normal maupun saat terjadi insiden protokol *routing* DSR lebih unggul untuk diterapkan pada VANET dalam skenario lingkungan perkotaan (*urban*) dengan menggunakan mobil jenis perkotaan dibandingkan dengan protokol *routing* AODV.

2. Pada saat kondisi terjadi insiden, nilai rata-rata untuk metrik performansi *Packet Delivery ratio* dari AODV yaitu 77.84%; 79.87% dan DSR yaitu 80.44%; 82.01%. Sedangkan nilai rata-rata masing-masing protokol *routing* adalah AODV 78.85% dan DSR 81.22%. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan pengiriman data dari kedua *routing protocol* tidak jauh berbeda namun DSR lebih unggul dan lebih baik presentasinya.
3. Pada saat kondisi terjadi insiden, nilai untuk metrik performansi *throughput* dikatakan semakin baik apabila mendekati ukuran *packet sending rate* yaitu 512 kbps yang digunakan pada skenario simulasi ini. DSR memiliki nilai *throughput* yaitu 431.61 kbps; 436.63 kbps, sedangkan AODV yaitu 419.64 kbps; 421.22 kbps. Dan dengan nilai rata-rata keduanya adalah DSR yaitu 434.12 kbps sementara AODV 420.43 kbps. Keduanya memiliki nilai *throughput* yang cukup lumayan berbeda sehingga DSR lebih unggul dari AODV.
4. Pada saat kondisi terjadi insiden, nilai metrik performansi *Routing Overhead* protokol *routing* DSR masing-masing memiliki nilai rata-rata 0.96; 0.82. Sedangkan pada AODV masing-masing memiliki rata-rata 1.48; 1.16. Hasil nilai rata-rata *Routing Overhead* pada kedua

protokol *routing* DSR dan AODV yaitu 0.89; 1.32.

5. Pada saat kondisi terjadi insiden, nilai metrik performansi *Normalized Routing Load*, protokol *routing* DSR masing-masing memiliki nilai rata-rata 1.06; 0.96. Sedangkan pada AODV masing-masing memiliki rata-rata 1.86; 1.56. Dapat dilihat dari hasil nilai rata-rata tersebut pada *Normalized Routing Load* protokol *routing* DSR memiliki nilai yang lebih baik dari AODV, karena semakin rendah nilai NRL maka performansi semakin baik.
6. Pada saat kondisi terjadi insiden, nilai metrik performansi *end to end delay* pada percobaan perubahan jumlah *node* DSR lebih rendah dengan selisih 0.11 ms jika dibandingkan dengan AODV. Dengan memiliki nilai rata-rata, yaitu AODV 3,56 ms, sedangkan DSR 3.45 ms. Sedangkan pada percobaan perubahan kecepatan *node* AODV memiliki nilai *delay* yang juga lebih rendah yaitu 3.51 ms, dibanding AODV yaitu 3.62 ms. Untuk jenis komunikasi *safety messages* pada jaringan VANET nilai *end to end delay* maksimum yang diperbolehkan adalah 100 ms.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C.K. Toh, "Ad Hoc Mobile Wireless Networks", Prentice Hall Publishers, 2002. Braga, Reinaldo Bezerra & Herve Martin. 2011.
- [2] C.E. Perkins and E.M. Royer, "Ad hoc on demand distance vector (AODV) routing (Internet-draft), in: Mobile Ad-hoc Network (MANET) Working Group", IETF (1998).
- [3] D.B. Johnson and D.A. Maltz, Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks (Kluwer Academic, 1996).

- [4] Arif Nawaz and A. R. Sattar, "Traffic Analysis in Rural/Urban Area Using VANET Routing Protocols". *Advances in Automob Engineering*, 2016.
- [5] Gurmukh Singh, Dr. Savita Gupta, Sukhvir Singh. *Performance Evaluation of DHT Based multipath Routing Protocol for MANETs*. International Journal of Scientific and Research Publication, Volume 2, Issue 6, 2012.
- [6] Michael Behrisch, Laura Bieker, Jakob Erdmann, dan Daniel Krajzewicz, "SUMO-Simulation of Urban Mobility". Institute of Transportation Systems. Germany. 2011.
- [7] Raisa Pesel and Otmame Maslouh. "Vehicular Ad Hoc Networks (VANET) applied to Intelligent Transportation Systems (ITS)". Universite de Limoges, France. 2011
- [8] Raw, Ram Shringar and Sanjoy Das. Performance Comparison of Position-Based Routing Protocols in Vehicle-to-Vehicle (V2V) Communication. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*. New Delhi: Jawaharlal Nehru University. 2011.
- [9] SS. Tyagi and R.K. Chauhan. *Performance Analysis of Proactive and Reactive Routing Protocol for Ad Hoc Networks*. International Journal of Computer Application, Vol. 1, 2010.
- [10] E. Schoch, F. Kargl, M. Weber, "Communication patterns in VANETs," *IEEE Comm. Mag.*, vol. 46, no. 11, pp. 119–125, Nov. 2008.
- [11] S. B. Baedeker, C. Kost, and M. Merfort, "Urban Mobility Plans", published by GIZ.
- [12] D. Johnson, D. A. Maltz, and Y. C. Hu, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)," IETF Internet Draft, work in progress, April 2003.
- [13] C. Perkins, E. Belding-Royer, and S. Das, "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing," RFC 3561, July 2003.