

SIMULASI DAN ANALISIS PERFORMANSI PROTOKOL ROUTING OLSR DAN AOMDV PADA JARINGAN VEHICULAR AD-HOC NETWORK (VANET)

Simulation and Performance Analysis of Routing Protocol OLSR and AOMDV in Vehicular Ad-hoc Network (VANET)

Rianda Anisia¹, Rendy Munadi², Ridha Muldina Negara³

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

riandaanisia@gmail.com¹, rendy_munadi@yahoo.co.id², ridhanegara@gmail.com³

Abstrak

Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) merupakan pengembangan dari Mobile Ad-Hoc Network (MANET) yang menjadikan kendaraan sebagai node nya dimana terjadi Inter Vehicle Communication (IVC) dan Vehicle to Infrastructure (V2I). Teknologi VANET diharapkan dapat meningkatkan keamanan pengemudi saat berkendara namun VANET memiliki karakteristik jaringan yang cepat berubah karena pergerakan node yang cepat. Oleh karena itu, perlu dipilih protokol routing yang dinilai cocok dan efisien sehingga pengiriman paket data dapat berlangsung secara maksimal. Pada tugas akhir ini disimulasikan serta dianalisis perbandingan kinerja Optimized Link State Routing Protocol (OLSR) dan Ad Hoc On demand Multipath Distance Vector (AOMDV) menggunakan kondisi perkotaan untuk Inter Vehicle Communication. Di lingkungan tersebut diuji skenario untuk perubahan kecepatan node dan jumlah node. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan NS-2.34 dilengkapi dengan SUMO 0.12.3 sebagai mobility generator dan MOVE sebagai script generator. Performansi diukur menggunakan parameter perbandingan berupa Average throughput, Packet Delivery Ratio, Average End-to-end delay, Normalized Routing Load, dan Routing Overhead. Dari hasil simulasi AOMDV memiliki nilai performansi yang lebih baik dengan nilai rata-rata 442.55 kbps, 88.96%, 1.659, 1.044 sedangkan pada OLSR memiliki nilai rata-rata 436.31 kbps, 85.73%, 2.075, 1.671. Hal tersebut menunjukkan bahwa protokol routing AOMDV yang bersifat reaktif lebih efisien digunakan pada kondisi jalan perkotaan yang terdapat lebih dari satu persimpangan dan adanya lampu lalu lintas dibandingkan dengan protokol routing OLSR yang bersifat proaktif.

Kata kunci : VANET, OLSR, AOMDV, NS-2, SUMO, MOVE

Abstract

Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) is a development of the Mobile Ad-Hoc Network (MANET) which make the vehicle as its nodes which occur Inter Vehicle Communication (IVC) and Vehicle to Infrastructure (V2I). VANET technology is expected to improve driver safety while driving but VANET has the characteristics of a network is fast changing due to rapid movement of nodes. Therefore, need to be selected routing protocols are considered suitable and efficient delivery of data packets that can run optimally. In this final project is simulated and analyzed the comparative performance Optimized Link State Routing Protocol (OLSR) and Ad Hoc On-demand Multipath Distance Vector (AOMDV) using urban conditions for Inter Vehicle Communication. In the neighborhood of the tested scenarios for changes in the speed of the node and the number of nodes. This simulation was done using the NS-2.34 SUMO 0.12.3 equipped with a generator and MOVE mobility as a script generator. Performance was measured using parameters such as Average throughput comparison, Packet Delivery Ratio, Average End-to-end delay, Normalized Routing Load, and routing overhead. From the simulation results AOMDV has better performance values with an average value of 442.55 kbps, 88.96%, 1.659, 1.044 while the OLSR has an average value of 436.31 kbps, 85.73%, 2.075, 1.671. This shows that the routing protocols that are reactive AOMDV more efficiently used in urban roads condition that there is more than one intersection and the traffic light in comparison with the routing protocol OLSR proactive.

Keywords : VANET, OLSR, AOMDV, NS-2, SUMO, MOVE

1. Pendahuluan

Teknologi wireless yang baru-baru ini menjadi topik penelitian yang semakin berkembang adalah *Vehicular Ad hoc Network* (VANET). Tujuan dasar VANET adalah untuk mengembangkan sistem komunikasi kendaraan sehingga memungkinkan pertukaran data yang cepat dan efisien untuk kepentingan keamanan dan kenyamanan pengendara serta dapat digunakan sebagai sistem informasi trafik lalu lintas yang cerdas. Pada penelitian sebelumnya^[1] menunjukkan bahwa meskipun protokol routing MANET dapat diterapkan pada VANET tapi ketika kepadatan dan kecepatan kendaraan meningkat kinerja protokol akan semakin menurun.

Permasalahan utama yang biasa terjadi pada lalu lintas di kota-kota besar adalah kemacetan dan kecelakaan. Hal tersebut biasanya disebabkan oleh kepadatan jumlah kendaraan dan kecepatan kendaraan. VANET yang menggunakan kendaraan sebagai *node* nya tentu akan memerlukan implementasi *routing protocol* yang sesuai

dengan karakteristik jaringan nya. Protokol *routing* berdasarkan topologi merupakan salah satu kategori protokol *routing* pada VANET. Lalu protokol *routing* tersebut di bagi tiga yaitu *proactive*, *reactive* dan *hybrid*.

Oleh karena itu pada tugas akhir ini dilakukan analisis performansi *protocol routing* OLSR yang bersifat proaktif dan AOMDV yang bersifat reaktif pada jaringan VANET yang disimulasikan dengan *Network Simulator* 2.34 (NS-2.34). Dari kedua protokol *routing* diatas akan dibandingkan mana yang paling efisien dan performansinya paling maksimal pada kondisi *urban* di area perempatan lampu merah di sekitar jalan Ir. H. Juanda dan jalan layang Pasupati di daerah Dago Kota Bandung. Daerah tersebut dipilih karena memiliki karakteristik jalan persimpangan yang lebih dari satu serta lampu lalu lintas diperhitungkan dalam simulasi ini. Kemudian skenario nya berupa perubahan jumlah *node* dan perubahan kecepatan *node* untuk *inter vehicle communication* (IVC). Performansi dapat ditinjau dari lima parameter berikut, yaitu *Average throughput*, *Packet Delivery Ratio*, *Average End-to-end delay*, *Normalized Routing Load*, dan *Routing Overhead*.

2. Dasar Teori

2.1 Vehicular Ad hoc Network

VANET akan sangat berperan pada perkembangan teknologi *Intelligent Transportation System* (ITS) dalam menyediakan aplikasi keamanan yang membimbing pengendara untuk berkomunikasi dan mengatur pergerakannya sendiri guna terhindar dari situasi kritis seperti kecelakaan lalu lintas, kemacetan, kontrol kecepatan, blokade jalan, dan lain sebagainya. Di samping itu VANET juga dimanfaatkan untuk aplikasi kenyamanan seperti info cuaca, *mobile e-commerce*, akses internet, dan aplikasi multimedia lainnya. Sedangkan untuk layanan komersil, *parking space booking*, *internet access* dan *gas payment* adalah beberapa contoh yang memanfaatkan teknologi VANET.

2.2 Protokol Routing

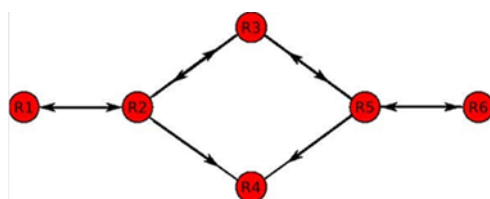
Protokol adalah seperangkat aturan yang mengatur setiap komputer untuk saling bertukar informasi melalui media jaringan, sedangkan *routing* adalah proses memindahkan informasi dari pengirim ke penerima melalui sebuah jaringan. (Cisco, 2004). Pada VANET, protokol *routing* dikategorikan ke dalam lima kategori: *topology based routing protocol*, *position-based routing protocol*, *cluster-based routing protocol*, *geo-cast routing protocol* dan *broadcast routing protocol*^[2].

2.2.1 Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)

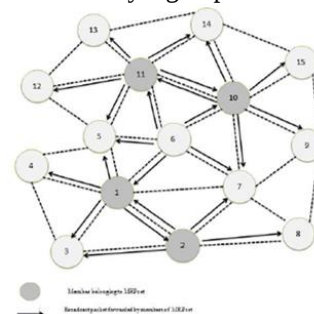
Optimized Link State Routing Protocol (OLSR) adalah protokol *routing* proaktif yang dalam menentukan tabel *routing* nya dengan mengupdate setiap waktu jika terjadi perubahan *link*. Menggunakan teknik yang disebut Multipoint Relaying untuk meminimalkan overhead jaringan karena proses *flooding* untuk pengaturan rute. Pada OLSR ada 3 level optimasi yang dicapai^[3] yaitu

- Beberapa node yang terpilih sebagai Multipoint Relays (MPRs) untuk membroadcast pesan selama proses pengiriman paket.
- Pencapaian optimasi dengan menggunakan MPRs untuk mengumpulkan informasi *link state*. Hasil pencapaian ini adalah meminimalisasi jumlah dari pesan kontrol proses yang ada dalam jaringan.
- MPRs dapat memilih report dari *link* yang berada di antara *node* itu sendiri dengan *node* yang terpilih sebagai *node* MPR dari *node* tersebut. Hasil pencapaian ini adalah distribusi dari informasi partial *link state* dalam *network* tersebut.

Sebelum antar node dapat berkomunikasi suatu *routing* protokol melakukan suatu fase yang bernama *route discovery* yang berfungsi sebagai pembutan jaringan. System dari *route discovery* dari OLSR adalah dengan mengirimkan pesan RREQ keseluruh node yang menjadi *neighbour* node tersebut untuk membuat suatu hubungan kesetiap node yang ada di jaringan tersebut, dan setiap node memiliki perhitungan tersendiri untuk mencapai suatu node dengan menggunakan algoritma *shortest-path*. Setiap node menentukan node tetangganya yang mentransmit pesan pesan dari node tersebut, node tersebut disebut dengan MPRs, dalam menentukan MPRs setiap dua hop tetangga dari MPRs tersebut setidaknya memiliki link dua arah menuju MPR set, sehingga MPRs node harus berhubungan dengan dua tetangga node. Sebuah node mentransmisikan pesan hanya jika itu bagian dari MPRs set node yang yang telah dikirimkan pesan, jadi setiap node memelihara daftar node yang terpilih sebagai MPR^[4].



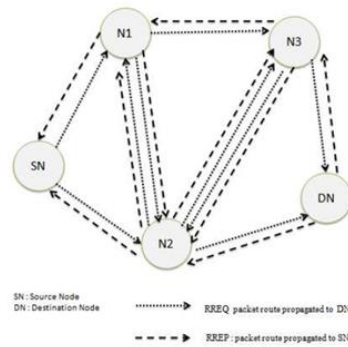
Gambar 2.1 MPR set^[5]



Gambar 2.2 OLSR Routing Network^[6]

2.2.2 Ad Hoc On-Demand Multipath Distance Vector (AOMDV)^[7]

AOMDV adalah *routing protocol* reaktif pengembangan dari protokol *routing unipath* AODV untuk meminimalisir seringnya terjadi kegagalan hubungan dan rute yang terputus. Sama halnya dengan *routing protocol* lainnya, AOMDV juga menyediakan dua layanan utama yaitu *route discovery* dan *maintenance*. AOMDV memiliki beberapa karakteristik yang sama dengan AODV. AOMDV berbasis vektor dan menggunakan pendekatan *hop-by-hop*. Bahkan, AOMDV juga hanya melakukan pencarian rute ketika dibutuhkan dengan menggunakan prosedur *route discovery*. Perbedaan utama antara AODV dan AOMDV terletak pada jumlah rute yang ditemukan dalam tiap kali pencarian rute atau *route discovery*. AOMDV dalam pencarian rute tidak seperti AODV yang hanya memilih satu RREP, tetapi pada AOMDV setiap RREP akan dipertimbangkan oleh *node* asal sehingga beberapa *path* bisa ditemukan dalam satu pencarian rute. Dengan ditemukannya beberapa *path* atau pilihan rute, apabila terjadi kegagalan rute maka dapat dialihkan ke rute alternatif lain. Dan pencarian rute baru hanya akan dilakukan apabila semua rute yang sudah ditemukan mengalami kegagalan. AOMDV memiliki tiga kelebihan dibanding *multipath routing* lain yaitu. Pertama, AOMDV tidak memiliki *overhead* koordinasi antar *node* yang tinggi karena komunikasi pada AOMDV hanya dilakukan saat dibutuhkan saja. Kedua, AOMDV menjamin rute alternatif saling *disjoint* atau beririsan melalui komputasi yang terdistribusi pada tiap *node* tanpa perlu komputasi dari *node* sumber saja sehingga rute yang ditemukan diharapkan tidak akan terjadi *loop*. Ketiga, AOMDV menghitung atau menemukan alternatif rute dengan tambahan *overhead* yang minim dibandingkan dengan AODV. Hal tersebut dilakukan dengan memanfaatkan semaksimal mungkin informasi *routing* jalur alternatif yang sudah ada. Inti dari protokol AOMDV adalah menjamin *multiple path* yang ditemukan adalah *loop-free*, *disjoint*, dan efisien dalam pencariannya. Aturan *update* rute pada AOMDV dilakukan secara mandiri oleh tiap *node*.



Gambar 2.3 Propagation of RREQ & RREP packet in AOMDV^[6]

Langkah-langkah protokol AOMDV dalam melakukan pencarian rute (*route discovery*) dan pemeliharaan rute (*route maintenance*) adalah Ketika *source node* akan melakukan komunikasi dengan *node* tujuan, maka S akan melakukan *flooding* paket *route request* (RREQ) ke jaringan. Karena RREQ membanjiri jaringan, sebuah *node* mungkin dapat menerima beberapa salinan dari RREQ yang sama. Jika pada AODV, hanya salinan yang pertama yang digunakan untuk membuat *reverse paths* lain halnya dengan AOMDV. Pada AOMDV, semua salinan RREQ diperiksa untuk membuat *reverse paths* alternatif, tapi *reverse paths* hanya dibuat menggunakan salinan RREQ yang dapat mempertahankan *loop-freedom* dan *disjointness* mulai dari *node* asal. Ketika *intermediate node* menerima *reverse path* melalui salinan RREQ, *node* ini akan mengecek apakah ada satu atau lebih *forward paths* ke *destination* yang valid. Jika ada, *node* ini akan membuat paket RREP dan mengirim kembali melalui *reverse path* ke *source node*. Saat *destination node* menerima salinan RREQ, *node* tsb juga membuat *reverse paths* dengan cara yang sama dengan yang dilakukan oleh *intermediate node*. Namun, RREP yang dibuat oleh *destination* dibuat dengan aturan yang lebih “longgar”. Maksudnya adalah *destination* bisa mengirim RREP melalui *reverse path* yang *loop-free* tanpa harus *disjoint*. Hal ini dilakukan untuk mencegah “*route cutoff*” atau rute yang dihapus karena terjadi *suppressing* atau ketika sebuah *node* harus memilih satu dari dua atau lebih *path*. *Route maintenance* pada AOMDV adalah penambahan sederhana pada AODV. Sama seperti AODV, AOMDV menggunakan paket RERR. Sebuah *node* akan membuat atau meneruskan paket RERR untuk *destination* saat *path* terakhir ke *destinasi* rusak. AOMDV juga melakukan optimisasi untuk menyelamatkan paket yang sedang dikomunikasikan lewat link yang rusak dengan meneruskan ulang paket tersebut melalui jalur alternatif.

3. Pembahasan

3.1 Pemodelan Sistem

Pada simulasi ini menggunakan *inter vehicle communication* dengan membandingkan routing protokol berbasis topologi yaitu OLSR dan AOMDV dilakukan dengan beberapa ketentuan sebagai berikut:

- 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 jalan diperkotaan (*urban*).
- c. Menggunakan *Random Way Point* untuk mendesain pergerakan node sehingga dapat mensimulasikan kendaraan yang sebenarnya.
- d. Saat konfigurasi mobilitas node perlu di perhatikan skenario perubahan jumlah node dan kecepatan node karena berpengaruh pada performansi jaringan VANET.
- e. Posisi dari tiap *node* di-*generate* secara teratur pada tujuan dan arah tertentu, menyesuaikan kondisi jalan yang dilalui kendaraan.
- f. Kecepatan tiap-tiap nodenya disesuaikan dengan skenario lingkungan pada simulasi yang dijalankan di atasnya. Simulasi ini menggunakan domain wireless 802.11p dengan parameter jaringan ad hoc.
- g. *Patching* dan konfigurasi protokol *routing* OLSR dan AOMDV pada *Simulator* NS-2.34 agar dapat digunakan pada simulasi ini.
- h. *Background Traffic* arus data yang digunakan adalah *Constant Bit Rate* (CBR) dan node saling berkomunikasi melalui *User Datagram Protocol* (UDP).
- i. Menghasilkan parameter keluaran yang dibutuhkan yaitu *Packet Delivery Ratio*, *Average Throughput*, *Average End to End Delay*, *Normalized Routing Load*, dan *Routing Overhead*.

3.2 Alur Simulasi

Secara umum pengerjaan simulasi dimulai dari pengeditan peta jalan (.osm) kemudian di *convert* dalam format .net.xml. Selanjutnya membuat *script* arah pergerakan node dengan mengatur *flow* nya di .rou.xml. Adapun maksud dari *flow* disini adalah jalur yang ditentukan saat pembuatan pergerakan keadaan di dalam SUMO. *Node* yang dipilih sebagai pengirim dan penerima hanya *sample* untuk menunjukkan performansi dari *routing protocol* tersebut. Kemudian kedua nya digabungkan menjadi *sumo.cfg* agar dapat dijalankan menggunakan SUMO. Jika simulasi berhasil akan menghasilkan *sumo.tr* lalu dilanjutkan dengan mengubah *format script* ke .tcl menggunakan MOVE. Script tersebut di *running* di NS dan menghasilkan keluaran file.tr dan .nam. Langkah terakhir yaitu menjalankan file.awk menggunakan file.tr tadi sehingga menghasilkan parameter keluaran. Sedangkan .nam merupakan file trace yang berfungsi menjalankan network animator (visualisasi).

3.3 Skenario Simulasi

Simulasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan peta *urban* pada area di perempatan lampu merah di sekitar jalan Ir. H. Juanda dan jalan layang Pasupati di daerah Dago Kota Bandung yang kurang lebih seluas 1000x1000 meter. Pergerakan dalam kota lebih lambat diakibatkan adanya lampu lalu lintas sehingga dapat menyebabkan kemacetan. Pada peta yang dipakai terdapat lebih dari satu persimpangan yang juga terdapat lampu lalu lintas. Pada skenario ini diujikan pengaruh jumlah *node* dan juga kecepatan *node*. Kecepatan yang diujikan juga mengikuti aturan pada Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, pasal 287 ayat 5 Tentang Batas Kecepatan Kendaraan. Dikatakan bahwa batas kecepatan maksimum dalam kota adalah 50km/jam dan di daerah pemukiman (keramaian) 25km/jam.

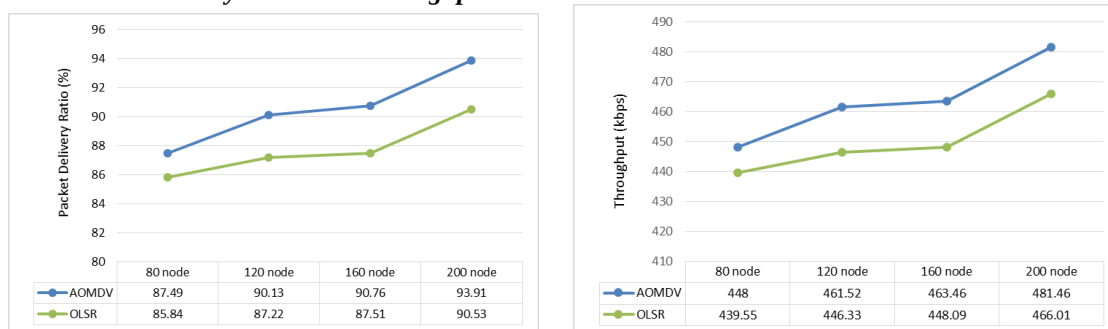
Tabel 3.1 Parameter Simulasi

<i>Parameter</i>	<i>Nilai</i>
Area Simulasi	1000x1000 (m)
Lingkungan Simulasi	<i>urban</i>
Protocol Routing	OLSR , AOMDV
Pergerakan Node	<i>Random Way Point</i>
<i>Mac Type</i>	IEEE 802.11p
Antena Model	<i>Omnidirectional</i>
Propagation Model	<i>Shadowing</i>
Model antrian paket	<i>Droptail</i>
Jumlah <i>Node</i>	80, 120, 160, 200
Kecepatan <i>Node</i> (km/jam)	20, 30, 40, 50
Trafik Data	CBR on UDP
<i>Data Packet Size</i>	512 kb
<i>Packet Sending Rate</i>	512 kbps
Waktu Simulasi	200 detik

4. Analisis Hasil Simulasi

4.1 Analisa Performansi Protokol Routing Terhadap Perubahan Jumlah Node

4.1.1 Packet Delivery Ratio dan Throughput

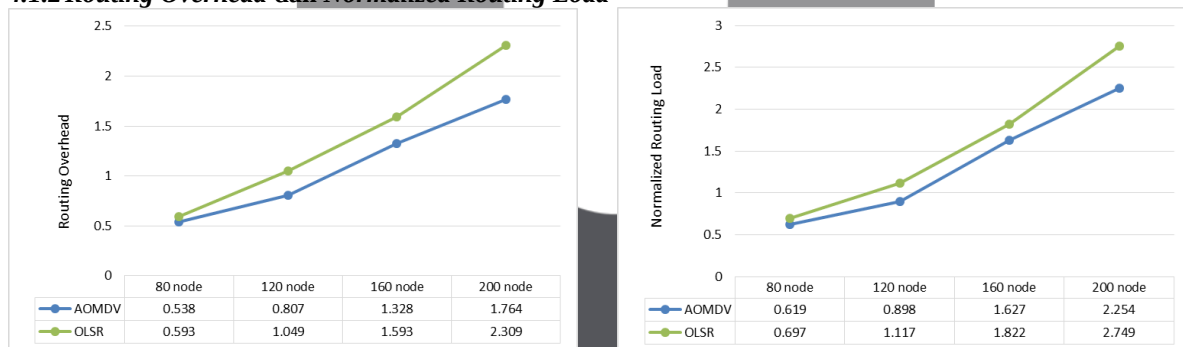


Gambar 4.1 pengaruh perubahan jumlah *node* terhadap PDR dan *throughput*

Packet Delivery Ratio adalah rasio paket yang berhasil diterima oleh *node* tujuan berbanding dengan total paket yang dikirim oleh *node* sumber semakin tinggi nilai PDR berarti semakin baik kinerja sebuah protokol *routing*. Gambar 4.1 menunjukkan kedua protokol memiliki *trend* naik ketika *node* semakin padat. AOMDV memiliki rata-rata PDR lebih tinggi yaitu 90.57 % sedangkan OLSR memiliki rata-rata 87.77%. *Message range* untuk aplikasi *safety warning* pada VANET berkisar 50-300 m. Jika *node* terlalu sedikit akan menyebabkan jarak minimum tersebut tidak dapat terpenuhi sehingga nilai PDR rendah. Nilai PDR pada OLSR memiliki selisih tidak jauh dengan AOMDV yaitu 2.8%. AOMDV lebih unggul pada parameter PDR dapat dikarenakan pencarian rute akan dilakukan setelah semua jalur alternatif telah gagal yang artinya AOMDV memanfaatkan informasi *routing* yang sudah ada sedangkan pada OLSR menggunakan informasi terbaru untuk rute paket yang berhasil dikirim.

Throughput adalah laju data rata-rata yang berhasil diterima oleh penerima. 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. Nilai *throughput* akan serupa dengan nilai PDR karena sama-sama menggambarkan kesuksesan pengiriman paket. Gambar 4.1 menunjukkan kedua protokol memiliki *trend* naik ketika *node* semakin padat. AOMDV memiliki nilai lebih tinggi yaitu 463.61 sedangkan OLSR memiliki rata-rata 449.99.

4.1.2 Routing Overhead dan Normalized Routing Load



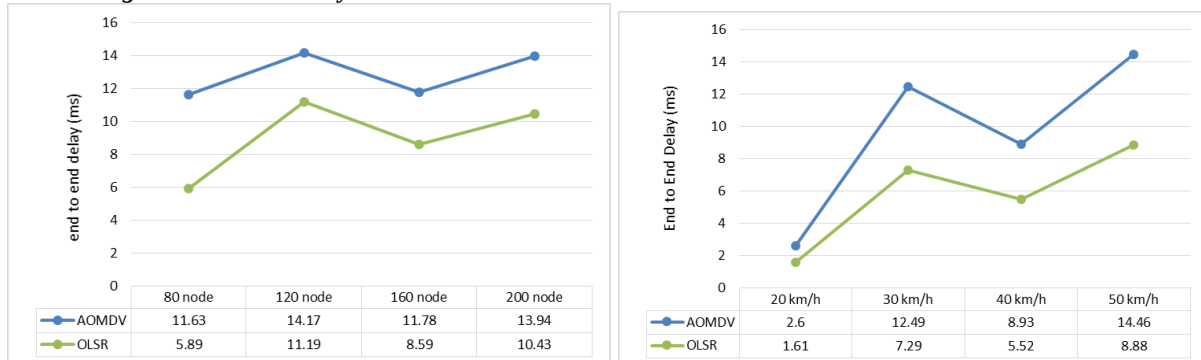
Gambar 4.2 pengaruh perubahan jumlah *node* terhadap RO dan NRL

Routing Overhead merupakan perbandingan antara banyaknya *routing packet* yang diterima dengan banyaknya jumlah paket yang dikirim. Performansi akan semakin baik jika nilai RO nya rendah. Pada gambar 4.2 menunjukkan *trend* grafik pada kedua protokol *routing* semakin tinggi ketika *node* semakin padat. Karena semakin padat *node* maka beban protokol dan penggunaan *bandwith* kanal akan semakin besar RO pada OLSR lebih tinggi untuk setiap perubahan jumlah *node* yaitu berkisar antara 0.593 sampai 2.309 sedangkan pada AOMDV berkisar antara 0.538 sampai 1.764 . OLSR memiliki nilai RO yang lebih tinggi dikarenakan OLSR merupakan *routing protocol* proaktif yang melakukan *update table routing* secara terus menerus sehingga membanjiri jaringan dan memerlukan jumlah *bandwith* yang besar. Sedangkan pada AOMDV memiliki nilai yang lebih kecil karena pencarian rute dilakukan ketika suatu *node* akan berkomunikasi dengan *node* lain, sehingga dapat mengurangi beban di jaringan dan tidak membutuhkan *bandwith* kanal yang besar.

Nilai *Normalized Routing Load* dan *Routing Overhead* akan serupa karena parameter ini digunakan untuk menghitung efisiensi kerja suatu *routing protocol*. NRL merupakan perbandingan jumlah paket yang dikirim dengan paket data yang diterima ditujukan. Pada gambar 4.2 dapat dilihat nilai dari NRL dipengaruhi oleh peningkatan jumlah *node*, karena semakin padat *node* maka beban protokol dan penggunaan *bandwith* kanal akan

semakin besar. Nilai NRL pada OLSR lebih tinggi untuk setiap perubahan jumlah *node* yaitu berkisar antara 0.697 sampai 2.749 sedangkan pada AOMDV berkisar antara 0.619 sampai 2.254.

4.1.3 Average End to End Delay

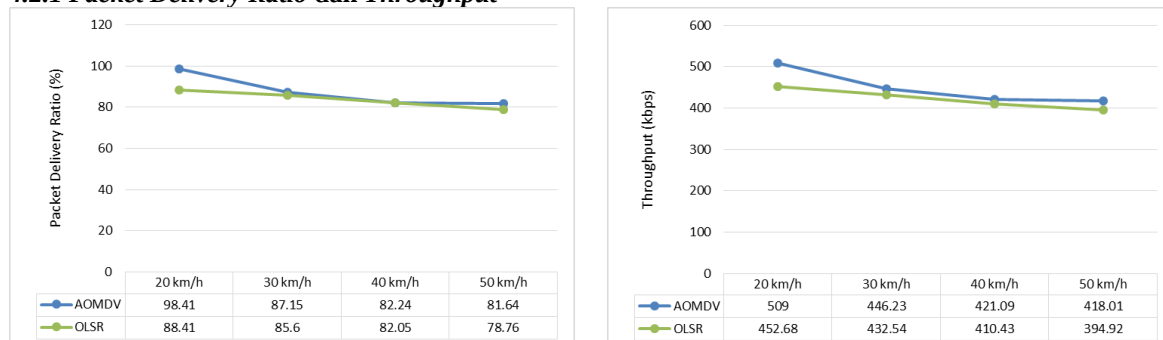


Gambar 4.3 pengaruh perubahan jumlah *node* dan kecepatan *node* terhadap delay

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*. Pada gambar 4.3 terjadi fluktuasi, saat kepadatan *node* 160 nilai *end to end delay* AOMDV dan OLSR menurun dari sebelumnya yaitu 120 *node*; 14.17 menjadi 11.78 dan pada OLSR; 11.19 menjadi 8.59. Hal ini dapat disebut sebagai anomali yang terjadi pada skenario simulasi yang digunakan. Secara teori seharusnya semakin tinggi jumlah *node* maka akan semakin tinggi pula *delay* yang dihasilkan oleh karena waktu antrian paket dan waktu proses paket yang meningkat. Penurunan *delay* ini dapat terjadi karena model mobilitas *node* yang digunakan. Untuk semua perubahan jumlah *node* OLSR mengungguli AOMDV dengan nilai rata-rata 9.02 dan AOMDV memiliki rata-rata 12.88. Hal tersebut dikarenakan OLSR yang bersifat proaktif yang selalu menjaga rute pada semua *node* di jaringan pada tabel *routing*-nya sehingga tidak memerlukan *route discovery* saat akan mengirimkan paket data. Sedangkan pada AOMDV *delay* nya lebih besar karena *route discovery* dilakukan hanya ketika *node* sumber akan mengirimkan paket. Hal ini menyebabkan *delay* yang lebih tinggi pada pengiriman paket. Tetapi secara umum nilai *end to end delay* dari kedua algoritma tersebut masih diperbolehkan untuk jenis komunikasi *safety warning* pada jaringan VANET dimana nilai *end to end delay* maksimum yang diperbolehkan adalah 100 ms. Sedangkan pada perubahan kecepatan *node* menunjukkan fluktuasi, nilai *end to end delay* pada kecepatan 40 km/jam. Secara teori seharusnya semakin meningkat kecepatan *node* maka *delay* akan semakin besar karena hubungan antar *node* semakin jauh dan membutuhkan waktu pengiriman paket yang lama. Hal ini dapat terjadi karena model mobilitas *node* yang digunakan dengan merepresentasikan sebuah perkotaan yang biasanya terdapat berbagai rambu lalu lintas di tiap persimpangannya sehingga kendaraan diperbolehkan maju ketika lampu lalu lintas berwarna hijau dan berhenti ketika lampu lalu lintas berwarna merah. OLSR memiliki nilai *end-to-end delay* rata-rata yang lebih baik yaitu 5.82 sementara AOMDV memiliki rata-rata 9.62 dapat dikarenakan setiap *node* pada OLSR mengirimkan pesan kontrol secara berkala dan tidak melakukan pengiriman pesan berurutan selain itu juga OLSR tidak perlu melakukan pencarian rute kembali karena sudah terdapat informasi rute pada setiap *node*. Sedangkan AOMDV melakukan pencarian rute kembali sehingga menyebabkan *flooding* berlebihan dan menyebabkan *delay* tinggi.

4.2 Analisa Performansi Protokol Routing Terhadap Perubahan Kecepatan Node Packet Delivery Ratio

4.2.1 Packet Delivery Ratio dan Throughput

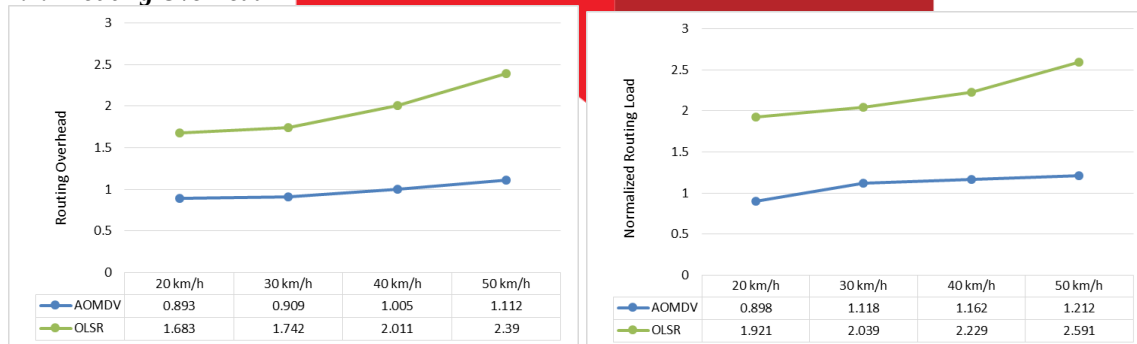


Gambar 4.4 pengaruh perubahan kecepatan *node* terhadap PDR dan *throughput*

Dalam mengukur performansi sebuah *routing protocol* pada pengiriman paket data PDR dipengaruhi oleh nilai *throughput*. Kinerja dari PDR akan memberikan gambaran tentang seberapa baik suatu protokol dalam hal pengiriman paket data pada kecepatan yang bervariasi yang dapat diukur dengan persentase keberhasilan. *Trend* grafik pada gambar 4.4 menurun ketika kecepatan node semakin tinggi, PDR pada AOMDV memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu pada kecepatan 20 km/jam mencapai 98.41% dan pada kecepatan maksimal 50 km/jam 81.64% sementara OLSR memiliki nilai PDR pada kecepatan 20 km/jam dan 50 km/jam adalah 88.41%; 78.76% . Hal ini dikarenakan adanya persimpangan di dalam peta skenario *urban* serta perpaduan kecepatan dan jumlah *node* didalam skenario, jika kecepatan semakin dinaikkan maka jarak antar node juga semakin jauh menyebabkan terjadi putusnya jalur yang berakibat pada pengulangan pencarian *route* baru. Pada skenario perubahan kecepatan *node* ini protokol *routing* AOMDV sedikit lebih unggul dibandingkan OLSR dapat disebabkan karena AOMDV memiliki fitur *multipath* sehingga dapat memilih jalur alternatif yang banyak, jika salah satu dari jalur utama terputus maka akan langsung di ganti oleh jalur alternatif lainnya. Pencarian rute kembali dapat dilakukan apabila semua jalur alternatif sudah gagal.

Throughput memberikan gambaran tentang seberapa baik suatu protokol dalam hal pengiriman paket data pada kecepatan yang bervariasi yang dapat diukur dalam satuan ukuran data per waktu. *Trend* grafik pada gambar 4.7 menurun ketika kecepatan node semakin tinggi, AOMDV memiliki nilai *Throughput* mencapai 509 pada kecepatan 20 km/jam dan 418.01 pada kecepatan 50 km/jam. Sedangkan OLSR memiliki *throughput* pada kecepatan 20 km/jam dan 50 km/jam adalah 452.68; 394.92. Nilai *throughput* dikatakan semakin baik apabila mendekati ukuran *packet sending rate* yaitu 512 kbps yang digunakan pada simulasi ini.

4.2.2 Routing Overhead



Gambar 4.5 pengaruh perubahan kecepatan *node* terhadap RO dan NRL

Pada gambar 4.5 dapat dilihat nilai RO dari kedua protokol *routing* terus meningkat seiring bertambahnya kecepatan. Hal ini dapat terjadi karena adanya *link failure* atau kegagalan rute akibat perubahan topologi jaringan yang semakin cepat. Ketika terjadi *link failure* protokol *routing* akan mencari jalur alternatif lain atau dilakukan pencarian rute kembali. Gambar 4.8 jelas menunjukkan bahwa protokol *routing* AOMDV memiliki nilai yang lebih rendah di bandingkan OLSR. AOMDV memiliki nilai berkisar antara 0.893 sampai 1.112 sementara OLSR memiliki nilai berkisar antara 1.683 sampai 2.390. Dapat dikarenakan *routing* protokol OLSR secara periodik melakukan pengiriman *message control* untuk memastikan apakah ada perubahan topologi atau tidak, dan sifat *recovery* melibatkan semua *node* yang ada dalam jangkauan topologi. Sedangkan AOMDV yang merupakan *routing* protokol *multipath* menjamin jalur yang ditemukan adalah *loop-free*, *disjoint* dan efisien dalam pencariannya.

Karena *bandwith* kanal terbatas maka diharapkan protokol *routing* meminimalisasi jumlah dan ukuran paket koontrol. Pada gambar 4.5 dapat dilihat nilai NRL dari kedua protokol *routing* terus meningkat seiring bertambahnya kecepatan. Protokol *routing* AOMDV memiliki nilai yang lebih rendah di bandingkan OLSR. AOMDV memiliki nilai NRL berkisar antara 0.898 sampai 1.212 sementara OLSR memiliki nilai NRL berkisar antara 1.921 sampai 2.591. Dapat dikarenakan *routing* protokol OLSR yang bersifat proaktif secara periodik melakukan *update* tabel *routingnya* untuk memastikan apakah ada perubahan topologi atau tidak dan proses tersebut menyebabkan banjir nya *route request* di jaringan yang mengakibatkan nilai NRL pada OLSR lebih tinggi. Sedangkan AOMDV yang bersifat reaktif sehingga pencarian rute dilakukan jika ada permintaan komunikasi dari *node* sumber.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

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

1. Dalam simulasi ini AOMDV lebih unggul hampir pada semua metrik performansi baik pada skenario perubahan jumlah *node* dan kecepatan *node* dengan nilai rata-rata *Packet Delivery Ratio* 88.96%; *Throughput* 442.55 kbps; *Routing Overhead* 1.044; dan *Normalized routing load* 1.659. Sedangkan pada

OLSR memiliki rata-rata *Packet Delivery Ratio* 85.73%; *Throughput* 436.31 kbps; *Routing Overhead* 1.671; *Normalized routing load* 2.075. Karena AOMDV lebih unggul empat dari lima metrik performansi yang di ujikan ini dapat menunjukkan bahwa protokol *routing* AOMDV lebih efisien diterapkan pada jaringan *vehicular ad-hoc network* (VANET) dalam kondisi perkotaan.

2. Pada metrik performansi *end to end delay* OLSR lebih unggul dengan memiliki nilai rata-rata 7.42 ms. Sedangkan pada AOMDV memiliki nilai 11.25 ms. Tetapi kedua nya masih diperbolehkan untuk jenis komunikasi *safety messages* pada jaringan VANET dimana nilai *end to end delay* maksimum yang diperbolehkan adalah 100 ms.
3. Nilai rata-rata *Packet Delivery ratio* dari AOMDV dan OLSR masing-masing adalah 88.96% dan 85.73%. Hal ini menunjukan bahwa keberhasilan pengiriman data dari kedua protokol routing tidak jauh berbeda hanya AOMDV sedikit lebih unggul.
4. Nilai *throughput* dikatakan semakin baik apabila mendekati ukuran *packet sending rate* yaitu 512 kbps yang digunakan pada simulasi ini. AOMDV mengungguli nilai *throughput* dengan rata-rata 442.55 kbps sementara OLSR memiliki nilai rata-rata 436.31 kbps.
5. Nilai rata-rata *routing overhead* dan *normalized routing load* dari AOMDV adalah 1.044; 1.659; dan pada OLSR adalah 1.671; 2.075. Dapat dilihat AOMDV lebih unggul karena kelebihan dari AOMDV yang bersifat *on demand* sehingga *routing packet* yang dihasilkan lebih kecil.

5.2 Saran

Beberapa hal yang menjadi saran dari tugas akhir ini untuk pengembangan penelitian kedepannya adalah:

1. Perlu diperhitungkan *obstacles* agar kondisi lebih nyata.
2. Perlu dilakukan pengujian terhadap keberadaan *Road Side Unit* (RSU) yang dapat mempengaruhi performansi *routing protocol* jaringan *ad-hoc*.
3. Perlu dianalisis lebih lanjut tentang aspek keamanan jaringan yang terjadi pada VANET.
4. Perlu dianalisis lebih lanjut mengenai skenario lain selain perkotaan yang dapat di jalankan oleh VANET

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amirhossein Moravejosharieh¹, Hero Modares, Rosli Salleh and Ehsan Mostajeran. Performance Analysis of AODV, AOMDV, DSR, DSDV Routing Protocols in Vehicular Ad Hoc Network. Research Journal of Recent Sciences Vol. 2(7), 66-73 July (2013)
- [2] Raw, Ram Shringar dan Sanjoy Das. 2011. *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.
- [3] Puneet Mittal, Paramjeet Singh, Shaveta Rani "Performance Analysis Of AODV, OLSR, GRP and DSR Routing Protocols with Database Load In MANET" Dept. of Computer Engineering Govt, Poly. College, Bathinda, Punjab, India.
- [4] Jain Trapati, Shiwani Savita .2010. "Analisis of OLSR, DYMO, DSR *Routing Protocol in Mobile Adhoc Network using omnet simulation*.
- [5] Saad Talib Hasson adn Sura Jasim. "Simulation Study to Observe the Effects of Increasing Each of The Network Size and the Network Area Size on MANET's Routing Protocol"Dean of Al-Musyab College for Engineering and Technology-University of Babylon, Iraq.(Received: March 05, 2014; Accepted: March 15, 2014)
- [6] Acropolis Institute of Technology & Research, Computer Science & Engineering, Indore, India. *Analysis of Performance Matrices of OLSR, AOMDV & ZRP Protocols in the VANET Scenario*. [Dubey, 3(2): February, 2014]
- [7] Mahesh K. Marina, Samir R. Das. 2006. *Ad hoc on-demand multipath distance vector routing*. U Martinez, J. Francisco, dkk.. 2008. CityMob: a mobility model pattern generator for VANETs. ICC 2008 Workshop proceedingsSA