

ANALISIS PERFORMANSI ROUTING PROTOCOL OLSR DAN AOMDV PADA VEHICULAR AD HOC NETWORK (VANET)

Rianda Anisia, Rendy Munadi, Ridha Muldina Negara *

Jurusan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

*Corresponding author, e-mail : ridhanegara@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— *Vehicular Ad-Hoc Network (VANET)* merupakan pengembangan dari *Mobile Ad-Hoc Network (MANET)* yang menjadikan kendaraan sebagai *node* nya. Teknologi VANET diharapkan dapat meningkatkan keamanan pengemudi saat berkendara di jalan raya antara lain dengan adanya *map location*, informasi lalu lintas, peringatan jika akan terjadi tabrakan, dan akses internet pada kendaraan. Namun, VANET memiliki karakteristik jaringan yang cepat berubah karena pergerakan *node* yang cepat sehingga perlu dipilih protokol *routing* yang dinilai cocok dan efisien sehingga pengiriman data dapat berlangsung secara maksimal. Pada penelitian ini akan disimulasikan serta dianalisis perbandingan kinerja *Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)* dan *Ad Hoc On demand Multipath Distance Vector (AOMDV)* menggunakan kondisi *urban* (perkotaan). Di lingkungan tersebut akan diuji perubahan kecepatan *node* dan pengaruh 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*. Hasil analisis di lingkungan VANET, protokol *routing* AOMDV lebih unggul dibandingkan protokol *routing* OLSR. Karena hampir pada semua parameter yang diujikan pada skenario perubahan jumlah *node* maupun kecepatan *node* AOMDV memiliki performansi yang lebih baik sehingga AOMDV lebih efisien digunakan pada kondisi lingkungan perkotaan.

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

Abstract— *Vehicular Ad-Hoc Network (VANET)* is a development of the *Mobile Ad-Hoc Network (MANET)*, which makes the vehicle as its nodes. VANET technology is expected to improve the security of drivers while driving on a highway between the others, with the *map location*, traffic information, warning if there will be a collision, and internet access in the vehicle. However, VANET has the characteristics of a network rapidly changing due to the rapid movement of nodes that need to have a routing protocol that is considered suitable and efficient so that data transmission can be optimally lasts. This research will be simulated and analyzed the comparative performance of *Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)* and *Ad Hoc On-demand Multipath Distance Vector (AOMDV)* using urban conditions (urban). The environment will be tested in speed changes and the effect of the number of nodes nodes. This simulation was done using NS-equipped with SUMO 0.12.3 2:34. as mobility MOVE as a script generator and 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*. Results of analysis in environmental VANET, routing protocols AOMDV superior routing protocol than OLSR. Because almost all parameters tested in scenarios of changes in the number of nodes and node speed AOMDV have better performance so AOMDV more efficient use on urban environmental conditions.

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

Copyright © 2016 JNTE. All rights reserved

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. VANET merupakan suatu jaringan ad-hoc yang bersifat *self-organizing* yang bekerja pada sistem *intervehicle communication (IVC)* dan *vehicle – to – infrastructure communication* yang juga

merupakan subkelas dari *mobile ad-hoc network* (MANET)[1]. Pada penelitian sebelumnya[2] 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*, reaktif dan *hybrid*. Pada routing proaktif, protokol menentukan table routing nya dengan mengupdate setiap waktu jika terjadi perubahan link. Salah satu contoh routing ini adalah OLSR, setiap node pada OLSR mengirimkan pesan control secara berkala dan tidak memerlukan pengiriman pesan berurutan. Sedangkan routing reaktif melakukan pencarian rute ketika suatu node akan mulai melakukan komunikasi dengan node lain. Salah satu routing protocol reaktif MANET yang sudah teruji di VANET adalah *Ad hoc On-Demand Distance Vector* (AODV). Dari *routing protocol* AODV itu kemudian dikembangkan *routing protocol* AOMDV. Perbedaan utama antara AODV dan AOMDV terletak pada jumlah rute yang ditemukan dalam tiap pencarian rute atau *route discovery*.

Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan analisis performansi protocol routing OLSR dan AOMDV 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. 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. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Routing Protocols

Pada penelitian ini kami menggunakan protokol routing berbasis topologi. Protokol routing berdasarkan topologi menggunakan link informasi yang ada dalam jaringan untuk melakukan forwarding paket^[3]. *Routing* berbasis topologi ini dibagi lagi menurut sifatnya yaitu, proaktif, reaktif, dan *hybrid*. Pada penelitian ini kami menggunakan protokol *routing* proaktif OLSR dibandingkan dengan protokol *routing* reaktif AOMDV.

2.1.1. Proactive Routing Protocol, OLSR

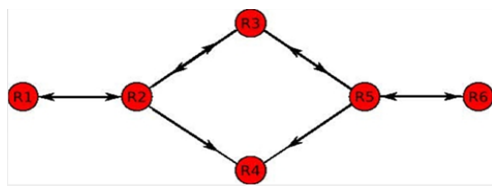
Optimized Link State Routing Protocol (OLSR) adalah protokol *routing* proaktif yang dalam menentukan tabel *routing* nya dengan mengupdate setiap waktu jika terjadi perubahan *link*. Menggunakan teknik yang disebut Multipoint Relaying untuk meminimalkan overhead jaringan karena proses *flooding* untuk pengaturan rute. Pada OLSR ada 3 level optimasi yang dicapai^[4] yaitu :

1. Beberapa node yang terpilih sebagai *Multipoint Relays* (MPRs) untuk membroadcast pesan selama proses pengiriman paket.
2. Pencapaian optimasi dengan menggunakan MPRs untuk mengumpulkan informasi *link state*. Hasil pencapaian ini adalah meminimalisasi jumlah dari pesan kontrol proses yang ada dalam jaringan.
3. 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.

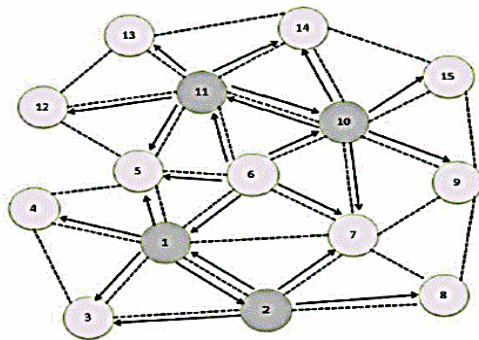
Sebelum antar node dapat berkomunikasi suatu routing protokol melakukan suatu fase yang bernama *route discovery* yang berfungsi sebagai pembuatan jaringan. System dari rute discovery dari OLSR adalah dengan mengirimkan pesan RREQ keseluruh node yang menjadi *neighbour* node tersebut untuk membuat suatu 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 memiliki simpul dua arah menuju MPR set, sehingga MPR node harus berhubungan dengan dua tetangga node. Sebuah node mentransmisikan pesan hanya jika itu bagian dari MPRs set node yang telah dikirimkan pesan, jadi setiap node memelihara daftar node yang terpilih sebagai MPR^[5]. Proses ini terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 1. MPR set^[6]

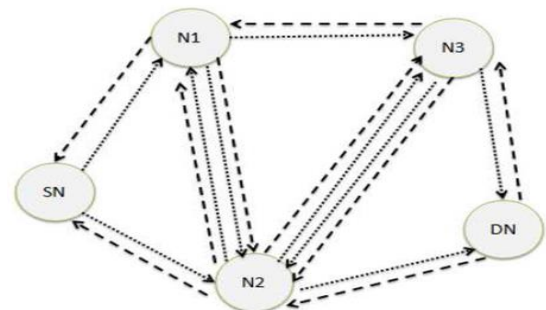


Gambar 2. OLSR Routing Network ^[7]

2.1.2. Reaktif Protocol, AOMDV

Ad Hoc On-Demand Multipath Distance Vector (AOMDV)^[8] 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 berisikan 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*.



SN : Source Node
 DN : Destination Node
> RREQ: packet route propagated to DN
 - - - -> RREP: packet route propagated to SN

Gambar 3. Propagation of RREQ (*Route Request*) & RREP (*Route Reply*) packet in AOMDV^[7]

Pada Gambar 3 memperlihatkan langkah-langkah protokol AOMDV dalam melakukan pencarian rute (*route discovery*) dan pemeliharaan rute (*route maintenance*), yaitu:

1. Ketika *source node* akan melakukan komunikasi dengan *node* tujuan, maka S akan melakukan *flooding* paket *route request* (RREQ) ke jaringan.
2. 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.
3. 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.
4. 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*.
5. 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*.
6. *Route maintenance* pada AOMDV adalah penambahan sederhana pada AODV. Sama seperti AODV, AOMDV menggunakan paket RERR (*Route Error*). 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. METODOLOGI ATAU TEORI

3.1. Perancangan Sistem

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

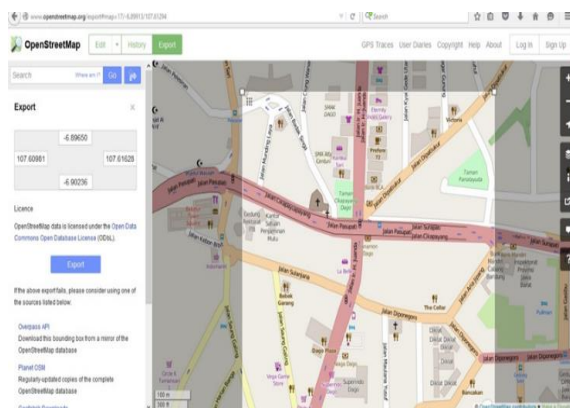
1. Dalam simulasi VANET diasumsikan tiap *node* untuk menggambarkan tiap kendaraan.
2. Mendesain lingkungan simulasi yang sesuai dengan kondisi lalu lintas kendaraan di dunia nyata, sehingga dipilih lingkungan jalan diperkotaan (*urban*).
3. Menggunakan *Random Way Point* untuk mendesain pergerakan *node* sehingga dapat mensimulasikan kendaraan yang sebenarnya.
4. Saat konfigurasi mobilitas *node* perlu diperhatikan skenario perubahan jumlah *node* dan kecepatan *node* karena berpengaruh pada performansi jaringan VANET.
5. Posisi dari tiap *node* di-generate secara teratur pada tujuan dan arah tertentu, menyesuaikan kondisi jalan yang dilalui kendaraan.
6. 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.
7. *Patching* dan konfigurasi protokol routing OLSR dan AOMDV pada *Simulator NS-2.34* agar dapat digunakan pada simulasi ini.
8. *Background Traffic* arus data yang digunakan adalah *Constant Bit Rate* (CBR) dan *node* saling berkomunikasi melalui *User Datagram Protocol* (UDP).
9. 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

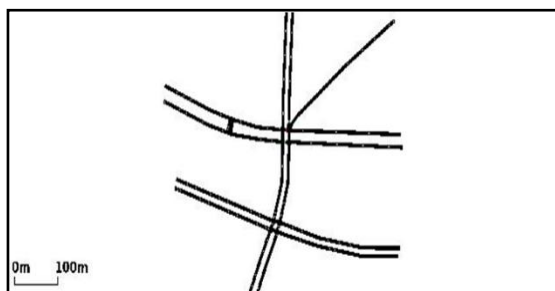
Dalam pengerjaan penelitian ini, setelah mengumpulkan referensi materi dan studi literature terkait, lalu mulai merancang simulasi skenario. Setelah itu mengambil peta di *openstreetmap.org* seperti contoh di Gambar 4, kemudian di edit oleh aplikasi JOSM untuk mengatur peta jalan sesuai dengan rencana skenario seperti jumlah jalur, penempatan posisi lampu lalu lintas, dan sebagainya. 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. Contoh hasil terlihat seperti di Gambar 5.

Node yang dipilih sebagai pengirim dan penerima hanya sample untuk menunjukkan performansi dari routing protocol tersebut. Kemudian keduanya digabungkan menjadi sumo.cfg agar dapat dijalankan menggunakan SUMO. Jika simulasi berhasil dilanjutkan dengan mengubah format script ke “.tcl” menggunakan MOVE. Script tersebut di running di NS-2.34 dan menghasilkan keluaran file.tr dan .nam. Langkah terakhir yaitu menjalankan file.awk menggunakan file.tr tadi sehingga menghasilkan parameter keluaran berupa Packet Delivery Ratio, Average Throughput, Average End to End Delay, Normalized Routing Load, dan Routing Overhead. Simulasi yang dilakukan berdasarkan parameter pada Tabel 1 Selanjutnya akan dianalisa performansi kedua protokol routing yang telah diuji.



Gambar 4. Pengambilan peta jalan di *openstreetmap.org*



Gambar 5. Peta jalan yang digunakan

Tabel 1. Parameter Simulasi

Parameter	Nilai
Area Simulasi	1000x1000 (m)
Lingkungan Simulasi	urban
Protocol Routing	OLSR , AOMDV
Pergerakan Node	Random Way Point
Standar Teknologi	IEEE 802.11p
Antena Model	Omnidirectional
Jumlah Node	80, 120, 160, 200
Kecepatan Node (km/jam)	20, 30, 40, 50
Traffic Model	CBR , UDP
Data Packet Size	512 kb
Packet Sending Rate	512 kbps
Waktu Simulasi	200 tik

3.3. Pengaruh Perubahan Jumlah Node

Skenario perubahan jumlah node ini dilakukan untuk melihat performansi dari kedua routing, yaitu OLSR dan AOMDV dalam menangani perubahan topologi jaringan akibat perubahan jumlah node. Seperti dijelaskan pada data yang ada, bahwa jumlah kendaraan yang melintas di sekitar Jalan Ir.H.Juanda Bandung paling ramai adalah sekitar 4000 kendaraan per jam atau sekitar 200 kendaraan per tiga menit atau sesuai dengan lama simulasi dalam penelitian lakukan. Pada skenario ini sesuai Tabel 2 kecepatan node adalah konstan sesuai batas kecepatan di dalam kota menurut Undang-Undang lalu lintas yaitu pada kecepatan 50 km/jam.

Tabel 2. Skenario Urban dengan perubahan jumlah node

Skenario	Perubahan Jumlah Node	Kecepatan Node (km/jam)
Urban 1	80	50 km/jam Atau setara dengan 13,89 m/s
	120	
	160	
	200	

3.4. Pengaruh Perubahan Kecepatan pada Lingkungan Perkotaan (urban)

Skenario ini (sesuai Tabel 3) dilakukan untuk menguji kemampuan kedua protokol routing dalam menghadapi perubahan topologi

jaringan yang terjadi akibat perubahan kecepatan *node* yang terjadi di lingkungan perkotaan. Lingkungan perkotaan memiliki karakteristik yaitu pergerakannya lebih lambat daripada *highway* dan kecepatannya relatif berubah-ubah atau tidak konstan. Jumlah kendaraan yang digunakan adalah 150 *node* dan kecepatan yang digunakan adalah kecepatan di sekitar batas kecepatan pada lingkungan perkotaan.

Tabel 3. Skenario *Urban* dengan perubahan kecepatan *node*

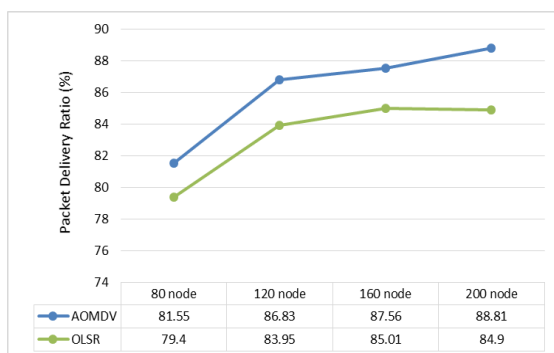
Skenario	Jumlah Node	Perubahan Kecepatan Node
Skenario Urban 2	150 node	20 km/jam atau 5,56 m/s
		30 km/jam atau 8,33 m/s
		40 km/jam atau 11,11 m/s
		50 km/jam atau 13,89 m/s

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari simulasi *routing protocol Optimized Links State Routing (OLSR)* dan *Adhoc On-Demand Multipath Distance Vector (AOMDV)*. Simulasi yang dilakukan pada ns-2 menghasilkan *file* dengan ekstensi *.tr* yang berisi hasil *tracing* komunikasi antar kendaraan kemudian. Untuk mengolah data dari *file .tr* tersebut digunakan *.awk script*. Setelah didapatkan nilai akhir dari parameter uji kemudian diubah ke dalam bentuk grafik lalu dianalisis.

4.1. Analisa Performansi Protokol Routing Terhadap Perubahan Jumlah Node

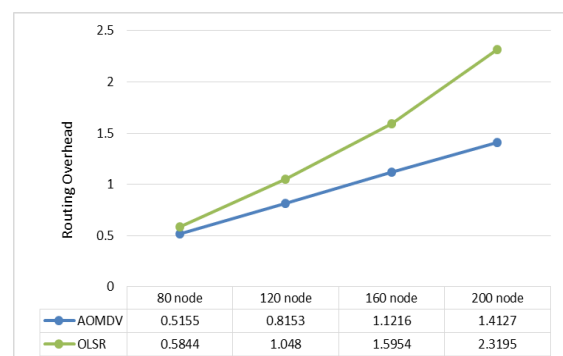
4.1.1. Packet Delivery Ratio



Gambar 6. Pengaruh Perubahan Jumlah *Node* Terhadap PDR

Packet Delivery Ratio (PDR) dapat menunjukkan tingkat keberhasilan sebuah protokol *routing* karena semakin tinggi nilai PDR salah satunya disebabkan oleh berhasilnya sebuah protokol *routing* dalam melakukan pencarian dan pemeliharaan rutenya. Pada Gambar 6 nilai PDR dari kedua protokol *routing* tidak jauh berbeda, semakin tinggi perubahan jumlah *node* maka nilai PDR nya akan semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan jumlah *node* sangat mempengaruhi keberhasilan transmisi data. Untuk teknologi 802.11p range transmisi antar *node* berkisar 250-300 m. Jika *node* terlalu sedikit akan menyebabkan jarak minimum tersebut tidak dapat terpenuhi sehingga PDR rendah. Walaupun memiliki nilai yang tidak jauh berbeda protokol *routing* AOMDV lebih unggul sampai mencapai angka 88.81% pada perubahan jumlah kepadatan *node* ke 200 dan 81.55% pada jumlah kepadatan *node* 80. Hal itu dapat terjadi karena salah satu kelebihan dari *routing* protokol AOMDV yaitu update rute dilakukan secara mandiri oleh tiap *node* dan AOMDV hanya melakukan pencarian rute ketika dibutuhkan saja. AOMDV juga menjamin rute alternatif saling *disjoint* atau berisikan sehingga rute yang ditemukan kemungkinan tidak akan terjadi *loop*. Sedangkan pada OLSR yang nilainya tidak terlalu jauh dengan AOMDV pada jumlah kepadatan *node* 80 yaitu 79.54% dan *node* 200 yaitu 84.9%. Karena dengan bertambahnya *node* maka jarak antara *node* semakin dekat sehingga kemungkinan terjadinya *link failure* semakin kecil, dengan semakin jarang terjadinya *link failure* maka semakin besar pula nilai dari PDR nya.

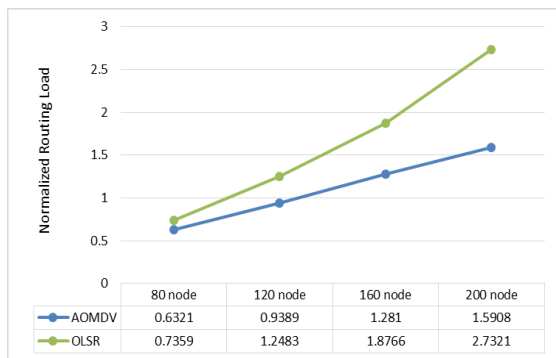
4.1.2. Routing Overhead



Gambar 7. Pengaruh Perubahan Jumlah *Node* Terhadap RO

Routing Overhead ini digunakan untuk menghitung efisiensi kerja suatu *routing protocol*. Nilai dari RO dipengaruhi oleh peningkatan jumlah node, semakin banyak jumlah node maka semakin besar pula paket yang di butuhkan sehingga semakin besar pula nilai dari RO. Terlihat di Gambar 7 bahwa nilai *routing overhead* pada OLSR lebih besar jika dibandingkan dengan AOMDV dikarenakan OLSR secara periodik melakukan pengiriman message control untuk memastikan adanya perubahan topologi atau tidak. Selain itu *route discovery* nya melibatkan semua *node* yang menjadi tetangga nya saat mengirimkan pesan RREQ. Sedangkan AOMDV yang memiliki fitur *multipath* memiliki salah satu keunggulan dibandingkan dengan *multipath* lainnya yaitu tidak memiliki *overhead* koordinasi antar *node* yang tinggi karena komunikasi pada AOMDV hanya dilakukan saat dibutuhkan saja.

4.1.3. Normalized Routing Load

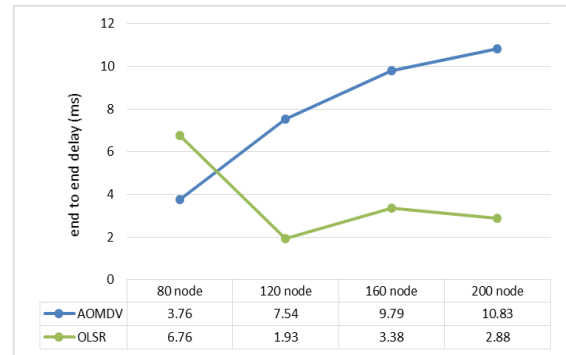


Gambar 8. Pengaruh perubahan jumlah *node* terhadap NRL

NRL (*Normalized Routing Load*) merupakan jumlah paket routing yang ditransmisikan per paket data yang diterima di tujuan. Meningkatnya jumlah node menyebabkan nilai *routing overhead* juga meningkat karena semakin banyak node maka beban protokol dan penggunaan *resource* akan semakin besar. Oleh karena itu semakin banyak paket *routing* yang dikirimkan ke jaringan mengakibatkan nilai NRL nya naik. Terlihat di Gambar 8 bahwa hal tersebut menyebabkan performansi protokol routing AOMDV untuk parameter NRL menjadi lebih baik karena nilai nya lebih kecil jika dibandingkan dengan protokol *routing* OLSR. Hal ini karena *routing*

load yang tinggi menyebabkan pemakaian bandwidth tambahan untuk transmisi sementara bandwidth kanal *wireless* yang tersedia cukup terbatas maka diharapkan protokol routing dapat mengurangi beban *routing* tersebut.

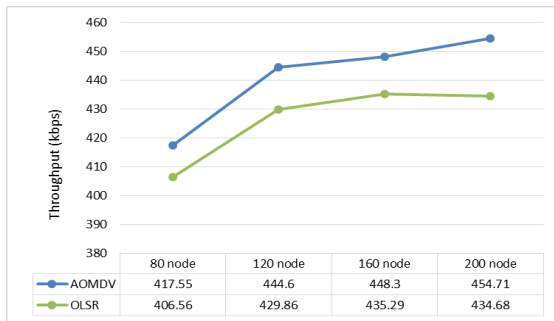
4.1.4. Average End to End Delay



Gambar 9. Pengaruh Perubahan Jumlah *Node* Terhadap *Delay*

End to end delay adalah waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman data dari *source node* ke *destination node*. Dalam proses pengiriman data, tentunya data akan dipengaruhi oleh banyak faktor yang mengakibatkan *delay*. Terlihat di Gambar 9 bahwa hasil grafik perubahan jumlah node kedua protokol routing tidak membentuk pola yang teratur. Grafik protokol routing OLSR naik turun tidak beraturan. Pola grafik yang tidak teratur seperti ini dapat terjadi karena dalam durasi waktu simulasi untuk jumlah node yang disimulasikan misalnya 200, tidak tetap 200 node dalam 200 detik simulasi. Node yang masuk terlebih dahulu akan hilang terlebih dahulu pula. Hal ini bisa jadi mempengaruhi waktu yang dibutuhkan paket data untuk sampai di tujuan. Pada sekenario perubahan jumlah kepadatan node ini OLSR mengungguli AOMDV dari rata-rata nilai yang di dapat. Bisa dikarenakan setiap *node* pada *routing* ini memiliki perhitungan sendiri untuk mencapai suatu node dengan menggunakan algoritma *shortest-path*, sehingga *delay*-nya sedikit lebih kecil dari AOMDV. Tetapi secara umum nilai *end to end delay* dari kedua algoritma tersebut masih diperbolehkan untuk jenis komunikasi *safety messages* pada jaringan VANET dimana nilai *end to end delay* maksimum yang diperbolehkan adalah 100 ms.

4.1.5. Average Throughput



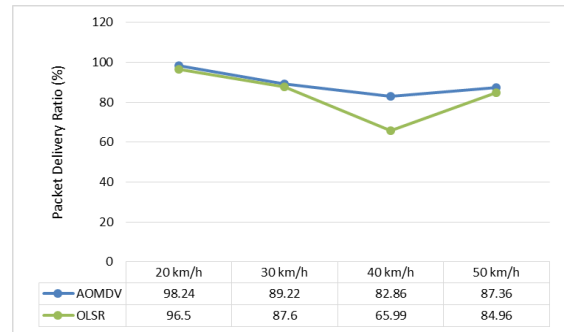
Gambar 10. Pengaruh Perubahan Jumlah *Node* Terhadap *Throughput*

Throughput menggambarkan kondisi *data rate* dalam suatu jaringan. Ada beberapa hal yang mempengaruhi nilai *throughput*, salah satunya adalah ketahanan dari *link* yang terbentuk dan proses pencarian jalur hingga jalur tersebut terbentuk. Pada Gambar 10 nilai *throughput* kedua algoritma *routing protocol* tidak jauh berbeda, terlihat dari grafiknya yang sama-sama menaik menunjukkan semakin banyak jumlah *node* maka nilai *throughput* akan semakin meningkat. Jika semakin banyak *node* dalam sebuah jaringan akan semakin kecil kemungkinan terjadinya *link failure*. Sehingga daya tahan *link* lebih lama karena jika terjadi *link failure* mengakibatkan algoritma *routing* berada dalam kondisi *route discovery*. Maka pemilihan rute terbaik akan menentukan performansi suatu *routing protocol*. Nilai *throughput* juga ikut mempengaruhi rasio PDR. Nilai *throughput* AOMDV secara keseluruhan pada skenario perubahan jumlah *node* ini lebih baik daripada OLSR.

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

4.2.1. Packet Delivery Ratio

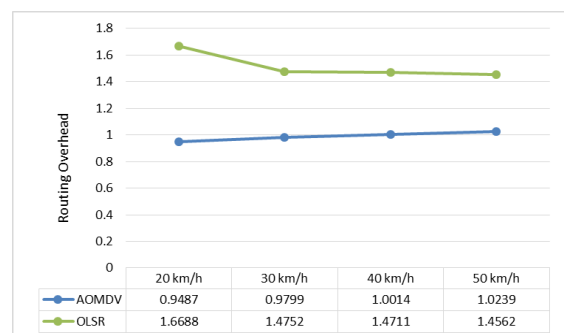
Packet Delivery Ratio (PDR) adalah jumlah paket yang berhasil diterima oleh *node* tujuan berbanding dengan total paket yang dikirim oleh *node* sumber. Dalam mengukur performansi sebuah *routing protocol* dalam pengiriman paket data PDR dipengaruhi oleh nilai *throughput*. Kinerja dari PDR akan memberikan gambaran tentang seberapa baik suatu protokol dalam hal pengiriman paket data pada kecepatan yang bervariasi.



Gambar 11. Pengaruh Perubahan Kecepatan *Node* Terhadap PDR

Terlihat di Gambar 11 bahwa grafik menunjukkan kedua protokol cenderung menurun ketika kecepatan *node* semakin tinggi, tetapi di kecepatan *node* 50 km/jam nilai dari PDR kembali naik. Hal ini dikarenakan banyaknya persimpangan di dalam skenario *urban* serta perpaduan kecepatan dan jumlah *node* didalam skenario, jika kecepatan semakin dinaikkan maka jarak antar *node* juga semakin jauh menyebabkan terjadi putusya jalur yang berakibat pada pengulangan pencarian *route* baru. Pada skenario perubahan kecepatan *node* ini protokol *routing* AOMDV lebih efisien daripada 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.

4.2.2. Routing Overhead

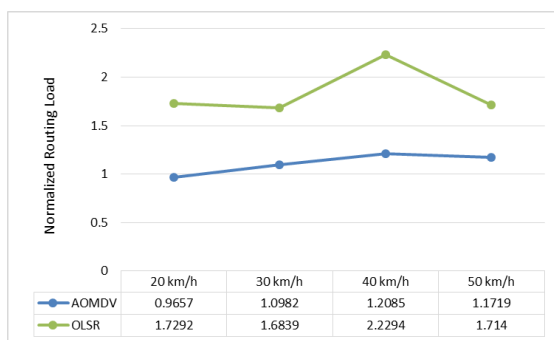


Gambar 12. Pengaruh Perubahan Kecepatan *Node* Terhadap RO

Routing Overhead adalah perbandingan antara banyaknya paket *routing* yang ditransmisikan oleh protokol *routing* selama simulasi dibagi banyaknya paket yang dikirim

oleh *node source* ke *node destination*, parameter ini menunjukkan efisiensi kerja suatu *routing protocol*. Pada Gambar 12 terlihat di grafik bahwa AOMDV lebih unggul dibandingkan OLSR karena memiliki nilai yang lebih kecil. Hal ini 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* menemukan alternatif rute dengan tambahan *overhead* yang minim. Hal tersebut dilakukan dengan memanfaatkan semaksimal mungkin informasi routing jalur alternative yang sudah ada.

4.2.3. Normalized Routing Load

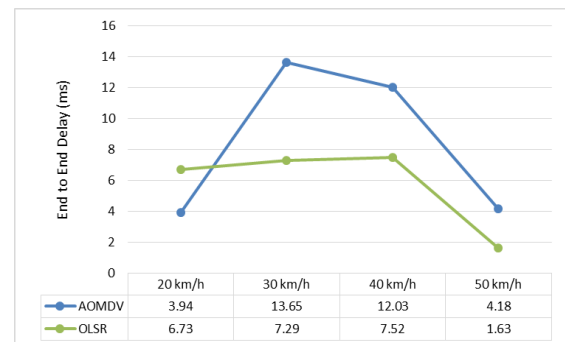


Gambar 13. Pengaruh Perubahan Kecepatan Node Terhadap NRL

Karena *bandwidth* kanal *wireless* terbatas maka diharapkan protokol *routing* meminimalisasi jumlah dan ukuran paket *control*. Dari Gambar 13 dapat dilihat NRL dari protokol *routing* AOMDV terus meningkat seiring bertambahnya kecepatan dan menurun kembali pada kecepatan 40 km/jam. Hal ini dapat terjadi disebabkan adanya *link failure* atau kegagalan rute akibat perubahan topologi jaringan yang semakin besar. Ketika terjadi *link failure* protokol *routing* akan mencari jalur alternatif lain atau dilakukan pencarian rute kembali jika seluruh jalur alternatif yang ada juga mengalami kegagalan. Sedangkan pada OLSR grafiknya turun pada kecepatan 30 km/jam lalu kembali naik pada kecepatan 40 km/jam dan turun kembali di kecepatan 50 km/jam dapat disebabkan karena OLSR merupakan protokol *routing* yang proaktif yang menentukan

tabel *routing*-nya dengan meng-*update* setiap waktu jika terjadi perubahan *link*. Pada tiap perubahan kecepatan *node* AOMDV mengunggulinya.

4.2.4. Average End to End Delay

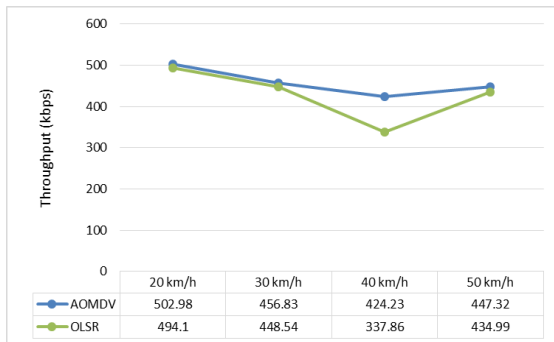


Gambar 14. Pengaruh Perubahan Kecepatan Node Terhadap Delay

End to end delay adalah jumlah waktu yang digunakan oleh sebuah paket ketika dikirim oleh sebuah *node* dan diterima di *node* tujuan. Faktor yang sangat mempengaruhi *end to end delay* adalah waktu untuk *routing protocol* tersebut dalam menemukan *route*, hal ini dikarenakan sebelum mengirim pesan, *source node* terlebih dahulu harus mengetahui *route* yang menghubungkan ke *destination*. Faktor lain yang mempengaruhi *end to end delay* adalah *delay* proses. Ketika *node* yang ditengah menerima sebuah pesan, *node* tersebut akan menganalisa *header* untuk mengetahui untuk siapa paket tersebut ditujukan, dan kemudian mengecek kemana harus meneruskan paket tersebut. Berdasarkan Gambar 14 Nilai *end to end delay* terus meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan tetapi kembali turun pada kecepatan 50 km/jam. Grafik terus menanjak dapat disebabkan karena semakin cepat pergerakan *node* maka penumpukan kendaraan akan terjadi. OLSR memiliki nilai *end-to-end delay* rata-rata yang lebih baik dibandingkan dengan AOMDV dapat dikarenakan setiap *node* pada OLSR mengirimkan pesan kontrol secara berkala dan tidak melakukan pengiriman pesan berurutan. Lalu tingginya kecepatan *node* berpengaruh pada nilai *delay*. Semakin tinggi kecepatan, semakin tinggi juga kemungkinan terjadi perubahan topologi dan kegagalan *route* atau *link failure*. Tetapi *delay* pada protokol *routing*

AOMDV masih diperbolehkan untuk jenis komunikasi *safety messages* pada jaringan VANET dimana nilai *end to end delay* maksimum yang diperbolehkan adalah 100 ms.

4.2.5. Average Throughput



Gambar 15. Pengaruh Perubahan Kecepatan Node Terhadap Throughput

Banyak hal yang dapat mempengaruhi nilai *throughput* salah satunya adalah bentuk daya tahan dari *link* yang terbentuk, semakin sering topologi berubah semakin sering kemungkinan terjadinya *link failure* dan mengakibatkan algoritma *routing* berada dalam kondisi *route discovery*, sehingga pemilihan rute terbaik akan menentukan performansi suatu *routing protocol*. Nilai *throughput* juga ikut mempengaruhi rasio PDR, semakin tinggi nilai *throughput* maka protokol *routing* memiliki performa yang lebih baik. Nilai *throughput* AOMDV secara keseluruhan lebih besar daripada OLSR untuk semua skenario perubahan kecepatan *node*. Nilai *throughput* menurun seiring meningkatnya kecepatan suatu *node* dapat disebabkan pola pergerakan *node* di lingkungan *urban* yang tidak konstan. Contohnya pada keadaan macet akan terjadi penumpukan sekumpulan *node* yang menyebabkan *node* tersebut diam untuk sesaat. Sehingga proses pengiriman datanya lebih cepat, dapat dilihat dari nilai *throughput* yang tinggi pada kecepatan 20 km/jam.

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan simulasi dan analisa terhadap kedua algoritma *routing protocol* yaitu OLSR dan AOMDV, maka dapat diambil kesimpulan bahwa AOMDV lebih unggul hampir pada semua metrik performansi dengan

nilai rata-rata *Packet Delivery Ratio* 87.804%; *Throughput* 449.565 kbps; *Routing Overhead* 0.9773; dan *Normalized routing load* 1.1108. Sedangkan pada OLSR memiliki rata-rata *Packet Delivery Ratio* 83.539%; *Throughput* 427.735 kbps; *Routing Overhead* 1.4523; *Normalized routing load* 1.7436. Karena AOMDV lebih unggul empat dari lima metrik performansi yang diujikan ini dapat menunjukkan bahwa protokol *routing* AOMDV lebih efisien diterapkan pada jaringan *vehicular ad-hoc network* (VANET) pada kondisi perkotaan. Tetapi pada metrik performansi *end to end delay* OLSR lebih unggul dengan memiliki nilai rata-rata 4.765 ms. Sedangkan pada AOMDV memiliki nilai 8.215 ms. Namun keduanya masih diperbolehkan untuk jenis komunikasi *safety messages* pada jaringan VANET dimana nilai *end to end delay* maksimum yang diperbolehkan adalah 100 ms. Kemudian nilai rata-rata *Packet Delivery ratio* dari AOMDV dan OLSR masing-masing adalah 87.803% dan 83.539%. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan pengiriman data dari kedua protokol *routing* tidak jauh berbeda hanya AOMDV sedikit lebih unggul. Dilihat dari nilai rata-rata *routing overhead* dan *normalized routing load* dari AOMDV adalah 0.9773; 1.1108; dan pada OLSR adalah 1.4523; 1.7436. AOMDV lebih unggul karena kelebihan dari AOMDV yang bersifat *on demand* sehingga *routing packet* yang dihasilkan lebih kecil.

Dari hasil yang di dapat perubahan jumlah *node* dan perubahan kecepatan *node* mempengaruhi performansi dari *routing protocol*. Semakin banyak jumlah *node* yang ada maka akan meningkatkan keberhasilan suatu transmisi data. Begitu juga pada perubahan kecepatan semakin cepat suatu *node* akan menyebabkan jarak antar *node* semakin jauh dan menyebabkan kemungkinan terjadinya *link failure* akan semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harri, Jerome, dkk.. 2009. Vehicular Mobility Simulation with VanetMobiSim. Trans. of Society for Modelling and Simulation
- [2] 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)
- [3] U. Nagaraj, M.U. Kharat, and P. Dhamal, "Study of Various Routing Protocols in VANET," International Journal of Computer Science and Technology (IJCST), Vol.2, Issue 4, 2011
- [4] 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.
- [5] Jain Trapati, Shiwani Savita .2010. "Analisis of OLSR, DYMO, DSR *Routing Protocol in Mobile Adhoc Network using omnet simulation.*
- [6] 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)
- [7] 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]
- [8] Mahesh K. Marina, Samir R. Das. 2006. *Ad hoc on-demand multipath distance vector routing.* USA

Ridha Muldina Negara, ST., MT. Dosen S1 Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom. Sebagai dosen di Universitas Telkom saat ini aktif di Kelompok Keahlian Jaringan Multimedia, saat ini aktif melakukan riset dan publikasi mengenai VANET, software define network serta standar IEEE 802.11 ah.

Biodata Penulis

Rianda Anisia, ST. lahir di Mataram tanggal 22 Agustus 1993, mahasiswa Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom.

Dr. Ir. Rendy Munadi., MT. Dosen S1 Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom. Sebagai dosen di Universitas Telkom, saat ini aktif sebagai Ketua Keahlian Jaringan Multimedia serta melakukan riset dan publikasi mengenai wireless sensor network, software define network serta compressive sensing.