

Tersedia online di [www.journal.unipdu.ac.id](http://www.journal.unipdu.ac.id)

Unipdu

Halaman jurnal di [www.journal.unipdu.ac.id/index.php/register](http://www.journal.unipdu.ac.id/index.php/register)

## Analisis perbandingan *wireless network standard 802.11a* dan *802.11p* berdasarkan protokol *dynamic source routing* di lingkungan *vehicular ad hoc networks*

Muhammad Yusuf<sup>a</sup>, Radityo Anggoro<sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

email: [yusuf.aja403@gmail.com](mailto:yusuf.aja403@gmail.com)

### INFO ARTIKEL

#### Sejarah artikel:

Menerima 23 Januari 2018

Revisi 28 Mei 2018

Diterima 28 Mei 2018

Online 29 Mei 2018

#### Kata kunci:

802.11p

DSR

MANET

VANET

WAVE

#### Keywords:

802.11p

DSR

MANET

VANET

WAVE

#### Style APA dalam mensitasi artikel ini:

Yusuf, M., & Anggoro, R. (2017). Analisis perbandingan *wireless network standard 802.11a* dan *802.11p* berdasarkan protokol *dynamic source routing* di lingkungan *vehicular ad hoc networks*. Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, 3(2), 75-82.

### ABSTRAK

*Routing* pada *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET) merupakan kasus yang unik karena tingginya perubahan jaringannya. VANET sendiri juga digolongkan dalam *Mobile Ad Hoc Network* (MANET), sehingga protokol-protokol *routing* yang ada pada MANET dapat juga dipakai pada VANET. Pemilihan protokol *routing* menjadi salah satu aspek yang cukup penting. Oleh karena itu, penelitian ini akan melakukan evaluasi seberapa kuatnya protokol *Dynamic Source Routing* (DSR) dalam menghadapi berbagai skenario VANET yang memiliki kepadatan bervariasi di dalam lalu lintas perkotaan. Digunakan protokol 802.11p dalam ruang lingkup lalu lintas perkotaan yang didapat dari SUMO simulator, dan dilakukan analisa menggunakan NS-2. Pemilihan 802.11p juga dipilih dari hasil perbandingan antara 802.11p dan 802.11a pada ruang lingkup lalu lintas yang berbentuk *grid* yang didapat juga dari simulator yang sama. Dari hasil analisa menunjukkan bahwa 802.11p memiliki performa yang lebih bagus dan bervariasi terhadap kepadatan-kepadatan yang telah ditentukan.

### ABSTRACT

*Routing on Vehicular Ad Hoc Network* (VANET) is a unique case due to the high network changes. VANET itself is also classified in *Mobile Ad Hoc Network* (MANET), so the MANET routing protocols can also be used on VANET. Selection of routing protocols becomes one of the most important aspects. Therefore, this study will evaluate how strong the *Dynamic Source Routing* (DSR) protocol in dealing with various VANET scenarios that have varied densities in urban traffic. This research is using an 802.11p protocol that obtained from SUMO simulator and then analyzed by NS-2. The 802.11p protocol was selected based on the result of performance comparison between 802.11p and 802.11a on some grid-shaped traffic scenarios. The results show that 802.11p has better performance and more robust than 802.11a while using predefined densities.

© 2017 Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

## 1. Pendahuluan

*Mobile Ad Hoc Network* (MANET) merupakan suatu kelompok jaringan yang berbasis nirkabel yang terdiri dari sekumpulan *node* yang bergerak tanpa adanya manajemen jaringan yang terpusat (*infrastructureless*). Berbagai penelitian mengenai performansi dari MANET telah menghasilkan banyak protokol *routing* yaitu reaktif dan proaktif. Menurut Moonlight dan Suhardi (2011), secara sederhana *routing* adalah proses mengirim data dari satu jaringan ke jaringan lain. *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET) ini juga merupakan bagian dari MANET, sehingga protokol *routing* yang ada dalam MANET juga bisa diimplementasikan pada VANET. Beberapa perbedaan mencolok antara MANET dan VANET adalah letak dari skenario mobilitasnya, yaitu di dalam MANET memiliki mobilitas yang sangat acak dan lebih susah diprediksi, namun dengan kecepatan yang relatif rendah, tetapi VANET memiliki

mobilitas yang sudah terprediksi (sesuai dengan kondisi lingkungan jalan raya) dan memiliki kecepatan yang relatif rendah sampai tinggi (tergantung kepadatan jalan di suatu perkotaan) (Li & Wang, 2007). VANET sendiri adalah suatu kelompok jaringan yang sama seperti MANET, bedanya yaitu di dalam VANET terdiri dari perangkat bergerak seperti truk, mobil, motor, bus, ataupun yang tidak bergerak seperti lampu lalu-lintas. Hal ini yang menyebabkan perbedaan pola pergerakan antara MANET dan VANET.

Penelitian ini melakukan studi kinerja protokol *Dynamic Source Routing* (DSR) pada VANET dan diharapkan memiliki kinerja yang baik, sehingga layak diterapkan pada lingkungan VANET. Tingkat kelayakannya diukur dengan melakukan evaluasi performansi pada ruang lingkup yang diambil dari peta dunia nyata, parameter yang dibandingkan adalah *routing overhead*, *end to end delay*, dan *packet delivery ratio*. Untuk menguji kelayakan 802.11p, maka diperlukan protokol lain untuk membandingkan yaitu dipilih 802.11a, yang menjadi dasar dari peningkatan 802.11p. Baik MANET maupun VANET, memiliki permasalahan yang sama, yaitu performansi mereka yang terpengaruh oleh kepadatan atau densitas dari *node*, oleh karena itu dilakukan pengujian 802.11p pada skenario lalu lintas perkotaan dengan kepadatan yang berbeda-beda. Untuk tingkat kepadatannya dilakukan berbagai macam kepadatan yaitu 30, 90, dan 150 *node* dalam kecepatan 10 m/s (sesuai dengan lingkungan perkotaan) (Paul, Ibrahim, & Bikas, 2011).

### 2.1. Vehicular Ad Hoc Network (VANET)

*Vehicular Ad Hoc Network* (VANET) merupakan bagian dari *Mobile Ad Hoc Network* (MANET). VANET memiliki pengelompokan tersendiri karena memiliki karakteristik yang berbeda dibanding dengan MANET. Menurut Najafabadi dalam (Rezkinanda, 2016) VANET adalah teknologi yang menggabungkan kemampuan komunikasi *wireless* pada kendaraan menjadi sebuah jaringan *infrastructureless*. Perbedaan antara VANET dibanding dengan MANET adalah VANET memiliki pergerakan *node* dengan kecepatan tinggi, mobilitas yang telah ditentukan oleh jalur tertentu (seperti jalan raya, perempatan, dll.), sumber daya, media penyimpanan yang mencukupi, dan lingkungan komunikasi yang sulit karena singkatnya jangka waktu satu dengan yang lain.

Mekanisme komunikasi pada VANET terdiri dari beberapa macam, salah satunya yaitu *Vehicle To Vehicle Communication* (V2V Communication) yaitu model komunikasi antar kendaraan yang bergerak. Mekanisme komunikasi ini mengizinkan antara satu atau lebih kendaraan yang saling berkomunikasi antara satu dengan yang lainnya. Ketika berkomunikasi secara V2V, maka setiap kendaraan harus dapat mendeteksi posisi dan pergerakan dari setiap *node* untuk dapat melakukan pengiriman data. Dalam implementasinya, mekanisme komunikasi V2V dapat dibedakan menjadi *single hop* dan *multi hop*, mekanisme transmisi *single hop* dilakukan untuk melakukan transmisi data pada kumpulan *node* tetangga yang berada dalam radius. *Single hop* dilakukan untuk kebutuhan pengiriman data dengan jarak yang pendek, yaitu antara *node* tersebut yang berada dalam jangkauan transmisinya. Pada transmisi *multi hop* biasanya digunakan untuk transmisi data jarak jauh yang *nodenya* berada di luar jalur transmisi. Agar data dapat mencapai *node* tujuan, maka diperlukan *node* antara sumber dan tujuan untuk melakukan *relay* (menyalurkan) data hingga sampai pada *node* tujuan.

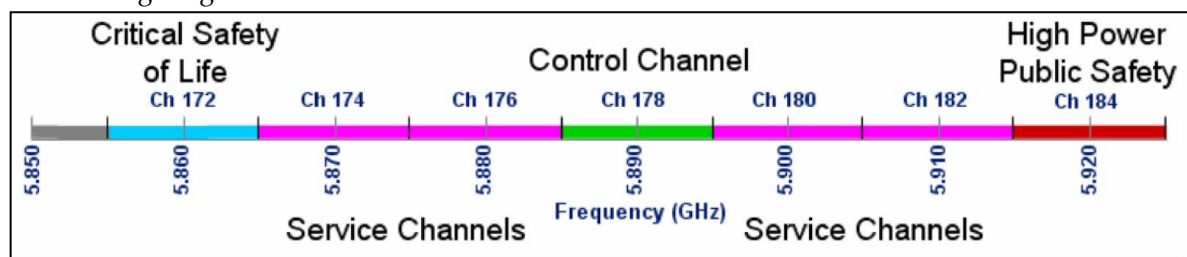
### 2.2. Dynamic Source Routing (DSR)

*Dynamic Source Routing* adalah salah satu protokol *routing* reaktif pada MANET yang dapat diimplementasikan pada VANET. *Routing* pada VANET disusun dengan mengandalkan informasi topologi jaringan. Tujuan utama dari *routing* yang berbasis topologi ini adalah untuk menjaga keseimbangan antara proses pencarian jalur dan menjaga *overhead* seminimal mungkin. DSR menggunakan mekanisme *flooding* terhadap suatu jaringan dengan melakukan pencarian paket untuk mendapatkan jalur sampai ke *node* tujuan. Dan ketika pesan tersebut sampai ke tujuan, maka akan direspon balik ke *node* pengirim dengan informasi kandidat jalur yang digunakan. Setelah periode waktu tertentu, berdasarkan informasi jalur yang diterima, maka *node* pengirim akan memutuskan jalur

yang digunakan. Pada DSR ini, jalur yang digunakan adalah jalur yang memiliki jumlah loncatan antar node terkecil, yang berarti jalur tersebut adalah jalur terpendek.

### 2.3. Wireless Access Vehicular Environment (WAVE)

VANET menggunakan protokol 802.11p karena 802.11 standar tidak cukup untuk menangani cepatnya pergerakan di dalam VANET, karena waktu komunikasi yang singkat yang diakibatkan oleh kecepatan kendaraan, oleh karena itu, dibutuhkan peningkatan pada 802.11 standar pada layer MAC (*Medium Access Control*) dan layer PHY (*Physical layer*). Hampir semua peningkatan pada 802.11p ini terjadi di layer fisik, karena pada IEEE 802.11 standar MAC membutuhkan waktu yang lebih lama untuk melakukan pemindaian kanal untuk *beacon* dari *Basic Service Set* (BSS) dan melakukan banyak *handshakes* untuk membangun suatu komunikasi. Sedangkan di dalam VANET memiliki lingkungan mobilitas yang sangat tinggi, dan ketika berkomunikasi antar *node* membutuhkan kemampuan pertukaran data yang sangat cepat, sehingga sangat penting pada semua perangkat IEEE 802.11p memiliki konfigurasi kanal yang memiliki BSSID yang sama untuk keamanan komunikasi tanpa jeda. Di dalam mode WAVE, dapat dilakukan pengiriman dan penerimaan data tanpa perlu mengontak BSS (Maqsood & Khan, 2012). Peningkatan pada layer PHY dilakukan dengan mengoperasikan WAVE pada frekuensi 5.9 GHz. Untuk Modulasi yang digunakan juga adalah 2 kali modulasi yang dimiliki oleh 802.11a, yaitu 10 MHz yang bertujuan meningkatkan waktu tunda penyebaran (*Root Mean Square*) RMS di dalam lingkungan VANET.

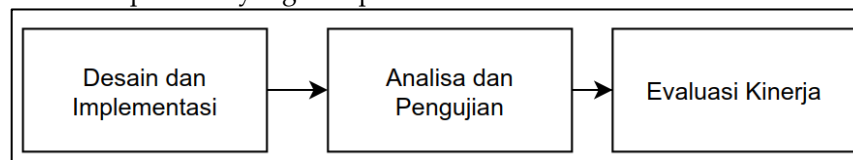


Gambar 1. Spektrum dan kanal DSRC di Amerika Serikat (Jiang & Delgrossi, 2008)

Sesuai dengan standar spektrum dan kanal DSRC (*Dedicated Short Range Communication*) di Amerika Serikat, seperti pada Gambar 1, dipilih 5.9 GHz karena untuk menurunkan kemungkinan interferensi antar kanal yang terjadi, dan memang kanal tersebut dikhususkan untuk keamanan dalam penggunaan yang menyangkut keselamatan umum.

### 3. Metode Penelitian

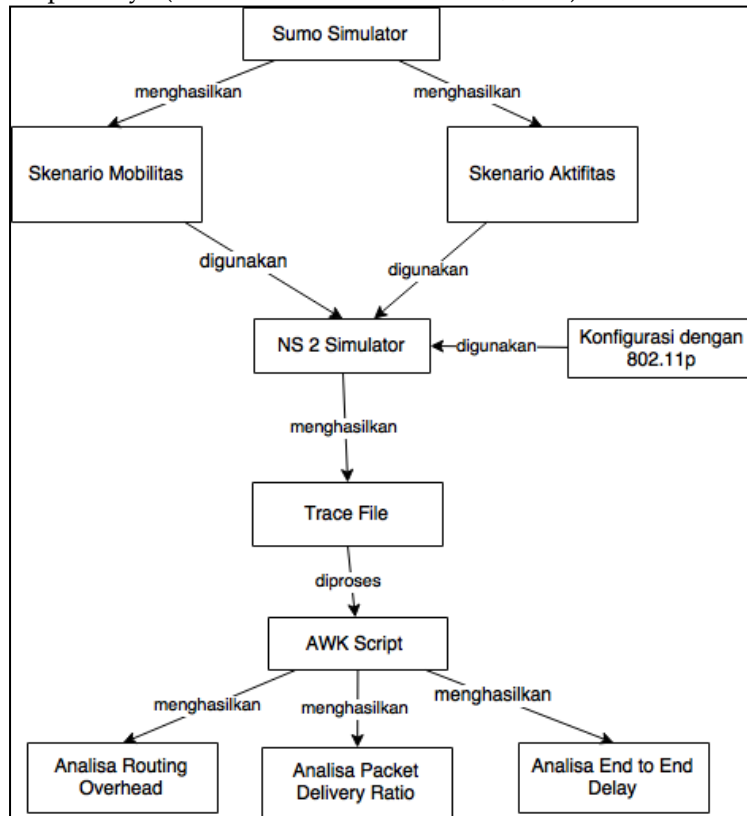
Pada penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan meliputi proses desain dan implementasi, analisa dan pengujian dan evaluasi kinerja seperti pada Gambar 2. Desain dan implementasi meliputi pembangunan sistem yang dimulai dengan pembentukan model mobilitas. Pembentukan model mobilitas dilakukan agar protokol dapat diimplementasi dalam bentuk simulasi untuk mengetahui tingkat performansi dari protokol yang diimplementasikan.



Gambar 2. Diagram metode penelitian

Pada Gambar 3, alur dimulai dengan pembangunan lingkungan pada *Simulation of Urban Mobility* (SUMO) simulator yang terdiri dari pembentukan lingkungan jalan riil (peta Surabaya). Setelah didapat skenario mobilitas dan aktivitas, maka dilakukan simulasi dengan *Network Simulator* (NS)-2 dengan menggunakan protokol *routing* DSR dengan menggunakan tipe MAC 802.11p (WAVE) yang akan menghasilkan suatu *trace file* (sebuah file yang memiliki detail aktivitas yang berasal dari NS-2). Di dalam *trace file* ini mengandung informasi keseluruhan aktivitas paket yang terjadi, baik yang terkirim maupun yang dihapus akan digunakan sebagai data masukan untuk menghasilkan analisa selanjutnya.

Analisa dilakukan berdasarkan variabel-variabel yang diamati yaitu *Packet Delivery Ratio* (PDR), *routing overhead ratio*, *end to end delay*, dan *throughput* untuk kemudian dianalisis performansinya dengan protokol *routing* DSR pada peta *real world*. Perhitungan dari *routing overhead* adalah perbandingan dari jumlah paket *routing* dibandingkan dengan jumlah paket yang diterima. Adapun *packet delivery ratio* merupakan perbandingan dari paket yang diterima dibandingkan dengan paket yang dikirim, sedangkan *end to end delay* merupakan jumlah waktu tunggu pengiriman paket dari sumber ke tujuan dibagi jumlah seluruh paketnya (Al-Maashri & Ould-Khaoua, 2006) dan dibentuk Rumus 1,



Gambar 3. Diagram alur rancangan simulasi

$$\text{RoutingOverhead} = \frac{\sum RTRpckts}{\sum CBRrcv} \quad (1)$$

keterangan:

$\sum RTRpckts$  = Jumlah paket RTR (*Reliable Transaction Router*) (paket yang digunakan untuk mengontrol *routing* pada protokol MANET).

$\sum CBRrcv$  = Jumlah paket yang diterima.

Di mana, untuk perhitungan *routing overhead*, jika nilai yang dihasilkan semakin kecil, maka berarti *routing overhead* yang dihasilkan kecil (bagus), begitu juga sebaliknya, jika nilai *routing overhead* ini nilainya cukup besar, maka terjadi *routing overhead* yang mengakibatkan bertambahnya beban jaringan. Untuk *Packet Delivery Ratio* (PDR) menggunakan Rumus 2,

$$\text{PacketDelivery} = \frac{\text{Packetrecv}}{\text{Packetsent}} \times 100\% \quad (2)$$

keterangan:

*Packetrecv* = Paket yang diterima.

*Packetsent* = Paket yang dikirim.

Untuk PDR berarti rasio pengiriman paket, maka nilai persentase yang dihasilkan semakin besar semakin bagus. Untuk *End to end delay* (E2E) maka digunakan Rumus 3,

$$\text{E2EAverageDelay} = \frac{\sum_{i=0}^n \text{delaypacket}[i]}{\sum CBRrcv} \quad (3)$$

keterangan:

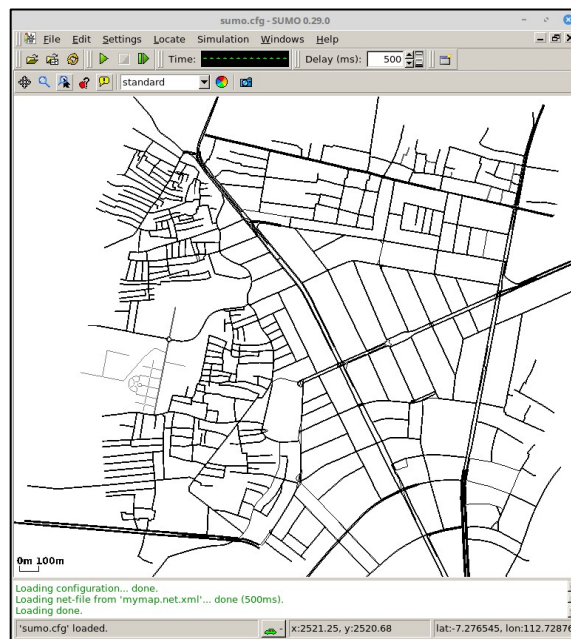
*delaypacket* = Waktu yang dibutuhkan mulai dari paket dikirim sampai ke tujuan.

$\sum CBRrcv$  = Jumlah paket yang diterima.

Perhitungan *delay* atau waktu tunggu atau jeda, yang berarti waktu yang dibutuhkan suatu paket dari proses pengiriman sampai ke tujuan, dengan nilai semakin kecil semakin bagus, karena paket semakin cepat sampai.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Pada hasil dan pembahasan ini, dijelaskan secara detail hasil dari pembentukan peta simulasi dan pembangkitan aktivitas pergerakan dengan SUMO, pengujian aktivitas dengan NS-2 dan analisa pengujian dengan skrip *awk*. Pada Gambar 4 merupakan pembentukan peta hasil dari SUMO simulator, yang menghasilkan suatu peta yang berdasarkan peta *real world* dan dihasilkan juga *file* aktivitas pergerakan dari peta pada Gambar 4, yang kemudian di implementasikan pada NS-2. Pengujian aktivitas pergerakan menggunakan parameter NS-2.35 dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 4. Hasil pembentukan peta dengan SUMO simulator

Tabel 1. Parameter yang digunakan pada NS-2

No	Parameter	Spesifikasi
1	Simulator	NS2, Versi 2.35
2	Waktu Simulasi	900 detik
3	Area Simulasi	2000m x 2000m
4	Banyaknya Kendaraan / node	30,90,150
5	Radius Transmisi	200m
6	Kecepatan Kendaraan / node	10 m/s
7	Tipe Mac	MAC 802.11p (WAVE) / 802.11a
8	Tipe Data	Constant Bit Rate (CBR)
9	Protokol Routing	Dynamic Source Routing (DSR)
10	Tipe kanal	Wireless Channel
11	Model Antena	Omnidirectional

Implementasi konfigurasi NS-2.35 menghasilkan suatu *file trace* yang berisi detail aktifitas dan pergerakan *node* dalam simulator. Seperti yang terlihat pada potongan *file trace* pada Gambar 5, terdiri dari detail suatu aktivitas paket pada waktu simulasi terjadi. Hasil dari *file trace* kemudian diolah dengan skrip *awk* yang akan menghitung berapa jumlah paket yang dikirim, paket diterima, *routing overhead*, *end to end delay*, dan *packet delivery ratio* dari aktivitas simulasi tersebut.

```
s -t 898.035960094 -Hs 0 -Hd -2 -Ni 0 -Nx 401.65 -Ny 1574.70 -Nz 0.00 -Ne
-1.000000 -NL AGT -Nw --- -Ma 0 -Md 0 -Ms 0 -Mt 0 -Is 0.0 -Id 1.0 -It cbr -Il 512 -
If 0 -Ii 912255 -Iv 32 -Pn cbr -Pi 1794 -Pf 0 -Po 0
r -t 898.035960094 -Hs 0 -Hd -2 -Ni 0 -Nx 401.65 -Ny 1574.70 -Nz 0.00 -Ne
-1.000000 -NL RTR -Nw --- -Ma 0 -Md 0 -Ms 0 -Mt 0 -Is 0.0 -Id 1.0 -It cbr -Il 512 -
If 0 -Ii 912255 -Iv 32 -Pn cbr -Pi 1794 -Pf 0 -Po 0
s -t 898.165990457 -Hs 0 -Hd -1 -Ni 0 -Nx 401.65 -Ny 1575.92 -Nz 0.00 -Ne
-1.000000 -NL RTR -Nw --- -Ma 0 -Md 0 -Ms 0 -Mt 0 -Is 0.255 -Id 1.255 -It DSR -Il
32 -If 0 -Ii 912269 -Iv 32 -P dsr -Ph 1 -Pq 1 -Ps 185 -Pp 0 -Pn 185 -Pl 0 -Pe 0->0
-Pw 0 -Pm 0 -Pc 0 -Pb 0->0
s -t 898.166015457 -Hs 0 -Hd -1 -Ni 0 -Nx 401.65 -Ny 1575.92 -Nz 0.00 -Ne
-1.000000 -NL MAC -Nw --- -Ma 0 -Md ffffffff -Ms 0 -Mt 0 -Is 0.255 -Id 1.255 -It
DSR -Il 60 -If 0 -Ii 912269 -Iv 32 -P dsr -Ph 1 -Pq 1 -Ps 185 -Pp 0 -Pn 185 -Pl 0 -
Pe 0->0 -Pw 0 -Pm 0 -Pc 0 -Pb 0->0
```

Gambar 5. Potongan dari *file trace* yang dihasilkan NS-2

```
packetDelivery = (recvPacket/sendPacket) * 100.00
routingOverhead = (RTRsend/cbrRecv)
printf "Total Packet Sent : %d\n",sendPacket;
printf "Total Packet Received : %d\n",recvPacket;
printf "%s\n",packetDelivery;
printf "%s\n",routingOverhead;

for(i=0; i<= seqNo; i++){
    if(end_time[i]>0){
        delay[i] = end_time[i] - start_time[i];
        count++;
    }else{
        delay[i] = -1;
    }
}

for(j=0; j<=seqNo; j++){
    if(delay[j]>0){
        e2edelay = (e2edelay + delay[j]) # get total delay
    }
}

e2edelay = e2edelay / count ; # calculate avg end to end delay
printf "%f s\n",e2edelay;
```

Gambar 6. Potongan dari skrip *awk*

Pada Gambar 6, adalah potongan dari skrip *awk* yang digunakan untuk menganalisis hasil dari *trace file* pada langkah sebelumnya. Hasil dari skrip *awk* ini yaitu langsung menampilkan paket terkirim, paket diterima, *routing overhead*, *end to end delay* dan *packet delivery ratio*. Percobaan ini diujikan sebanyak 10 kali dan dirata-rata untuk tiap 802.11p maupun 802.11a dengan menggunakan densitas yang berbeda-beda.

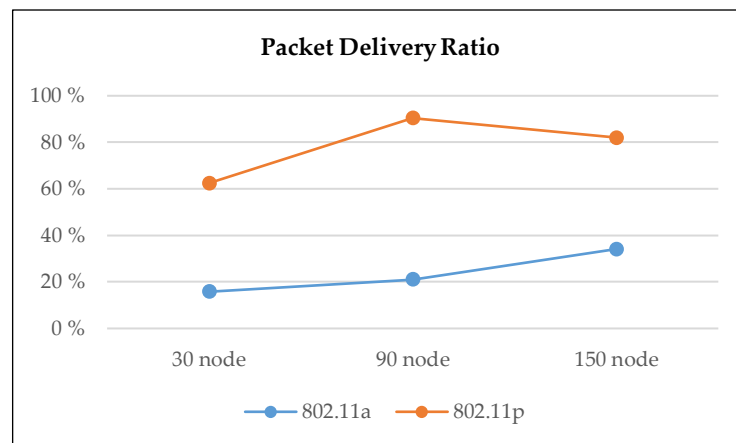
Tabel 2. Hasil 802.11p dengan percobaan 10 kali

30											
Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg
PDR	21.135	31.195	32.836	72.266	30.526	37.458	28.222	32.431	80.579	71.776	43.842
RO	3.716	4.388	3.296	0.808	2.933	2.827	6.687	3.537	1.831	1.189	3.121
E2E	4.246	2.781	1.923	2.284	4.574	2.482	7.321	3.834	2.716	3.168	3.533
90											
Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg
PDR	89.491	84.517	88.597	89.825	80.782	90.208	91.880	94.687	92.095	95.805	89.789
RO	1.668	7.396	3.645	2.249	2.275	2.843	3.682	1.997	1.738	0.944	2.844
E2E	0.039	0.314	0.911	0.018	0.010	0.013	0.983	0.589	0.016	0.541	0.344
150											
Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg
PDR	81.869	79.634	78.737	93.556	39.731	93.919	85.944	89.940	85.006	83.361	81.170
RO	6.322	36.291	7.395	2.445	7.006	1.707	6.392	10.026	7.129	10.543	9.526
E2E	0.092	0.157	0.185	0.021	0.032	0.010	0.125	0.058	0.162	0.093	0.094

Dari hasil percobaan 802.11p Tabel 2, maka dibandingkan dengan 802.11a yang juga dilakukan 10 kali percobaan Tabel 3 dan ditampilkan dalam bentuk grafik Gambar 7. Nilai yang ditampilkan pada Gambar 7 adalah nilai rata-rata dari tiap percobaan yang telah dilakukan. Pada Gambar 7, menunjukkan bahwa *packet delivery ratio* dari 802.11p jauh melampaui performa dari 802.11a. Ini menunjukkan bahwa untuk *packet delivery ratio* memang 802.11p lebih unggul. Pada pengujian *Routing Overhead* (RO) juga dilakukan hal yang sama, yaitu 10 kali dan diambil nilai rata-ratanya. Seperti pada Tabel 4.

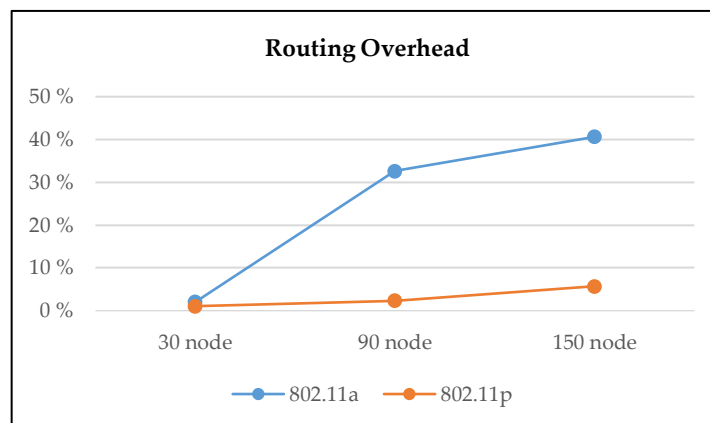
Tabel 3. Perbandingan rata-rata PDR dari 802.11a dan 802.11p

	30 node	90 node	150 node
802.11a	15.770	20.994	34.128
802.11p	62.452	90.390	82.025

Gambar 7. Hasil dari *Packet Delivery Ratio* 802.11p dan 802.11a

Tabel 4. Perbandingan rata-rata RO dari 802.11a dan 802.11p

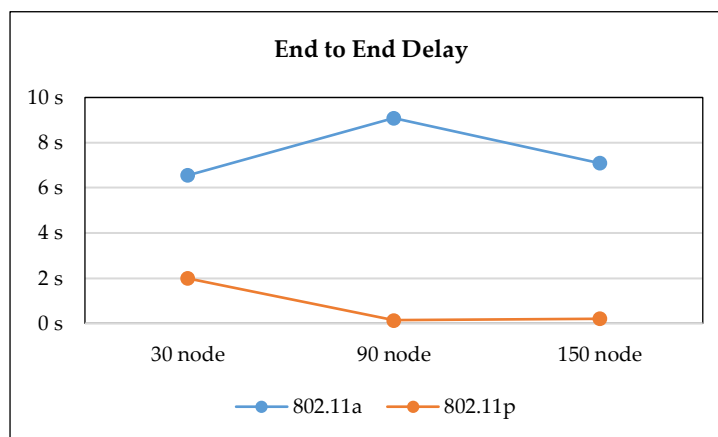
	30 node	90 node	150 node
802.11a	2.017	32.649	40.612
802.11p	1.051	2.304	5.715

Gambar 8. Hasil dari *Routing Overhead* 802.11p dan 802.11a

Pada Gambar 8, walaupun *routing overhead* dari 802.11p dan 802.11a pertama-tama hampir memiliki nilai yang sama, akan tetapi ketika kepadatan bertambah, menyebabkan protokol 802.11a memiliki *routing overhead* jauh lebih tinggi karena tidak dapat mengatasi padatnya kendaraan. Hasil dari *end to end delay* juga dilakukan 10 kali dan disajikan dalam bentuk Tabel 5 dan Gambar 9. Hasil dari *end to end delay* menunjukkan bahwa protokol 802.11p dari awal kepadatan rendah sudah menunjukkan hasil yang bagus dengan waktu tunggu 2 detik dibandingkan 802.11a yang memiliki waktu tunggu 7 detik.

Tabel 5. Hasil Perbandingan *end to end delay* 802.11a dengan 802.11p

	30 <i>node</i>	90 <i>node</i>	150 <i>node</i>
802.11a	6.55353	9.0879	7.09902
802.11p	1.98986	0.1444	0.21229

Gambar 9. Hasil dari *End to End Delay* 802.11p dan 802.11a

## 5. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat adalah perbandingan *mac* protokol 802.11a dan 802.11p dengan menggunakan protokol *routing* DSR menunjukkan bahwa memang walaupun 802.11p memiliki dasar dari 802.11a, namun karena peningkatan yang dilakukan, menjadikan 802.11p lebih cocok dalam VANET. Dengan melihat hasil dari *end to end delay* dari tahap sebelumnya, terlihat juga bahwa protokol 802.11a membutuhkan waktu tunggu (*delay*) yang lebih tinggi karena setiap kendaraan atau *node* yang akan berkomunikasi harus melewati proses pemindaian kanal untuk *beacon* dari BSS standar yang membutuhkan proses *handshake* yang lebih lama untuk autentikasi sebelum pengiriman data terjadi. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat lebih membedah lebih lanjut tentang 802.11p *Mac Layer* dan mendapatkan hasil kinerja yang lebih baik, dan menggunakan berbagai macam protokol *routing* yang ada.

## 6. Referensi

- Al-Maashri, A., & Ould-Khaoua, M. (2006). Performance Analysis of MANET Routing Protocols in the Presence of Self-Similar Traffic. *Proceedings of the 31st IEEE Conference on Local Computer Networks* (pp. 801-807). Tampa, Florida, USA: IEEE.
- Jiang, D., & Delgrossi, L. (2008). IEEE 802.11p: Towards an International Standard for Wireless Access in Vehicular Environments. *Proc. IEEE Vehic. Tech. Conf* (pp. 2036-2040). Singapore: IEEE.
- Li, F., & Wang, Y. (2007). Routing in vehicular ad hoc networks: A survey. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 2(2), 12-22.
- Maqsood, A., & Khan, R. (2012). Vehicular Ad-hoc Networks. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 9(1), 401-408.
- Moonlight, L. S., & Suhardi, S. (2011). Pengaruh model jaringan terhadap optimasi routing Open Shortest Path First (OSPF). *TEKNOLOGI*, 1(2), 68-80.
- Paul, B., Ibrahim, M., & Bikas, M. A. (2011). Experimental Analysis of AODV & DSR over TCP & CBR Connections with Varying Speed and Node Density in VANET. *International Journal of Computer Applications*, 24(4), 30-37.
- Rezkinanda, N. (2016). *Pengembangan protokol routing multicast ad hoc on-demand distance vector dengan memperhitungkan jarak euclidean berdasarkan posisi, kecepatan dan delay transmisi pada vanet*. Teknik Informatika. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.