

# Perbandingan *Routing Protocol* Reaktif dan Proaktif Menggunakan Simulasi SUMO Dan NS3 di Jaringan VANET (Studi Kasus Pada Kawasan Pantai Losari, Kota Makassar)

Andani Acmad  
Electrical Engineering Department  
Hasanuddin University  
Makassar, Indonesia  
andani@unhas.ac.id

Wardi  
Electrical Engineering Department  
Hasanuddin University  
Makassar, Indonesia  
wardi@unhas.ac.id

Ihsanul Ahsan B  
Electrical Engineering Department  
Hasanuddin University  
Makassar, Indonesia  
bia18d@student.unhas.ac.id

**Abstrak**—Perkembangan *Information Communication Technology* sekarang ini mengalami peningkatan yang cepat. Seiring dengan perkembangan tersebut, ditemukan pula permasalahan yang dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu teknologi yang dapat membantu dalam menyelesaikan permasalahan ini dengan menggunakan teknologi *Vehicular Ad-Hoc Network* (VANET) yang memungkinkan produktivitas dan mobilitas yang baik dan efisien. VANET merupakan jaringan nirkabel dan sub bagian dari *Mobile Ad-Hoc Network* yang merepresentasikan *node* sebagai kendaraan dan jalan raya sebagai rute yang akan dilalui oleh kendaraan atau *node* tersebut. Di wilayah perkotaan, pergerakan kendaraan tidak dapat kita prediksi karena adanya perubahan laju kecepatan dan distribusi yang tidak merata. Penelitian ini akan membandingkan kinerja dari *routing protocol* reaktif (AODV) dan proaktif (OLSR) dengan skenario simulasi di kawasan Pantai Losari, Kota Makassar. Pengujian kinerja *routing protocol* tersebut menggunakan parameter pengujian *Quality of Service* diantaranya *packet delivery ratio* (PDR), *end to end delay* (E2ED), dan *throughput*. Dari penelitian dengan menggunakan skenario 50, 80 dan 110 *node* diketahui OLSR dengan performa terbaik di skenario 50 *node* pada PDR sebesar 87,4%, E2ED sebesar 0,09311 ms, dan *throughput* sebesar 2,43002 Kbps. Sementara untuk AODV dengan performa terbaik di skenario 50 *node* dengan PDR sebesar 89,2%, E2ED dengan nilai 1,72425 ms, dan *throughput* sebesar 2,05873 Kbps. Sehingga *routing protocol* OLSR merupakan *routing protocol* yang sesuai digunakan untuk wilayah perkotaan dengan jumlah kendaraan yang cukup padat. Sementara untuk AODV dapat digunakan dalam berbagai kondisi mobilitas tidak padat dan mudah beradaptasi.

**Kata kunci**— *routing protocol*, VANET, AODV, OLSR

**Abstract**—The development of *Information Communication Technology* is currently experiencing rapidly increase. Along with these developments, there are also problems that we can find in everyday life. One technology that can help solve this problem is by using *Vehicular Ad-Hoc Network* (VANET) technology which is enables good and efficient productivity and mobility. VANET is a wireless network and a sub-section of the *Mobile Ad-Hoc Network* which represents nodes as vehicles and highways as routes that will be traveled by these vehicles or nodes. In urban areas, we cannot predict the movement of vehicles because of changes in speed and uneven distribution. This study will compare the performance of reactive (AODV) and proactive (OLSR) routing protocols with simulation scenario in the Losari Beach area, Makassar City. The routing protocol performance test uses *Quality of Service* test parameters including *packet delivery ratio* (PDR), *end to end delay* (E2ED), and *throughput*. Using scenarios research of 50, 80 and 110 nodes, it is known that OLSR has the best performance in the 50 nodes scenario at a PDR of 87.4%, E2ED of 0.09311 ms, and *throughput* of 2.43002 Kbps. Meanwhile for AODV with the best performance in the 50 nodes scenario with a PDR of 89.2%, E2ED with a value of 1.72425 ms, and a *throughput* of 2.05873 Kbps. So that the OLSR routing protocol is a suitable routing protocol for urban areas with a fairly dense number of vehicles. Meanwhile, AODV can be used in various conditions, mobility is not dense and easy to adapt.

**Keywords**— *routing protocol*, VANET, AODV, OLSR

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan *Information Communication Technology* (ICT) sekarang ini mengalami peningkatan yang cepat. Seiring dengan perkembangan tersebut, ditemukan pula permasalahan yang dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu masalah yang sering kita jumpai dalam kota adalah kecelakaan lalu lintas, kemacetan dan pencarian rute alternatif. Komunikasi antar kendaraan yang efisien dan

*real time* sangat dibutuhkan dengan pengembangan *Intelligent Transportation System (ITS)* dimana kendaraan saling terhubung langsung dan membentuk jaringan [1]. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Makassar, jumlah kendaraan bermotor di tahun 2020 telah mencapai 1.690.457 unit, dengan jumlah sebanyak itu akan mengakibatkan kemacetan dan kecelakaan lalu lintas. Meskipun pengaturan *traffic*, perluasan jalan, serta pembangunan jalan tol telah dilakukan namun solusi ini tidak mampu menyelesaikan permasalahan tersebut [2]. Salah satu teknologi yang dapat membantu dalam menyelesaikan permasalahan ini dengan menggunakan teknologi *Vehicle Ad-Hoc Network* yang memungkinkan produktivitas dan mobilitas yang baik dan efisien. Dalam melakukan komunikasi, node menggunakan *routing protocol* untuk mengirimkan paket data yang bersifat statis, dimana perutean paket akan mengikuti gerakan node yang mengakibatkan jaringan VANET bersifat dinamis. Di wilayah perkotaan, pergerakan kendaraan tidak dapat kita prediksi karena adanya perubahan laju kecepatan dan distribusi yang tidak merata [1], [3].

*Routing protocol* untuk VANET dibagi menjadi beberapa kelompok, *routing protocol* berdasarkan topologi menjadi 2 kelompok, yaitu: protokol reaktif dan protokol proaktif [4], [5]. *Routing protocol* ini merupakan kunci utama dalam terbentuknya sebuah komunikasi antar kendaraan yang handal, kontinu, dan aman. AODV merupakan *routing protocol* reaktif yang dapat digunakan untuk mendukung komunikasi *unicast* atau *multicast* [4]. OLSR protokol perutean proaktif yang menentukan tabel peruteannya dengan memperbarui tabel peruteannya setiap kali tautan berubah yang menggunakan teknik *multipoint relaying* untuk meminimalkan *overhead* jaringan karena *flooding* manajemen rute [6].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk merancang dan menguji kinerja dari *routing protocol* pada jaringan VANET. Firdaus Nutrihadi dkk implementasi *routing protocol* AODV pada dua generator yaitu SUMO dan VanetMobisim menyimpulkan bahwa *routing protocol* AODV memiliki performa yang baik dan stabil pada SUMO dibandingkan VanetMobisim dan nilai PDR yang semakin besar memberikan RO yang semakin kecil [7]. Sementara Rianda Anisa dkk melakukan perbandingan *routing protocol* yaitu OLSR dan AOMDV pada jaringan VANET dengan scenario perubahan kepadatan kendaraan dan kecepatan kendaraan. Hasil dari penelitian ini bahwa AOMDV lebih unggul hampir pada semua metrik performansi. Menurut hasil yang diperoleh, perubahan jumlah *node* dan perubahan kecepatan *node* mempengaruhi kinerja *routing protocol*. Demikian pula, semakin cepat perubahan kecepatan, semakin meningkat jarak antar *node* dan meningkatkan risiko kegagalan pengiriman data antar *node* [6].

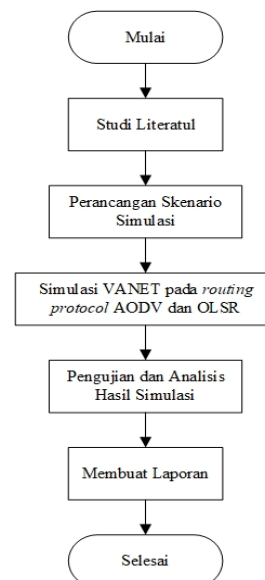
Penelitian lain dilakukan oleh Ahmad Romadan dkk dilakukan analisis terhadap kinerja protokol OLSR dan protokol DSR dengan perubahan kepadatan kendaraan pada peta dengan kondisi lingkungan *urban*. Menunjukkan bahwa kedua *routing protocol* ini memiliki nilai hasil yang sama dan keduanya mampu digunakan dalam lingkungan *urban* [8]. Berbeda dengan Yonas Sidharta menganalisis *routing protocol* reaktif AODV dan DSR dengan scenario perubahan jumlah kepadatan kendaraan dan perubahan jumlah koneksi. Menunjukkan bahwa DSR unggul diberbagai parameter uji dan mampu menyesuaikan komunikasi di wilayah lingkungan *urban*.

Penelitian ini akan membandingkan kinerja dari *routing protocol* reaktif dan proaktif dengan skenario simulasi di kawasan Pantai Losari, Kota Makassar. Parameter uji kinerja dalam penelitian ini adalah *Packet Delivery Ratio* merupakan perbandingan antara jumlah paket yang diterima oleh *node* tujuan dengan jumlah paket yang dikirim oleh *node* sumber, *End to End Delay* merupakan jumlah dari keseluruhan *delay* rata-rata paket yang berhasil diterima selama proses pengiriman paket berdasarkan waktu simulasi, dan *Throughput* ialah istilah yang mendefinisikan bilangan bit yang diterima dalam selang masa tertentu, diukur dalam Kilobit per *second*.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Rancangan Penelitian

Dalam proses penelitian ini, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahapan penelitian pada bagian ini menjelaskan langkah-langkah penelitian mulai dari studi literatur hingga ditarik sebuah kesimpulan agar penelitian ini dapat berlangsung secara sistematis. Berikut ini diagram alir penelitian seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Flowchart penelitian

Berdasarkan gambar 1, dapat dijelaskan bahwa proses tahapan penelitian ini sebagai berikut:

1. Tahap penelitian ini diawali dengan studi literatur dengan tujuan untuk mendapatkan referensi mengenai penelitian-penelitian serta teori-teori dari ahli mengenai simulasi pada VANET dan parameter yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi. Tidak hanya itu, referensi mengenai jenis-jenis protokol routing yang sesuai dengan kondisi lalu lintas kepadatan di lingkungan perkotaan.
2. Kemudian tahapan berikutnya melakukan perancangan skenario simulasi dengan menentukan parameter simulasi, membuat peta menggunakan aplikasi SUMO dan NS-3 hingga menghasilkan *output* berupa *trace file* (\*.tr).
3. Selanjutnya skenario simulasi telah dibangun yang sesuai dengan data yang ada, maka dilakukannya simulasi. Pada tahapan ini, peneliti menggunakan *routing protocol* AODV dan OLSR pada NS-3 untuk menganalisis

pengaruh perubahan kepadatan jumlah *node* dengan menggunakan skenario yang telah dibuat.

4. Selanjutnya hasil simulasi dibandingkan menggunakan parameter uji *Packet Delivery Ratio* (PDR), *End to End Delay* (E2ED), dan *Throughput* pada *routing protocol* AODV dan OLSR menggunakan NS-3.
5. Hasil pengujian kemudian akan dianalisis, kemudian akan ditarik kesimpulan dan penyusunan laporan.

### 2.2. Parameter Simulasi

Dalam penelitian ini, ditentukan apa saja parameter yang digunakan agar proses simulasi sesuai dengan skenario sehingga proses simulasi tidak terjadi kesalahan. Pengujian ini dilakukan pada peta *real* dengan lokasi Kawasan Pantai Losari, Kota Makassar yang didapatkan melalui *export* pada *website openstreetMap.org*. Kemudian setiap *node* akan dikonfigurasi dengan menggunakan *routing protocol* AODV dan OLSR dengan menggunakan pengiriman paket UDP. Jumlah *node* yang digunakan yaitu 50 kendaraan yang merepresentasikan kondisi lengang, 80 kendaraan kondisi sedang, dan 110 kendaraan kondisi padat. *Packet size* digunakan sebesar 200 bytes serta simulasi berjalan selama 300 seconds. Dari skenario ini akan diuji menggunakan parameter uji *Packet Delivery Ratio* (PDR), *End to End Delay* (E2ED), dan *Throughput*. Adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

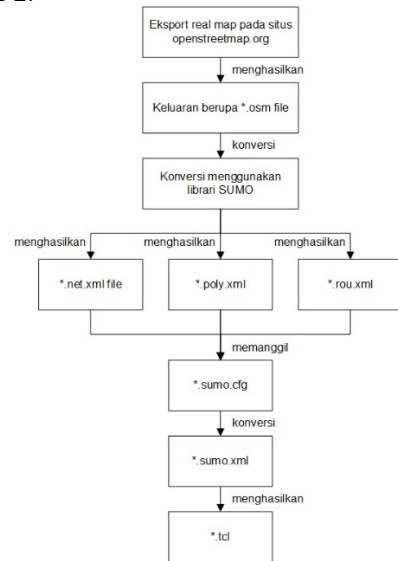
Tabel 1 Parameter simulasi

Parameter	Nilai
<i>Propagation Model</i>	<i>Two Ray Ground</i>
Model Antena	OmniAntenna
<i>MAC Layer</i>	IEEE 802.11p
Luas Area Jaringan	822.9 × 1217.48 m <sup>2</sup>
Jumlah <i>Node</i>	50, 80, dan 110
<i>Time</i>	300 seconds
Pergerakan <i>Node</i>	<i>Random Waypoint</i>
<i>Transmission Protocol</i>	UDP
<i>Routing Protocol</i>	AODV, OLSR
<i>Packet Size</i>	200 byte
Model <i>Traffic</i>	<i>Constant Bit Rate</i> (CBR)

### 2.3. Perancangan Peta Simulasi

Perancangan peta simulasi dilakukan dengan mengambil area *real map* pada kawasan Pantai Losari, Kota Makassar. Pengambilan area *real map* ini, dilakukan secara *online* menggunakan *openstreetmap* yang kemudian nantinya akan di sunting menggunakan aplikasi *Java OpenStreetMap* (JOSM). Aplikasi *Java OpenStreetMap* ini digunakan untuk menghapus sebagian jalan, gang, maupun bangunan yang tidak dibutuhkan dalam proses simulasi data. Hasil dari *export* pada *openstreetmap* adalah *file* dengan ekstensi \*.osm (*osm file*). Selanjutnya \*.osm dikonversi pada aplikasi SUMO menggunakan *library* yang telah tersedia sehingga menghasilkan tiga *file* berupa \*.net.xml, \*.poly.xml, dan \*.rou.xml dimana *file* ini berisi informasi jumlah *node*, pergerakan atau rute, serta informasi lainnya sesuai dengan area *real map*. Kemudian ketiga *file* tersebut dipanggil melalui *file* baru yaitu \*.sumo.cfg, dimana pada *file* ini akan ditentukan berapa lama durasi waktu simulasi nantinya. Setelah durasi

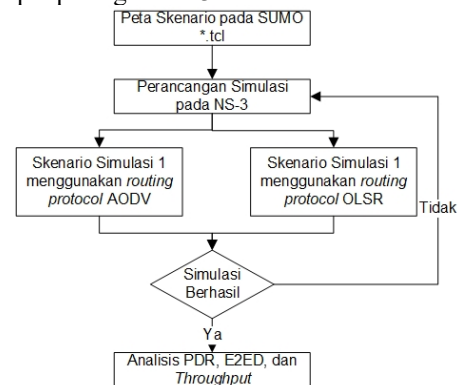
waktu telah ditentukan, *file* \*.sumo.cfg dikonversi ke bentuk \*.sumo.xml dan dikonversi lagi ke \*.tcl *file*. Adapun alur pembuatan skenario peta pada aplikasi SUMO dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Alur pembuatan skenario peta pada SUMO

### 2.4. Perancangan Simulasi Jaringan VANET

Perancangan pada jaringan VANET dilakukan dengan menggunakan *Network Simulator 3* (NS3) dengan memasukkan parameter-parameter yang telah ditentukan. *File* \*.tcl yang telah dibuat pada perancangan peta simulasi akan dibuat sesuai dengan kebutuhan yaitu menggunakan dua macam *routing protocol* yaitu AODV dan OLSR. Berikut diagram alir perancangan simulasi jaringan VANET seperti yang terdapat pada gambar 3.



Gambar 3 Alur perancangan simulasi jaringan VANET

### 2.5. Pengujian Quality of Service

Berikut parameter yang akan digunakan dalam menguji dan mengukur kinerja dari penelitian ini, sebagai berikut:

#### 1. Packet delivery ratio (PDR)

*Packet Delivery Ratio* merupakan perbandingan antara jumlah paket yang diterima oleh *node* tujuan dengan jumlah paket yang dikirim oleh *node* sumber. Secara umum *packet delivery ratio* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$PDR = \frac{\text{Paket yang diterima}}{\text{Paket yang dikirim}} \times 100\% \quad (1)$$

#### 2. End to end delay (E2ED)

*End to End Delay* merupakan jumlah dari keseluruhan *delay* rata-rata paket yang berhasil diterima selama proses pengiriman paket berdasarkan waktu simulasi. *End to End Delay* dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$E2ED = \sum \left( \frac{\text{Waktu paket diterima} - \text{waktu paket dikirim}}{\text{Paket yang diterima}} \right) \quad (2)$$

### 3. Throughput

*Throughput* ialah istilah yang mendefinisikan bilangan bit yang diterima dalam selang masa tertentu, diukur dalam satuan *byte per second*. Secara umum *throughput* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T = \frac{\text{Paket yang diterima}}{\text{Waktu pengamatan}} \times \text{ukuran paket} \quad (3)$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

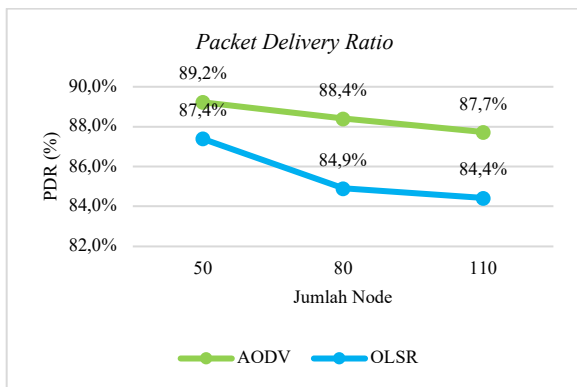
### 3.1 Hasil Pengujian *Packet Delivery Ratio*

*Packet Delivery Ratio* merupakan rasio paket yang berhasil diterima oleh *node* tujuan berbanding dengan total paket yang kirim oleh *node* sumber, semakin tinggi nilai PDR berarti semakin baik kinerja dari *routing protocol* tersebut. Hasil dari kinerja *packet delivery ratio* pada *routing protocol* AODV dan OLSR dengan menggunakan skenario perubahan jumlah *node* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan PDR AODV dan OLSR

Jumlah Node	Packet Delivery Ratio (%)	
	AODV	OLSR
50	89,2%	87,4%
80	88,4%	84,9%
110	87,7%	84,4%

Untuk melihat perbandingan antara *protocol routing* AODV dan OLSR di setiap *node*-nya, dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 4 Grafik perbandingan PDR AODV dan OLSR

Berdasarkan tabel 2 dan grafik yang terlihat pada gambar 4 menunjukkan bahwa persentase PDR pada *node* 50 *routing protocol* AODV lebih baik daripada *routing protocol* OLSR dengan selisih 1,8% dimana AODV sebesar 89,2% dan OLSR sebesar 87,4%. Pada jumlah *node* 80, nilai PDR *routing protocol* AODV menurun sebesar 0,8% dari 89,2% menjadi 88,4% begitupula pada *routing protocol* OLSR menurun sebesar 2,5% dari 87,4% menjadi 84,9% dengan selisih antara

keduanya 3,5%. Pada kepadatan *node* 110, *routing protocol* AODV mengalami penurunan nilai PDR sebesar 0,7% dari 88,4% menjadi 87,7%, penurunan ini terjadi juga pada *routing protocol* OLSR sebesar 0,5% dari 84,9% menjadi 84,4% dengan selisih penurunan keduanya sebesar 3,3%.

Dapat diperoleh *packet delivery ratio* terbaik dari kedua *routing protocol* yang digunakan yaitu; 89,2% untuk *routing protocol* AODV dan *routing protocol* OLSR diperoleh 87,4% pada kepadatan 50 *node*. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *packet delivery ratio routing protocol* AODV lebih baik daripada *routing protocol* OLSR. Terlihat juga penurunan nilai PDR pada *routing protocol* AODV lebih stabil sebesar 0,1% setiap penambahan kepadatan kendaraan dibandingkan dengan *routing protocol* OLSR.

Hasil pengujian parameter PDR menggunakan *routing protocol* AODV dan OLSR dengan perbedaan jumlah *node* yaitu 50 *node*, 80 *node*, dan 110 *node*. Nilai *packet delivery ratio* dari kedua *routing protocol* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jumlah *node*. Hal tersebut diakibatkan oleh bertambahnya jumlah paket yang dikirim akan melewati *intermediate node* lebih banyak sehingga memperbanyak proses *hop* pada pengiriman paket. Semakin banyak proses *hop* maka paket diterima pun akan berkurang karena memungkinkan terjadinya kehilangan paket pada tiap lompatan. Selain itu, jarak transmisi pengiriman paket juga memungkinkan terjadinya penurunan tingkat *packet delivery ratio*.

Hasil *packet delivery ratio* yang baik oleh *routing protocol* AODV merupakan sifatnya yang mampu beradaptasi pada lingkungan VANET. Pada jaringan VANET yang memiliki mobilitas yang tinggi berdampak pada perubahan topologi yang cepat dan kontinu. Perubahan ini dapat menyebabkan jalur pengiriman paket terputus secara tiba-tiba. Rute alternatif pada AODV berperan penting ketika terjadi perubahan topologi yang secara tiba-tiba sehingga pengiriman paket tetap dapat dilangsungkan. Hal tersebut tidak dimiliki oleh *routing protocol* OLSR.

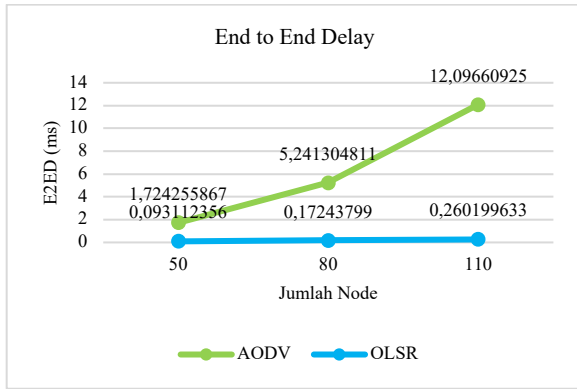
### 3.2 Hasil Pengujian *End to End Delay*

*End to End Delay* merupakan indikator yang begitu penting dalam *routing protocol* karena besar suatu *delay* akan mempengaruhi kinerja dari sebuah *routing protocol*. Hasil dari kinerja *end to end delay* pada *routing protocol* AODV dan OLSR dengan menggunakan skenario perubahan jumlah *node* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan E2ED AODV dan OLSR

Jumlah Node	End to End Delay (ms)	
	AODV	OLSR
50	1,547807	0,088622
80	4,844671	0,161540
110	10,621222	0,238730

Untuk melihat perbandingan antara *protocol routing* AODV dan OLSR di setiap *node*-nya, dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5 Grafik perbandingan E2ED AODV dan OLSR

Berdasarkan tabel 3 dan grafik yang terlihat pada gambar 5 menunjukkan nilai E2ED pada node 50 routing protocol OLSR lebih baik daripada routing protocol AODV dengan selisih 1,63114 ms. Pada jumlah node 80, nilai E2ED routing protocol AODV meningkat sebesar 3,51705 ms dari 1,72426 ms menjadi 5,2413 ms begitupula pada routing protocol OLSR mengalami peningkatan sebesar 0,07933 ms dari 0,09311 ms menjadi 0,17244 ms dengan selisih antara keduanya 5,06886 ms. Pada kepadatan node 110, routing protocol AODV mengalami peningkatan nilai E2ED sebesar 6,8553 ms dari 5,2413 ms menjadi 12,0966 ms, peningkatan ini terjadi juga pada routing protocol OLSR sebesar 0,08776 ms dari 0,17244 ms menjadi 0,2602 ms dengan selisih keduanya sebesar 11,8364 ms.

Dapat diperoleh hasil pengujian end to end delay pada tabel 3 dan gambar 5 diatas diperoleh nilai end to end delay terbaik dari kedua routing protocol yang digunakan yaitu pada kepadatan node 50 sebesar 1,72426 millisecond atau setara dengan 0.00172426 second untuk routing protocol AODV dan routing protocol OLSR diperoleh 0,09311 millisecond, setara dengan 0.00009311 second. Hal ini menunjukkan bahwa nilai end to end delay routing protocol OLSR lebih baik daripada routing protocol AODV.

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa nilai perbandingan nilai end to end delay dari kedua routing protocol yang dipengaruhi oleh jumlah node yang bertambah dan nilai end to end delay mengalami kenaikan, sehingga menyebabkan kemacetan data. Kemacetan data ini dapat memperlambat waktu pengiriman paket karena paket harus melewati banyak hop untuk sampai ke tujuan.

Rendahnya nilai end to end delay pada routing protocol OLSR disebabkan oleh sifatnya yang proaktif dimana pengiriman paket dilakukan tanpa harus ada proses routing discovery. Proses pengiriman paket pada routing protocol OLSR menggunakan routing table yang telah terbentuk pada tiap node, sehingga pengiriman paket langsung dilaksanakan. Selain itu mekanisme MPR membuat proses pencarian rute menjadi lebih efisien karena hanya node MPR yang akan menyampaikan kontrol paket. Sehingga paket lebih cepat sampai ke node tujuan.

Sementara itu, proses pengiriman paket pada routing protocol AODV mengharuskan melakukan permintaan pengiriman paket dari sender dengan sinyal RREQ (Route Request) untuk mendapatkan RREP (Route Reply) yang memiliki informasi rute ke node tujuan, proses ini disebut

dengan proses route discovery. Hal ini akan berdampak pada proses pengiriman paket yang mengakibatkan antrian sehingga akan mempengaruhi banyaknya waktu yang dibutuhkan.

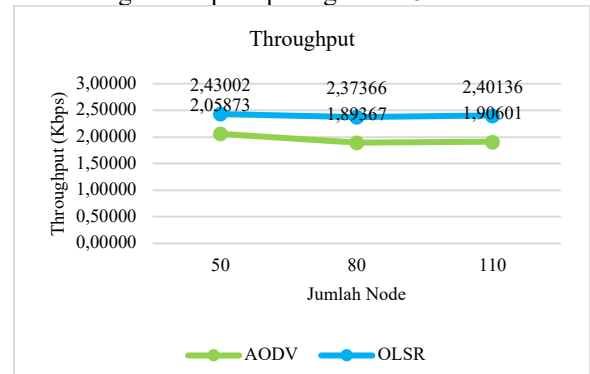
### 3.3 Hasil Pengujian Throughput

Throughput merupakan kecepatan pengiriman data dalam satuan bit yang diterima oleh receiver dalam satuan waktu. Hasil performansi throughput pada routing protocol AODV dan OLSR dengan menggunakan skenario perubahan jumlah node dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan throughput AODV dan OLSR

Jumlah Node	Throughput (Kbps)	
	AODV	OLSR
50	2,05873	2,43002
80	1,89367	2,37366
110	1,90601	2,40136

Untuk melihat perbandingan antara protocol routing AODV dan OLSR di setiap node-nya, dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6 Grafik perbandingan throughput AODV dan OLSR

Berdasarkan tabel 4 dan grafik yang terlihat pada gambar 6 menunjukkan nilai throughput pada node 50 routing protocol OLSR lebih baik daripada routing protocol AODV dengan selisih 0,37129 Kbps. Namun jumlah node 80, nilai throughput kedua routing protocol mengalami penurunan yaitu AODV sebesar 0,16506 Kbps dari 2,05873 Kbps menjadi 1,89367 Kbps dan pada routing protocol OLSR sebesar 0,05636 Kbps dari 2,43002 Kbps menjadi 2,37366 Kbps dengan selisih antara keduanya 0,48006 Kbps. Pada kepadatan node 110, routing protocol AODV dan OLSR mengalami peningkatan nilai throughput sebesar 0.01234 Kbps dari 1,89367 Kbps menjadi 1,90601 Kbps untuk routing protocol AODV dan pada routing protocol OLSR sebesar 0,0277 Kbps dari 2,37366 Kbps menjadi 2,40136 Kbps dengan selisih keduanya sebesar 0,49535 Kbps.

Dari hasil pengujian Throughput pada gambar 6 menunjukkan perbandingan nilai Throughput routing protocol AODV dan routing protocol OLSR. Diperoleh nilai throughput terbaik pada kepadatan node 50 routing protocol AODV sebesar 2,05873 Kbps dan untuk OLSR sebesar 2,43002 Kbps. Hal ini menunjukkan bahwa nilai throughput routing protocol OLSR lebih baik dari routing protocol AODV.

Dapat diketahui hasil dari pengujian diatas, sebuah definisi performansi *routing protocol* AODV dan OLSR pada sistem transmisi *Two Ray Ground* dengan pengujian *throughput* yang dapat diterima dengan jumlah sebuah paket data yang nantinya akan dihasilkan oleh sumber pengirim. Melalui pengujian diatas ditunjukkan bahwa nilai *throughput* yang merupakan jumlah total paket yang berhasil diterima dalam selang masa tertentu.

Berdasarkan dari variasi jumlah *node*, disaat *node* menunjukkan angka 50 dan 80 nilai *throughput* kedua *routing protocol* mengalami penurunan dikarenakan pengaruh perubahan kepadatan kendaraan yang menyebabkan dalam pengiriman data oleh *node* sumber ke *node* tujuan semakin jauh jarak antar *node* sehingga rute terputus. Disaat jumlah *node* meningkat menjadi 110, kedua *routing protocol* mengalami peningkatan nilai *throughput*. Pada saat itu *node* sumber dapat mempertahankan rute pengiriman paket ke *node* tujuan karena penambahan *node* yang dijadikan sebagai *hop* untuk meneruskan paket data.

Jika dilihat pada tabel 4 dan gambar 6, *routing protocol* OLSR mendapatkan nilai yang tinggi dibandingkan dengan *routing protocol* AODV. Hal ini dikarenakan karakteristik *routing protocol* proaktif yang selalu mengirim *control message* dan pembaharuan *routing table* ke seluruh *node*, meskipun *node* tidak melakukan transmisi data. Selain itu, *routing protocol* OLSR menggunakan mekanisme MPR untuk mengurangi pesan *broadcast* yang sama untuk disimpan ke *table routing*.

Berbeda dengan karakteristik *routing protocol* AODV yang selalu menyesuaikan dengan perubahan topologi *node* yang bergerak secara acak sehingga jarak dan kecepatan *node* akan mempengaruhi kinerja dari *routing protocol* AODV. Peningkatan jumlah *node* akan mengakibatkan tingginya *Route Request* (RREQ) dan kemacetan jaringan sehingga nilai *throughput* pada *routing protocol* AODV menjadi tidak baik. Namun kedua *routing protocol* mengalami penurunan dan peningkatan nilai *throughput* seiring bertambahnya jumlah *node*, hal ini dipengaruhi oleh banyaknya *hop* yang dilalui sehingga dapat merubah rute transmisi data dari *node* sumber ke *node* tujuan.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan peroses pengujian kinerja dari *routing protocol* AODV dan OLSR dengan skenario perubahan jumlah *node* menggunakan parameter pengujian *Packet Delivery Ratio*, *End to End Delay*, dan *Throughput* dapat disimpulkan:

1. Implementasi *Packet Delivery Ratio* (PDR), AODV menunjukkan performansi lebih baik di seluruh skenario perubahan kepadatan *node* dibandingkan dengan OLSR. Performansi terbaik pada skenario 50 *node* sebesar 89,2% untuk AODV, sementara untuk OLSR sebesar 87,4%. Pada pengujian 80 *node*, nilai PDR AODV menunjukkan nilai 88,4% dan nilai PDR OLSR sebesar 84,9%. Pada kepadatan meningkat menjadi 110 *node*, AODV mengalami penurunan menjadi 87,7% dan 84,4% untuk *routing protocol* OLSR. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *packet delivery ratio routing protocol* AODV lebih baik daripada *routing protocol* OLSR.
2. Pengujian *End to End Delay* (E2ED) terendah terdapat pada *routing protocol* OLSR dengan skenario 50 *node* sebesar 0,088622 *ms*. Kinerja pada AODV nilai terbaik di

dapat pada skenario 50 *node* sebesar 1,547807 *ms*. Pada jumlah *node* 80, nilai E2ED *routing protocol* AODV sebesar 5,2413 *ms* begitupula pada *routing protocol* OLSR sebesar 0,17244 *ms*. Pada kepadatan *node* 110, *routing protocol* AODV mengalami peningkatan nilai E2ED menjadi 12,0966 *ms*, peningkatan ini terjadi juga pada *routing protocol* menjadi 0,2602 *ms*. Hal ini menunjukkan bahwa nilai E2ED *routing protocol* OLSR lebih baik daripada *routing protocol* AODV.

3. Nilai *Throughput* pada *node* 50 *routing protocol* OLSR sebesar 2,43002 Kbps lebih baik daripada *routing protocol* AODV sebesar 2,05873 Kbps dengan selisih 0,37129 Kbps. Pada jumlah *node* 80, nilai *throughput* pada *routing protocol* OLSR sebesar 2,37366 Kbps dan pada AODV sebesar 1,89367 Kbps. Pada kepadatan *node* 110, *routing protocol* OLSR mengalami peningkatan nilai *throughput* sebesar 2,40136 Kbps dan 1,90601 Kbps untuk *routing protocol* AODV. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *throughput routing protocol* OLSR lebih baik dari *routing protocol* AODV.
4. Dari penelitian yang dilakukan, *routing protocol* OLSR sesuai digunakan untuk wilayah perkotaan dengan jumlah kendaraan yang cukup padat. Sementara untuk AODV dapat digunakan dalam berbagai kondisi mobilitas tidak padat dan mudah beradaptasi.

#### V. SARAN

Penelitian ini secara umum masih dapat dikembangkan dari berbagai aspek. Berikut beberapa saran demi pengembangan kedepannya, antara lain:

1. Melakukan penelitian yang serupa dengan mengimplementasikan algoritma tambahan serta menggunakan simulator jenis lain.
2. Dapat menerapkan perbedaan variasi jenis propagasi, *packet size*, luas area, model transfer data, dll.
3. Dapat memodifikasi *routing protocol* membentuk sebuah jaringan *hybrid* yang mampu dijalankan pada simulator NS3.
4. Diperlukan pengembangan penggunaan aplikasi *Java OpenStreetMap* dalam pengaturan *traffic*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. N. Hidayah, Indrabayu and I. S. Areni, "Analisis Performansi Protokol Routing Proaktif pada Jaringan Mobile Adhoc," *Jurnal JPE*, Vol. 22, No. 2, pp. 120 - 128, 2018.
- [2] D. P. Sulsel, "Badan Pusat Statistik," 2021. [Online]. Available: [https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view\\_data\\_public/7300/api\\_public/V2w4dFkwdFNLNU5mSE95Und2U DRMQT09/da\\_10/1](https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data_public/7300/api_public/V2w4dFkwdFNLNU5mSE95Und2U DRMQT09/da_10/1). [Accessed 11 April 2022].
- [3] M. Chhabra, B. Gupta and A. Almomani, "A Novel Solution to Handle DDOS Attack in MANET," *Journal of Information Security*, pp. 165 - 179, 2013.
- [4] R. N. Aziza and R. C. Puji Catur Siswipraptini, "Protokol Routing pada VANET: Taksonomi dan Analisis Perbandingan antara DSR, AODV, dan TORA," *JURNAL ILMIAH FIFO Vol IX No. 2*, pp. 98 - 109, 2017.

- [5] B. Paul, M. Ibrahim and M. A. N. Bikas, "VANET Routing Protocols: Pros and Cons," *International Journal of Computer Applications Vol 20, No. 3*, pp. 28 - 34, 2011.
- [6] R. Anisa, R. Munadi and R. M. Negara, "Analisis Performansi Routing Protocol OLSR dan AOMDV pada Vehicular Ad Hoc Network (VANET)," *Jurnal Nasional Teknik Elektro Vol 5, No. 1, ISSN: 2302 - 2949*, pp. 87 - 97, 2016.
- [7] F. Nutrihadi, R. Anggoro and R. M. Ijtihadie, "Studi Kinerja VANET Scenario Generators: SUMO dan VanetMobisim untuk Implementasi Routing Protocol AODV menggunakan Network Simulator 2 (NS-2)," *Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No. 1*, pp. 19 -24, 2016.
- [8] A. Romadan, L. O. Sari and E. Safrianti, "Analisis Perbandingan Kinerja Protokol Routing Proactive dan Reactive pada Vehicular Ad Hoc Network (VANET) di Kota Pekanbaru," *Jom FTEKNIK Vol. 6 Edisi 2*, pp. 21 - 26, 2019.