

# PENGARUH JUMLAH NODE TERHADAP PERFORMANSI *OPTIMIZED LINK STATE ROUTING* YANG DIOPTIMASI MENGUNAKAN PREDIKSI MOBILITAS DAN *MULTIPATH* *ROUTING* PADA LINGKUNGAN *VEHICULAR ADHOC NETWORK*

Reza Andria S.<sup>1</sup>, Waskhito Wibisino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya  
Jalan Veteran Malang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Surabaya – 60111

Email: [reza.jalin@ub.ac.id](mailto:reza.jalin@ub.ac.id)<sup>1</sup>, [waswib@if.its.ac.id](mailto:waswib@if.its.ac.id)<sup>2</sup>

**Abstrak.** Protokol komunikasi yang telah dikembangkan dalam VANET adalah hasil adaptasi dari protokol routing pada MANET yang dapat berupa protokol reaktif atau protokol proaktif. Penelitian ini mengusulkan penggunaan protokol proaktif *Optimized Link State Routing (OLSR)* sebagai protokol dasar yang dikembangkan. VANET memiliki karakteristik topologi yang dinamis akibat dari tingkat pergerakan. Untuk menyesuaikan dengan karakteristik topologi tersebut, *OLSR* standar perlu dimodifikasi agar dapat memiliki tingkat stabilitas yang baik. Kenaikan tingkat stabilitas dapat dicapai dengan menambahkan alternatif jalur routing dengan skema *multipath routing*. Skema *multipath* yang disusun didasarkan pada informasi pergerakan sehingga dapat diprediksi kandidat-kandidat routing yang terbaik berdasarkan derajat pergerakannya. Sebuah node yang diprediksi akan keluar dari jangkauan dengan cepat tidak akan digunakan sebagai node antara dalam pembentukan routing. Pertambahan jumlah node menjadi fokus dalam penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tingkat kepadatan dalam suatu topologi berpengaruh terhadap performansi protokol yang diusulkan.

**Kata Kunci:** *Mobile Ad-hoc Network, Routing Proaktif, Vehicular Adhoc Network, OLSR, mobilitas, multipath*

Protokol routing pada *Mobile Ad-Hoc Network (MANET)* dapat dibedakan menjadi banyak kategori dan kriteria. Berdasarkan mekanisme proses penelusuran (*discovery*), protokol routing dapat dibedakan menjadi protokol reaktif dan protokol proaktif. Pada protokol routing reaktif, seperti *Dynamic Source Routing (DSR)* [3] dan *Ad-Hoc On Demand Distance Vector (AODV)*[6], permintaan routing dilakukan apabila dibutuhkan. Sebaliknya, pada routing proaktif, seperti *Optimized Link State Routing (OLSR)* [1], setiap jalur terlebih dahulu didefinisikan oleh masing-masing node walaupun tidak dibutuhkan untuk proses komunikasi dan pengiriman data.

Pengkategorian lain dari protokol routing MANET yaitu berdasarkan jalur yang dibentuk antara node sumber dan node tujuan. Pada kategori ini, protokol routing dibedakan menjadi protokol *single path* (satu jalur) dan protokol *multipath* (multi jalur). Protokol *single path* memberikan satu jalur komunikasi dan pengiriman data antara node sumber dan node

tujuan, sedangkan pada protokol *multipath*, jalur yang dibentuk antara node sumber dan node tujuan berjumlah lebih dari satu jalur. Protokol *multipath* dikembangkan untuk meningkatkan keberhasilan pengiriman data pada MANET [7].

Sebagai turunan dari MANET, sangat dimungkinkan pada topologi *Vehicular Ad-Hoc Network (VANET)* untuk mengadaptasi protokol-protokol routing pada MANET. Adaptasi dilakukan dengan mempertimbangkan faktor pergerakan pada kendaraan, semisal posisi, arah dan kecepatan kendaraan, yang menjadi karakteristik khusus yang dimiliki oleh VANET. Pengelolaan informasi pergerakan menjadi faktor yang sangat penting untuk melakukan pengembangan protokol MANET ke dalam VANET. Pengelolaan informasi pergerakan digunakan untuk menjaga dan memperbaharui rute jaringan sehingga rute yang dibentuk tetap koheren dengan topologi bergerak.

Penelitian ini mengajukan pengembangan protokol OLSR. Pengembangan dilakukan dengan melakukan adaptasi dari protokol OLSR agar dapat mengakomodasi informasi berkaitan dengan faktor pergerakan yang digunakan untuk mendapatkan prediksi mobilitas dari tiap-tiap node kendaraan yang bergerak. Prediksi mobilitas dikombinasikan dengan teknik penyusunan *routing* secara *multipath*. Dengan adanya prediksi terhadap mobilitas node dan skema pembetukan *routing* secara *multipath* akan meningkatkan stabilitas interkoneksi antar node yang berdampak terhadap meningkatnya performansi dalam melakukan pengiriman dan penerimaan data.

### Optimized Link State Routing

Optimized Link State Protokol (OLSR) adalah salah satu protokol routing proaktif yang dikembangkan pada MANET. OLSR memiliki 5 spesifikasi utama dalam pembentukan routing yang terdiri dari *link state*, *neighbour sensing*, *hop by hop*, *multipoint relay* dan *konstruksi jalur routing* [1].

Mekanisme routing dalam OLSR membutuhkan informasi berkaitan dengan status link (*link state*) dan informasi tetangga (*neighbour sensing*) dari node sekitar. Setiap node secara berkala mengirimkan pesan untuk mendapatkan informasi status link dan informasi tetangga dengan mengirmkan pesan dengan mengirimkan pesan HELLO dan *Topology Control* (TC).

OLSR memiliki karakteristik protokol routing yang bekerja satu jalur (*single path*). Ketika paket data ditransmisikan, setiap node yang dilalui, akan memutuskan node selanjutnya untuk meneruskan data yang ditransmisikan hingga mencapai tujuan secara proaktif.. Berdasarkan seluruh kandidat jalur yang terdaftar dalam tabel routing, maka node akan memutuskan untuk memilih jalur yang memiliki loncatan *hop* paling sedikit untuk mencapai tujuan.

Untuk mendapatkan konstruksi *routing* secara *multipath*, Jiazi Yi mengembangkan mekanisme penyusunan jalur routing secara *multipath* dengan melakukan modifikasi pada algoritma penelusuran jalur terpendek. Penelusuran jalur terpendek menggunakan dasar algoritma Dijkstra yang dimodifikasi seperti tampak pada Gambar 1. Dari algoritma tersebut dapat

diekstraksi seluruh kandidat jalur yang ditemukan dengan bobot terkecil dimana matrik bobot yang digunakan adalah jumlah node terkecil. Untuk mendapatkan jalur secara *multipath*, Jiazi Yi menambahkan faktor pengali  $fp$  dan  $fe$  dengan kriteria:

- $fp < fe$ , antar *arc* pada Dijkstra adalah *disjoint*
- $fp = fe$ , antar *vertex* dalam Dijkstra adalah *disjoint*
- $fp > fe$ , memiliki kemungkinan *arc disjoint* atau *vertex disjoint*.

```

MultiPathDijkstra(s, d, G, N)
C1=C
G1=G
For i = 1 to N do
    SourceTree:=Dijkstra(Gi,S)
    Pi=GetPath(SourceTree,d)
    For All Arcs e in E
        If e is in Pi or Reverse(e) is in Pi then
            Ci+1(e)=fp(Ci(e))
        Else if the vertex Head(e) is in Pi then
            Ci+1(e)=fe(Ci(e))
        End if
    End for
    Gi+1=(V, E, Ci+1)
End for
return(P1,P2, ..., Pn)

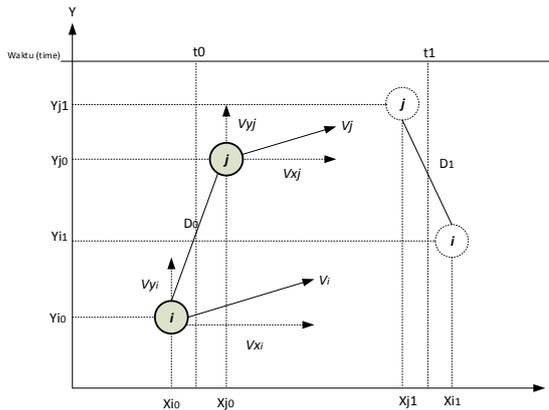
```

Gambar 1. Algoritma Multipath Dijkstra [7]

### Kerangka Kerja Prediksi Mobilitas

Kerangka kerja prediksi mobilitas (*mobility prediction framework*) merupakan suatu teknik untuk menentukan waktu kebersamaan antar node dalam suatu topologi jaringan bergerak [4]. Perhitungan prediksi mobilitas dilakukan dengan melakukan prediksi waktu sebuah node berada dalam jangkauan secara bersama-sama (*neighbourhood time*). Semakin lama sebuah node diprediksi berada dalam jangkauan maka tingkat stabilitas hubungan node tersebut semakin tinggi.

Pada Gambar 2. Diilustrasikan teknik untuk menentukan waktu kebersamaan antara kedua buah node. Diilustrasikan dua buah node  $i$  dan  $j$  bergerak pada koordinat Cartesian dari posisi  $(X_{i0}, Y_{i0})$  ke posisi  $(X_{j1}, Y_{j1})$  dengan kecepatan  $v_i$  dan  $(X_{j0}, Y_{j0})$  ke posisi  $(X_{j1}, Y_{j1})$  dengan kecepatan  $v_j$ . Dengan mempertimbangkan arah gerak, maka vektor kecepatan pada sumbu  $x$  dan  $y$  maka vektor kecepatan untuk node  $i$  dapat direpresentasikan sebagai  $\vec{v}_i = v_i \cdot \hat{x} + v_i \cdot \hat{y}$  dan vektor kecepatan untuk node  $j$  dapat representasikan sebagai  $\vec{v}_j = v_j \cdot \hat{x} + v_j \cdot \hat{y}$ .



Gambar 2. Ilustrasi Kerangka Kerja Prediksi Mobilitas [4]

Waktu kebersamaan  $\Delta t = t_1 - t_0$  adalah waktu kedua buah node berada dalam jangkauan (radius) media transmisi  $R$  pada rentang jarak  $D_0$  sampai  $D_1$

Berdasarkan persamaan jarak dua titik maka jarak antara dua node maka jarak  $D_1$  pada waktu  $t_1$  dapat dimodelkan sebagai:

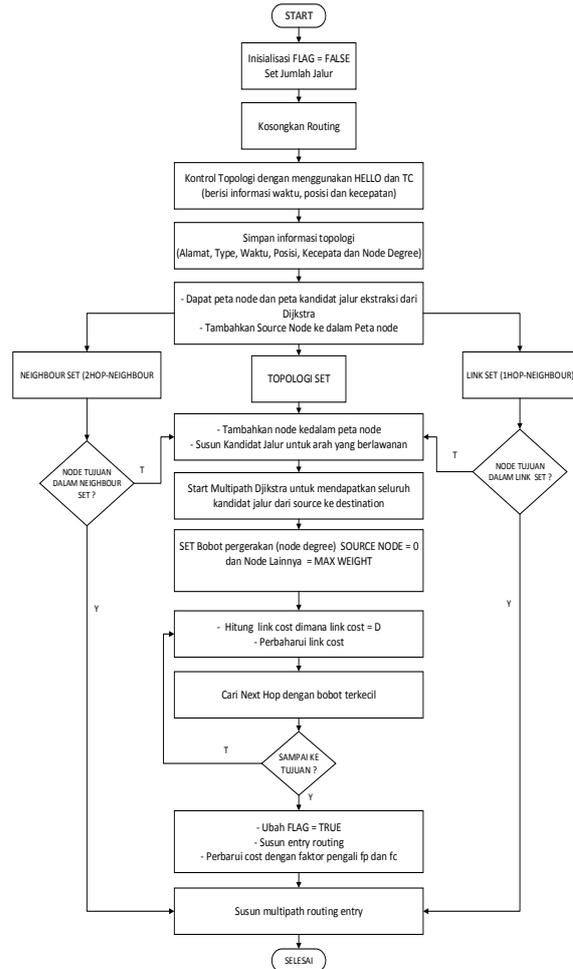
$$\begin{aligned}
 D_1^2 &= \|X_{i1} - X_{j1}\|^2 + \|Y_{i1} - Y_{j1}\|^2 \\
 &= \|(X_{i0} + Vx_i \Delta t) - (X_{j0} + Vx_j \Delta t)\|^2 \\
 &\quad + \|(Y_{i0} + Vy_i \Delta t) - (Y_{j0} + Vy_j \Delta t)\|^2 \\
 &= A\Delta t^2 + B\Delta t + C
 \end{aligned}$$

dimana,

$$\begin{aligned}
 A &= (Vx_i - Vx_j)^2 + (Vy_i - Vy_j)^2 \\
 B &= 2[(X_{i0} - X_{j0})(Vx_i - Vx_j) \\
 &\quad + (Y_{i0} - Y_{j0})(Vy_i - Vy_j)] \\
 C &= (X_{i0} - X_{j0})^2 + (Y_{i0} - Y_{j0})^2
 \end{aligned}$$

Sehingga waktu kebersamaan ( $\Delta t$ ) sebuah node bersama-sama dengan node lain dapat dicari dengan menyelesaikan persamaan:

$$\begin{aligned}
 R^2 &= A\Delta t^2 + B\Delta t + C \\
 0 &= A\Delta t^2 + B\Delta t + C - R^2
 \end{aligned}$$



Gambar 3. Konstruksi Multipath Routing

### I. Metodologi MPOLSR-PM

Protokol hasil perbaikan dari OLSR disebut dengan MPOLSR-PM. Tujuan utama dari penelitian adalah meningkatkan performansi routing sehingga dapat menghasilkan peningkatan pengiriman paket data antara node sumber dan node tujuan. Routing yang dibentuk pada OLSR dilakukan dengan menyusun jalur-jalur berdasarkan kandidat-kandidat hasil penelusuran seluruh node berdasarkan jumlah loncatan terpendek dan disusun dengan mekanisme pembentukan routing secara satu jalur.

Peneliti memberikan usulan untuk melakukan penyusunan routing secara *multipath* dimana kandidat-kandidat node yang dipilih sebagai *router* adalah node-node yang diprediksi memiliki tingkat mobilitas terbaik, yaitu node-node yang memiliki waktu kebersamaan terlama. Diagram alur mekanisme penelusuran routing dapat dilihat pada gambar. 3.

Bobot prediksi mobilitas disusun dengan mencari waktu kebersamaan ( $\Delta t$ ) antar node berdasarkan penjelasan yang telah dijabarkan pada Bagian 2. Sehingga bobot prediksi mobilitas (*weight*) adalah:

$$weight = \frac{1}{\Delta t}$$

**Pertukaran Pesan Kontrol**

Agar MPOLSR-PM dapat melakukan prediksi mobilitas maka diperlukan pertukaran informasi pergerakan antar tiap-tiap node yang berada dalam suatu topologi jaringan. Pesan kontrol dilakukan dengan memanfaatkan pesan kontrol yaitu pesan

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Reserved										Htime										Willingness																			
Link Code										Reserved										Link Message Size																			
Neighbour Interface Address																																							
Neighbour Interface Address																																							
Posisi X										Posisi Y																													
Kecepatan										dX					dY																								
Neighbourhood Time										Weight																													

Gambar 4. Modifikasi Pesan Hello

Hello dan pesan *Topology Control* (TC). Pada OLSR dilakukan pengiriman pesan-pesan kontrol tersebut secara periodic untuk mengetahui kondisi tiap-tiap node dalam suatu jaringan.

Pada MPOLSR-PM dengan memanfaatkan fitur OLSR dilakukan modifikasi pesan kontrol dengan menambahkan informasi pergerakan berupa posisi, kecepatan dan arah. Modifikasi pesan Hello dapat dilihat pada Gambar 4

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ANSN										Reserved																													
Multipoint Relay Selector Address																																							
Advertise Neighbour Main Address																																							
Advertise Neighbour Main Address																																							
Weight																																							

Gambar 5 Modifikasi Pesan TC

Untuk menghindari beban pada jaringan pesan TC tidak melakukan pertukaran seluruh informasi pergerakan. Pesan TC hanya

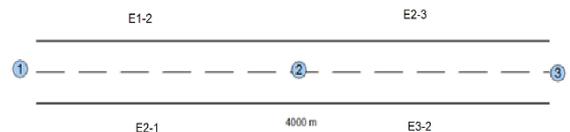
melakukan penyimpanan bobot prediksi mobilitas untuk mendapatkan pemutakhiran

**Model Pergerakan Vehicular Adhoc Network (VANET)**

Salah satu tantangan utama dalam implementasi protokol dalam lingkungan VANET adalah tahap implementasi dan ujicoba pengujian. Hal ini disebabkan oleh karakteristik unik dari VANET, diantaranya adalah perubahan kecepatan dan arah yang dinamis. Ujicoba protokol dalam dunia nyata dibutuhkan sumber daya dan biaya implementasi yang cukup mahal. Salah satu cara untuk melakukan pengujian adalah dengan melakukan ujicoba dalam simulator sebelum benar-benar diimplementasikan dalam dunia nyata.

**A. Peta Pergerakan**

Peta pergerakan yang digunakan adalah peta jalan lurus bebas hambatan berukuran sejauh 4000 meter disusun secara 2 dimensi menggunakan dengan koordinat kartesia sumbu x dan sumbu y.



Gambar 6 Peta Pergerakan

Tahap pertama yang dilakukan pada proses pengembangan peta adalah menentukan simpul. Simpul merupakan titik-titik pada koordinat kartesian yang digunakan sebagai titik sumbu dari peta yang akan dibentuk (1, 2 dan 3 pada gambar).

Tahap kedua adalah penentuan *edge* sebagai penanda rute dan jalur yang akan dilalui oleh kendaraan (pada gambar disimbolkan sebagai E1-2, E2-1, E2-3 dan E3-2).

**B. Jumlah dan Pergerakan Kendaraan.**

Pergerakan kendaraan dirancang dengan mendefinisikan banyaknya jumlah kendaraan yang bergerak serta atribut pada masing-masing kendaraan.

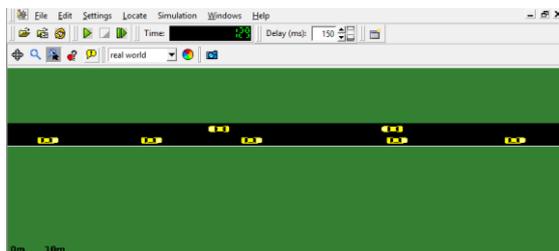
Banyaknya jumlah kendaraan yang diimplementasikan pada penelitian ini dibagi menjadi 4 kelompok yaitu:

1. Tingkat kepadatan rendah, dengan jumlah maksimal kendaraan yang berada pada jalan sebanyak 20 kendaraan.
2. Tingkat kepadatan menengah rendah, dengan jumlah maksimal kendaraan yang berada pada jalan sebanyak 30 kendaraan.
3. Tingkat kepadatan menengah tinggi, dengan jumlah maksimal kendaraan yang berada pada jalan sebanyak 40 kendaraan
4. Tingkat kepadatan tinggi, dengan jumlah maksimal kendaraan yang berada pada jalan sebanyak 50 kendaraan.

Kendaraan bergerak sepanjang peta secara dua arah dengan kecepatan rata-rata 15 m/s dan kecepatan minimum 10 m/s.

**C. Simulasi Model Pergerakan**

Untuk mendapatkan gambaran model pergerakan secara keseluruhan diperlukan beberapa kakas bantu. Kakas bantu yang digunakan yaitu Simulation Urban Mobility (SUMO)[2].



Gambar 7. Visualisasi Model Pergerakan Pada SUMO

Perlu dilakukan konversi pergerakan agar model pergerakan dalam SUMO dapat disimulasikan kedalam NS-2[5]. Konversi ke NS-2 menggunakan tools *Netconvert*.

**II. Hasil dan Pembahasan**

Evaluasi dilakukan dengan melakukan perbandingan antara MPOLSR-PM dengan OLSR standar. Perfromansi yang dibandingkan adalah *packet delivery ratio* (PDR), *throughput* dan *routing overhead*.

Nilai *packet delivery ratio* (PDR) adalah perbandingan antara jumlah paket yang diterima oleh node tujuan dan jumlah paket yang dikirimkan oleh node sumber. Satuan yang digunakan adalah persen (%). Semakin besar nilai PDR maka protokol yang dihasilkan

memiliki tingkat keberhasilan untuk mengirimkan data semakin tinggi.

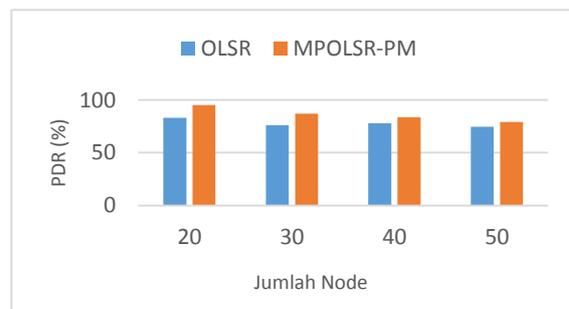
Nilai *throughput* merupakan total jumlah *packet* data yang diterima per detik. Satuan yang digunakan adalah *kilo-bit-per-second* (kbps). Semakin besar nilai *throughput* maka performansi protkol semakin baik. Nilai routing overhead merupakan total keseluruhan agent yang diperlukan untuk mengirimkan seluruh paket yang diujicobakan. Satuan yang digunakan adalah persen (%), semakin tinggi nilai overhead maka tingkat overhead semakin tinggi. Routing overhead dihitung menggunakan rumus

Parameter simulasi yang digunakan dalam peneliatan. Parameter simulasi yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter Simulasi

No	Parameter	Spesifikasi
1	Waktu Simulasi	300 detik
2	Tipe Data	<i>Constant Bit Rate</i>
3	Model Koneksi	<i>End to End</i>
4	Ukuran Paket	512 bytes
5	MAC Protocol	IEEE 802.11
6	Progasi	<i>Two Ray Ground</i>
7	Tipe Kanal	<i>Wireless Chanel</i>
8	Model Antenna	<i>Omnidirectional</i>
9	Ukuran Paket	512 bytes
10	MAC Protocol	IEEE 802.11

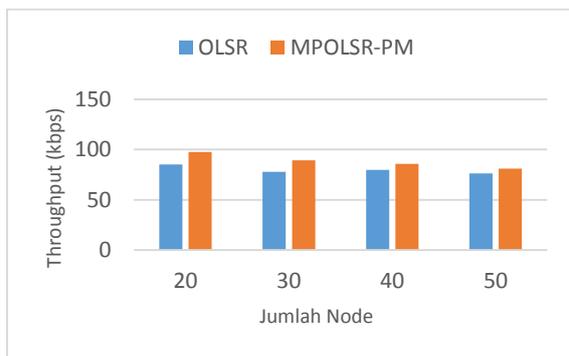
Dalam grafik pada gambar 8, dapat dilihat pengaruh jumlah node terhadap tingkat keberhasilan pengiriman data (PDR). Meningkatnya PDR disebabkan jumlah jalur yang dibentuk secara *multipath* hal ini juga didukung dengan proses pembentukan jalur yang memperhitungkan faktor pergerakan sehingga dapat meningkatkan stabilitas dari jalur yang dibentuk.



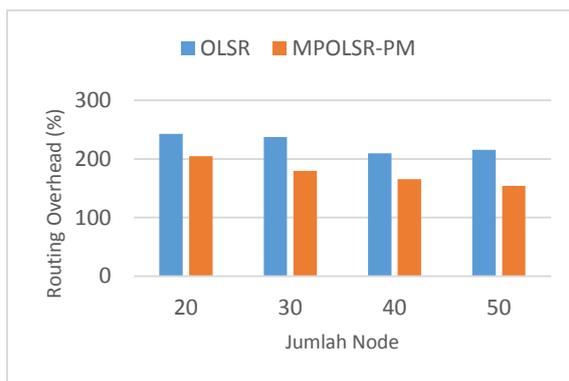
Gambar 8 Pengaruh Jumlah Node Terhadap PDR

*Throughput* yang dihasilkan oleh MPOLSR-PM pada grafik yang dituangkan pada Gambar 9 juga mengalami peningkatan hal ini relevan dengan tingkat PDR.

Pengaruh jumlah node terhadap *routing overhead* dapat dilihat pada Gambar 10. Dengan menggunakan MPOLSR-PM *routing overhead* dapat ditekan dibandingkan dengan menggunakan OLSR standar. *Overhead* dapat ditekan disebabkan karakteristik dari MPOLSR-PM tingkat stabilitas MPOLSR-PM mengakibatkan proses kontrol terhadap routing yang digunakan terjadi penurunan. Karakteristik MPOLSR-PM yang melakukan penyusunan routing pada saat melakukan pengiriman data juga berpengaruh untuk menurunkan *overhead* pada MOLS-PM



Gambar 9 Pengaruh Jumlah Node Terhadap *Throughput*



Gambar 10 Pengaruh Jumlah Node Terhadap *Routing Overhead*

### III. Simpulan

Pada penelitian ini telah diusulkan mekanisme pemilihan jalur routing baru pada OLSR dengan menggunakan metode prediksi mobilitas dan *multipath*. Implementasi dan adaptasi prediksi mobilitas dan penyusunan jalur secara *multipath* mampu meningkatkan performansi *packet delivery ratio* (PDR) dan *throughput*.

Berdasarkan ujicoba yang telah dilakukan, seiring dengan semakin padatnya jumlah node pada suatu jaringan dalam VANET mengakibatkan turunnya rasio pengiriman data (PDR) dan *throughput* pada protokol OLSR dan MPOLSR-PM, akan tetapi tingkat penurunan performansi pada MPOLSR-PM dapat direduksi.

### IV. Daftar Pustaka

- [1] Clausen, T., Jacquet, P., Adjih, C., Laouiti, A., Minet, P., Muhlethaler, P., Qayyum, A., Viennot, L. and Others. (2003). Optimized link state routing protocol (OLSR)
- [2] Institute of Transportation System. Simulation for Urban Mobility. German Aerospace Center (DLR)
- [3] Johnson, D. B. and Maltz, D. A. 1996. Dynamic source routing in ad hoc wireless networks. *Springer*, pp. 153--181.
- [4] Menouar, H. Lenardi, M. Filali, F. (2007). Improving Proactive Routing in VANET's with MOPR Movement Prediction Framework. *Telecommunications, 2007. ITST '07. 7th International Conference on ITS*.
- [5] Network Simulator 2 <http://www.isi.edu/nsnam/>
- [6] Perkins, C. (2003, July). *Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing*. Retrieved June 20, 2012, *The Internet Task Force*
- [7] Yi, Jiazi. (2010). Multipath Optimized Link State Protocol. *Doctoral Thesis Desertation, Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes Unveristy*