

Analisis Performansi dan Perbandingan Routing Protocol OLSR dan ZRP pada Vehicular Ad Hoc Network

Performance Analysis and Comparison of OLSR and ZRP Routing Protocol in Vehicular Ad Hoc Network

Aulia Putra¹, Fazmah Arief Yulianto², Anton Herutomo³

^{1,2,3}Departemen Informatika, Universitas Telkom

Jalan Telekomunikasi No. 1, Dayeuh Kolot, Bandung 40257 auliaputraa@gmail.com¹,
fazmaharif@telkomuniversity.ac.id², anton.herutomo@gmail.com³

Abstrak

Vehicular Ad Hoc Network (VANET) adalah pengembangan dari Mobile Ad Hoc Network (MANET) yang menjadikan sebuah kendaraan bermotor sebagai suatu nodes di dalam jaringan. Di dalam kehidupan sehari-hari kita tidak terlepas dari area kawasan lalu lintas dalam perkotaan baik itu ketika sedang sekolah, kuliah, kerja, berlibur, maupun kepentingan lainnya. Lalu lintas memiliki resiko kecelakaan tinggi antar kendaraan yang bisa terjadi kapan saja apalagi dalam suatu daerah yang padat penduduk. Mobilitas node pada VANET sangat tinggi dan ini menyebabkan perubahan dari topologi jaringan VANET yang sangat sering. Berdasarkan kondisi jaringan yang berubah-ubah tersebut maka proses pencarian jalur yang tepat merupakan salah satu hal yang menjadi masalah dalam VANET.

Tugas Akhir ini menganalisis perbandingan performansi *routing protocol Optimized Link State Routing (OLSR)* dan *Zone Routing Protocol (ZRP)* dalam dua lingkungan simulasi yang berbeda, yaitu *highway* (jalan tol) dan *urban* (perkotaan) dengan skenario perubahan jumlah *node* dan perubahan kecepatan *node*. Pada Tugas Akhir ini dilakukan simulasi dengan menggunakan NS-2.34 dan *traffic simulator SUMO 0.12.3*. Performansi yang diukur pada Tugas Akhir ini adalah *Packet Delivery Ratio (PDR)*, *Routing Overhead (RO)*, *Average End-to-End Delay*, dan *Average Throughput*.

Pada hasil dari kedua *routing protocol* yang didapat *Optimized Link State Routing (OLSR)* lebih baik dari pada *Zone Routing Protocol (ZRP)* pada parameter yang diujikan. OLSR memiliki performansi lebih baik dalam setiap *Routing Overhead*, *Packet Delivery Ratio*, *Average Throughput*, dan *Average End-to-End Delay*.

Kata kunci: VANET, ZRP, OLSR, urban, highway, NS2.34, SUMO

Abstract

Vehicular Ad Hoc Network (VANET) is the development of a Mobile Ad Hoc Network (MANET) which makes a motor vehicle as the nodes in the network. In the daily life we can not be separated from traffic areas in the urban area both while in school, college, work, vacation, or other interests. Traffic has a high risk of inter-vehicle accident that could happen at any time especially in a densely populated area. In VANET, the mobility of a node is very high. This cause the network topology changes frequently. Based on that, one of problem in VANET is the process of finding proper routing network.

This final project analyzes the routing protocol performance comparison *Optimized Link State Routing (OLSR)* and *Zone Routing Protocol (ZRP)* in two different simulation environments, namely *highway* (highway) and *urban* (urban) with the scenario of changes in the number of nodes and node speed changes. In this paper carried out simulations using NS-2.34 and traffic simulator SUMO 0.12.3. Performance that be measured in this final project is *Packet Delivery Ratio (PDR)*, *Routing Overhead (RO)*, *Average End-to-End Delay*, and *Average Throughput*.

On the results of the two routing protocols obtained *Optimized Link State Routing (OLSR)* is better than the *Zone Routing Protocol (ZRP)* on the parameters tested. OLSR has better performance in every parameters *Routing Overhead*, *Packet Delivery Ratio*, *Average Throughput*, and *Average End-to-End Delay*.

Keywords: VANET, ZRP, OLSR, urban, highway, NS2.34, SUMO

1 PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak terlepas dari area kawasan lalu lintas dalam perkotaan baik itu ketika sedang sekolah, kuliah, kerja, berlibur, maupun kepentingan lainnya. Namun hal yang

dikhawatirkan dalam area lalu lintas tersebut adalah resiko kecelakaan antar kendaraan yang bisa terjadi kapan saja apalagi dalam suatu daerah yang padat penduduk. Seiring berkembangnya pada bidang teknologi jaringan yang beberapa waktu lalu

diciptakan metode yang disebut *Mobile Network* atau disebut dengan MANET yang berfokus pada teknologi jaringan mobile, semakin bervariasi masalah sehari-hari maka MANET dikembangkan menjadi *Vehicular Ad Hoc Network*. VANET diciptakan untuk memberikan solusi pada jaringan yang sering terjadi pada perubahan topologi jaringan. Dimana pada konsep VANET tersebut adalah menjadikan sebuah kendaraan sebagai *nodes* yang dapat terhubung dengan *nodes* lainnya didalam sebuah kendaraan. Tujuan utama dari dikembangkan VANET adalah meningkatkan keselamatan dan kenyamanan semua pengguna jalan.

Performansi komunikasi antara *nodes* tersebut bergantung pada *route* dan skenario yang digunakan dalam jaringan tersebut, dimana *route* yang tepat akan menghasilkan performansi yang lebih baik. Pada jaringan VANET terdapat beberapa *routing protocol* diantaranya ada *Optimized Link State Routing (OLSR)* dan *Zone Routing Protocol (ZRP)*. OLSR dan ZRP mempunyai karakteristik sendiri untuk menyelesaikan masalah pada skenario *urban* dan *highway*. OLSR adalah protokol proaktif dan menentukan rute dengan cara menggunakan nomor urut tujuan untuk menjamin kebebasan lingkaran sepanjang waktu dan menwarkan konvergensi cepat ketika perubahan topologi jaringan [1]. ZRP menggunakan sistem zona yang mengelilingi tiap *nodes*, dan juga untuk ukuran zona nya sendiri ditentukan oleh kekuatan sinyal dan juga daya yang tersedia. ZRP juga terbukti unggul dibandingkan oleh *routing protocol* yang bersifat hybrid lainnya.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perbandingan dari performansi dua tipe *routing protocol* pada VANET, kedua *routing protocol* tersebut adalah OLSR dan ZRP yang belum pernah dibandingkan secara bersamaan dalam implementasi jaringan VANET. Maka dengan kelebihan *routing protocol* masing-masing dibutuhkan analisis kedua protokol tersebut untuk mencari yang terbaik pada skenario *urban* dan *highway*, dengan melakukan simulasi menggunakan NS-2 dan mengujinya dengan beberapa skenario kondisi jalan pada VANET. Performansi dilihat berdasarkan empat parameter, yaitu *routing overhead*, *packet delivery ratio*, *average end to end delay*, dan *Average Throughput*. Hasil dari Tugas Akhir ini adalah berupa informasi tambahan atau sebagai referensi bagi peneliti VANET selanjutnya mengenai performa masing masing protokol *routing* pada kondisi tertentu.

2 LANDASAN TEORI

2.1 VANET

Sebuah jaringan terorganisir yang dibentuk dengan menghubungkan kendaraan dan

RSU (*Roadside Unit*) disebut *Vehicular Ad Hoc Network (VANET)*, dan RSU lebih lanjut terhubung ke jaringan backbone berkecepatan tinggi melalui koneksi jaringan. Kepentingan peningkatan baru-baru ini telah diajukan pada aplikasi melalui V2V (*Vehicle to Vehicle*) dan V2I (*Vehicle to Infrastructure*) komunikasi, bertujuan untuk meningkatkan keselamatan mengemudi dan manajemen lalu lintas sementara menyediakan driver dan penumpang dengan akses Internet. Dalam VANETs, RSUs dapat memberikan bantuan dalam menemukan fasilitas seperti restoran dan pompa bensin, dan membroadcast pesan yang terkait seperti (maksimum kurva kecepatan) pemberitahuan untuk memberikan pengendara informasi. Sebagai contoh, sebuah kendaraan dapat berkomunikasi dengan lampu lalu lintas cahaya melalui V2I komunikasi, dan lampu lalu lintas dapat menunjukkan ke kendaraan ketika keadaan lampu ke kuning atau merah. Ini dapat berfungsi sebagai tanda pemberitahuan kepada pengemudi, dan akan sangat membantu para pengendara ketika mereka sedang berkendara selama kondisi cuaca musim dingin atau di daerah asing. Hal ini dapat mengurangi terjadinya kecelakaan. Melalui komunikasi V2V, pengendara bisa mendapatkan informasi yang lebih baik dan mengambil tindakan awal untuk menanggapi situasi yang abnormal. Untuk mencapai hal ini, suatu OBU secara teratur menyiarkan pesan yang terkait dengan informasi dari posisi pengendara, waktu saat ini, arah mengemudi, kecepatan, status rem, sudut kemudi, lampu sen, percepatan perlambatan, kondisi lalu lintas [5].

2.2 Karakteristik VANET [7]

VANET juga memiliki beberapa karakteristik tersendiri. Beberapa diantaranya adalah

1. Topologi Dinamis Tingkat Tinggi
Perubahan topologi pada VANET disebabkan oleh pergerakan dari kendaraan dengan kecepatan tinggi.
2. Sering Terputusnya Jaringan
Hasil dari topologi dinamis dapat diamati bahwa pemutusan sering terjadi antara dua kendaraan ketika sedang bertukar informasi. Pemutusan ini akan terjadi pada sparse network.
3. Pemodelan Mobilitas
Pola mobilitas kendaraan tergantung pada lingkungan lalu lintas, jalan terstruktur, kecepatan kendaraan, perilaku mengemudi dan sebagainya.
4. Daya Baterai dan Kapasitas Penyimpanan
Dalam kendaraan modern daya baterai dan penyimpanan tidak terbatas. Demikian yang terjadi pada MANET telah cukup daya untuk melakukan komputasi. Hal ini

- berguna untuk komunikasi yang efektif dan membuat rute keputusan.
5. Komunikasi Lingkungan
Lingkungan komunikasi antara kendaraan yang berbeda dalam sparse network dan dense network. Dalam membangun dense network, pohon dan benda lainnya berperan sebagai hambatan dan sparse network seperti jalan raya tidak hadir. Jadi routing yang digunakan untuk sparse network dan dense network akan berbeda.
 6. Interaksi dengan Sensor Posisi saat ini dan pergerakan node dengan mudah dapat dirasan oleh sensor seperti perangkat GPS. Ini membantu untuk komunikasi yang efektif dan keputusan rute.

2.3 Topology Based

2.3.1 Reactive Routing Protocol (On-Demand)

Pencarian rute pada protokol routing reaktif dimulai pada saat suatu node akan berkomunikasi dengan node lainnya. Protokol ini memiliki fase discovery yang terjadi saat jaringan mendapat permintaan query yang cukup besar untuk menemukan jalur, dan setelah rute ditemukan maka fase discovery telah selesai. Maka dengan menggunakan sifat dari protokol routing reaktif, traffic dan konsumsi energy di dalam jaringan dapat berkurang.

2.3.2 Proactive Routing Protocol

Protokol routing yang proaktif berarti informasi routing seperti forwarding hop selanjutnya dipelihara terus terlepas dari permintaan komunikasi. Keuntungan dari protokol routing proaktif ini adalah tidak adanya proses *route discovery* karena rute ke tujuan sudah tersimpan sebelumnya, namun kelemahannya yaitu rendahnya latency untuk aplikasi real time (waktu nyata). Macam-macam dari *routing protocol* proaktif adalah FSR, DSDV, OLSR.

2.3.2.1 Optimized Link State Routing (OLSR)

Optimized Link State Routing (OLSR) adalah jenis routing protokol proaktif yang dirancang untuk jaringan wireless mobile model ad-hoc dan merupakan optimalisasi dari routing link state yang lama. Berdasarkan sifat proaktifnya, protokol ini dapat menyediakan rute dengan segera apabila dibutuhkan. OLSR menggunakan multihop routing dimana setiap node menggunakan informasi routing terbaru yang ada pada node tersebut dalam mengantarkan sebuah paket informasi. Sehingga, walaupun sebuah node bergerak ataupun berpindah tempat maka pesan yang dikirimkan padanya akan tetap dapat diterima.

Dalam OLSR ada 3 level optimasi yang dicapai, yaitu [8] :

1. Yang pertama adalah beberapa node yang terpilih sebagai Multipoint Relays (MPRs) untuk membroadcast pesan selama proses pengiriman paket.
2. Yang kedua pencapaian optimasi dicapai dengan menggunakan MPRs untuk mengumpulkan informasi *link state*. Hasil pencapaian ini adalah meminimalisasi jumlah dari pesan kontrol proses yang ada dalam jaringan.
3. Yang terakhir adalah 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* didalam network tersebut.

2.3.3 Hybrid

Routing protokol hybrid adalah kelas yang menggunakan kombinasi keduanya reaktif dan protokol routing proaktif. Dalam hal ini jenis protokol, skalabilitas jaringan meningkat dengan membentuk zona dekat oleh node dekat yang bekerja sama untuk mengurangi overhead penemuan rute secara proaktif menjaga rute ke dekat node, dan menggunakan strategi reaktif untuk menentukan rute ke node jauh.

2.3.3.1 Zone Routing Protocol (ZRP)

ZRP adalah salah satu dari Topology Based Routing Protocol yang dibuat dan dikembangkan untuk menghadapi tantangan pada jalan kota yang terdapat banyak gedung, pohon, rel kereta api, dan juga rambu rambu lalu lintas yang berpotensi untuk menghalangi transfer data antar kendaraan. ZRP memiliki sebuah keunikan yaitu memiliki zona di setiap node nya dan menggunakan beberapa teknik routing protocol di dalam maupun di antara zona yang dimiliki oleh tiap node tergantung oleh kelebihan dan kekurangan masing-masing. Proaktif routing digunakan pada saat berada di dalam zona suatu node, sedangkan reactive routing digunakan antar zona suatu node. Di dalam ZRP terdapat 2 metode pencarian route yaitu Intrazone Routing Protocol (IARP) dan Interzone Routing Protocol. Didalam ZRP terdapat 2 metode dalam pencarian *route* [10].

A. Intrazone Routing Protocol (IARP)

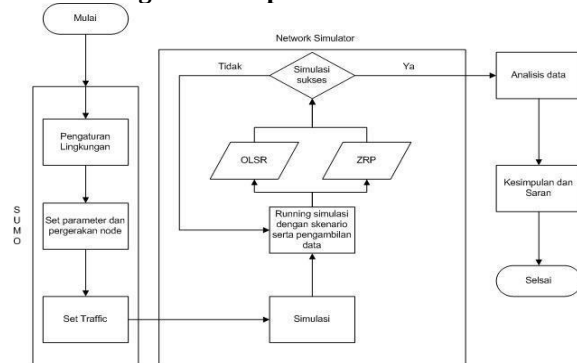
Di dalam ZRP setiap node melakukan pengecekan terhadap node tujuan yang diminta secara proaktif. Setiap node mempunyai zonanya masing-masing yang ditentukan oleh hops. Setiap node menyimpan informasi tentang route di zonanya masing-masing. Route request yang dilakukan di dalam IARP berlangsung lebih efisien karena terdapat proses multicast yang dinamakan bordercasting. Bordercasting melakukan query request langsung ke tiap node yang berada di batas luar tiap zona jika di dalam zona tersebut tidak ditemukan node tujuannya. Node yang berada di perbatasan tiap zona ini dinamakan peripheral node, sedangkan

node yang berada di dalam zona tersebut dinamakan interior node.

B. Interzone Routing Protocol (IERP)

IERP pada ZRP dilakukan untuk menemukan node tujuan yang berada diluar zona dari node sumber. IERP menggunakan bordercasting untuk menghubungkan peripheral node dengan node yang berada diluar zona node tersebut.

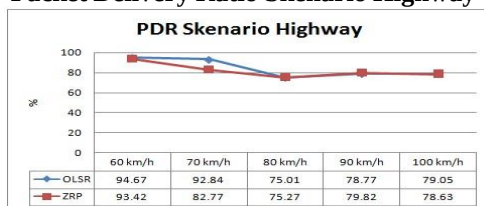
3 Perancangan dan Implementasi Sistem



4 Analisa Hasil Simulasi

4.1 Analisa Performansi Routing Protocol Terhadap Perubahan Kecepatan Node

• Packet Delivery Ratio Skenario Highway



Gambar 4.1 Pengaruh kecepatan node untuk PDR pada skenario Highway

PDR (Packet Delivery Ratio) adalah salah satu aspek terpenting dalam mengukur performansi sebuah *routing protocol* dalam kegiatan mengirim data. PDR dipengaruhi oleh nilai *throughput*, semakin tinggi nilai PDR suatu *routing protocol* semakin bagus juga *routing protocol* tersebut dalam menentukan atau mencari *route* dan menjaga *route*. Pada hasil rata-rata skenario *highway* ini kedua *routing protocol* OLSR dan ZRP mengalami penurunan nilai PDR. Pada gambar grafik 4.1 nilai OLSR dan ZRP menyentuh angka 94.67 % untuk OLSR 93.42 % untuk ZRP pada perubahan kecepatan 60km/jam, semakin tinggi nilai PDR semakin bagus pula *routing protocol* tersebut. Terlihat semakin bertambahnya kecepatan nilai PDR OLSR dan ZRP mengalami penurunan, hal

tersebut dikarenakan semakin cepat perubahan kecepatan, sehingga jarak antar node menjadi menjauh. Sehingga menyebabkan perubahan topologi jaringan yang berakibat pencarian ulang rute.

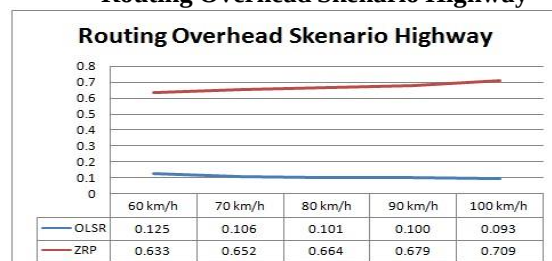
• Packet Delivery Ratio Skenario Urban



Gambar 4.2 Pengaruh kecepatan node untuk PDR pada lingkungan URBAN

Pada lingkungan urban kecepatan ditentukan dengan nilai lebih kecil disesuaikan dengan lingkungan perkotaan pada umumnya, yaitu berkisar 20km/jam sampai dengan 60km/jam. Pada skenario ini nilai rata-rata kedua *routing protocol* pada kecepatan rendah tidak jauh berbeda, terlihat pada gambar grafik 4.2 untuk OLSR 93.97 % sedangkan untuk ZRP 91.14%. Ketika kecepatan bertambah nilai PDR kedua *routing protocol* tersebut mengalami penurunan, hal ini dikarenakan banyaknya persimpangan di dalam skenario *urban* ini serta perpaduan kecepatan dan jumlah *node* didalam skenario, dimana terjadi banyak putusya jalur yang berakibat pada pengulangan pencarian *route* baru baik OLSR maupun ZRP yang mengakibatkan menurunnya nilai PDR.

• Routing Overhead Skenario Highway

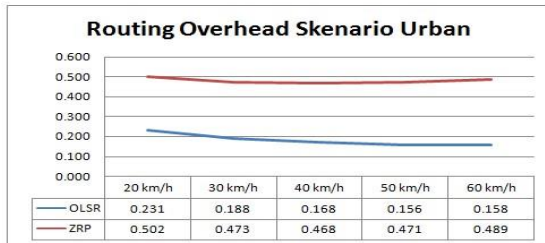


Gambar 4.3 Pengaruh kecepatan node untuk RO pada skenario Highway

Pada skenario *highway* ini nilai *Routing Overhead* OLSR yang secara periodik melakukan pengiriman *message control* untuk memastikan apakah ada perubahan topologi atau tidak. Sedangkan untuk ZRP nilai *Routing Overhead* yang semakin

meningkat seiring perubahan kecepatan, karena ZRP selalu melakukan broadcast kesemua node yang ada di dalam zona untuk mencari node tujuan, apabila node tujuan yang dituju tidak terdapat dalam zona, maka peripheral node akan kembali membroadcast ke node yang berada didalam zona peripheral node.

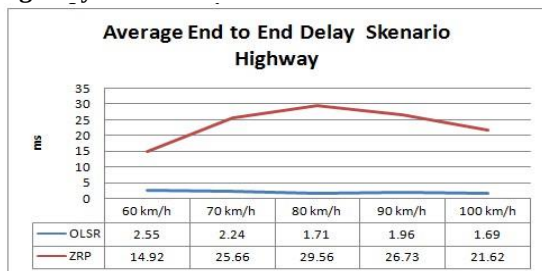
- **Routing Overhead Skenario Urban**



Gambar 4. 4 Pengaruh kecepatan node untuk RO pada skenario URBAN

Pada skenario urban hasil kedua *routing protocol* menunjukkan penurunan performansi seiring ditambah kecepatannya. Namun pada lingkungan *urban* ini nilai *routing overhead* dari ZRP mengalami penurunan, hal ini dikarenakan pada skenario *highway* kecepatan node lebih tinggi dari pada skenario *urban* sehingga kemungkinan terjadinya *link failure* atau kegagalan rute semakin besar. Hal tersebut dikarenakan pada skenario urban ini adanya persimpangan dan lalu lintas menyebabkan kemungkinan terjadinya *link failure* atau kegagalan *route* semakin besar.

- **Average End-to-End Delay Skenario Highway**

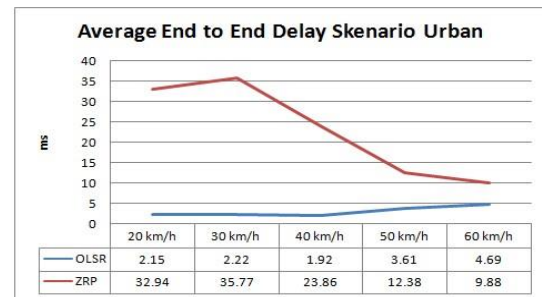


Gambar 4. 5 Pengaruh kecepatan node untuk Delay pada skenario HIGHWAY

Pada skenario *highway* nilai rata-rata *end to end delay* untuk ZRP masih tinggi dari pada OLSR. Hal tersebut dikarenakan pergerakan node yang random dan IARP pada ZRP secara periodik mengupdate *routing table* sehingga membuat kinerja dari IARP sendiri menjadi lebih berat, karena juga harus memberitahukan kepada IERP untuk layanan *routing* keluar zona. Sedangkan untuk OLSR menggunakan multihop routing dimana setiap node menggunakan informasi routing terbaru yang ada pada node tersebut dalam mengantarkan sebuah paket informasi. Sehingga, walaupun sebuah node bergerak ataupun berpindah tempat maka pesan

yang dikirimkan padanya akan tetap dapat diterima. Dan semakin tinggi kecepatan juga mempengaruhi kemungkinan terjadinya topologi dan kegagalan *route* atau link *failure* semakin besar

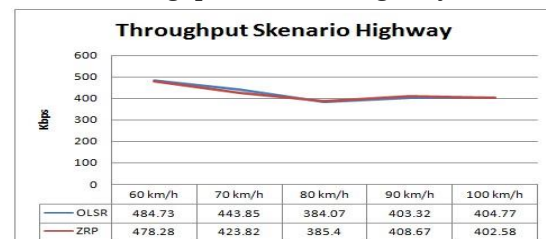
- **Average End-to-End Delay Skenario Urban**



Gambar 4. 6 Pengaruh kecepatan node untuk Delay pada skenario URBAN

Nilai *end to end delay* pada lingkungan skenario urban nilai rata-rata *end to end delay* ZRP lebih besar dari pada nilai *end to end delay* OLSR. Dikarenakan OLSR mempunyai multihop yang berfungsi sebagai informasi *routing* terbaru yang ada pada *node* tersebut didalam mengantarkan sebuah paket informasi. Dimana walaupun sebuah *node* bergerak ataupun berpindah tempat, pesan yang dikirim akan tetap dapat diterima. Sedangkan untuk ZRP yang mempunyai nilai rata-rata *end to end delay* yang tinggi dikarenakan pada skenario *urban* ini adanya rambu-rambu lalu lintas, persimpangan dan juga dipengaruhi oleh pergerakan *node* yang random. Pada ZRP nilai *end to end delay* yang menurun, karena semakin cepat pergerakan *node* maka penumpukan kendaraan menyebabkan terjadinya *zone overlapping* berkurang.

- **Throughput Skenario Highway**

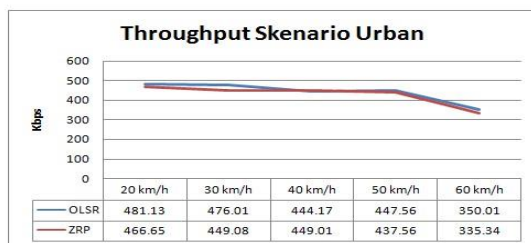


Gambar 4. 7 Pengaruh kecepatan node untuk Throughput pada skenario HIGHWAY

Pada *throughput* untuk OLSR dan ZRP tidak jauh berbeda pada skenario *highway* ini. Akan tetapi seiring bertambahnya kecepatan node nilai *throughput* kedua *routing protocol* ini menurun.

Karena semakin tinggi jumlah kecepatan jarak antar node pun semakin menjauh. Dimana hal ini menyebabkan semakin tinggi kemungkinan terjadinya *link failure* dan berakibatnya nilai *throughput* menurun. Dibandingkan dengan lingkungan *urban*, pada lingkungan *highway* yang mana kondisi jalannya lancar dan kecepatan yang cenderung konstan sehingga kemungkinan terjadinya perubahan topologi kecil dan nilai *throughput* yang stabil walaupun mengalami penurunan yang disebabkan oleh penurunan *node* itu sendiri.

• Throughput Skenario Urban

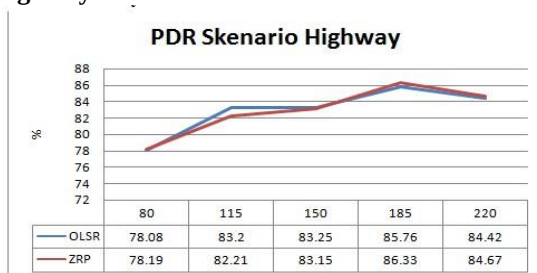


Gambar 4.8 Pengaruh kecepatan node untuk Throughput pada skenario URBAN

Untuk skenario urban, hasil throughput tidak jauh berbeda dengan skenario highway. Akan tetapi pada skenario urban ini nilai throughput juga menurun seiring bertambahnya kecepatan, hal tersebut dikarenakan kondisi di urban tidak stabil dibandingkan dengan skenario highway karena adanya persimpangan dan rambu lalu lintas jarak antara node pun semakin menjauh yang dapat menyebabkan kemungkinan dari *link failure* meningkat. Maka dari itu nilai throughput pun semakin berkurang.

4.2 Analisa Performansi Routing Protocol Terhadap Perubahan Jumlah Node

• Packet Delivery Ratio Skenario Highway

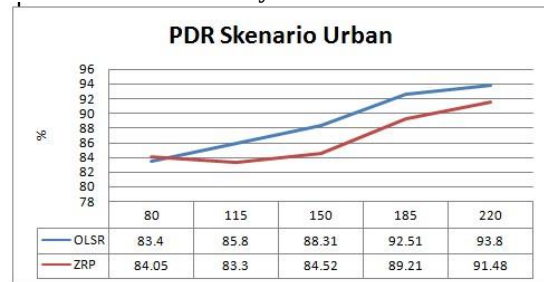


Gambar 4.9 Pengaruh jumlah node terhadap PDR pada skenario Highway

Packet Delivery Ratio atau bisa disebut dengan PDR adalah parameter yang menunjukkan tingkat keberhasilan suatu *routing protocol* dalam pengiriman paket

data. Terlihat pada gambar grafik 4.9 OLSR memiliki rasio PDR lebih baik dari pada ZRP. Terlihat dimana semakin tinggi nilai PDR yang diberikan oleh *routing protocol* semakin tinggi juga tingkat keberhasilan *routing protocol* tersebut dalam mencari atau menemukan rute dan menjaga rute. Karena semakin bertambahnya jumlah *node*, maka jarak antar node semakin dekat sehingga semakin kecil juga terjadinya *link failure*.

• Packet Delivery Ratio Skenario Urban



Gambar 4.10 Pengaruh jumlah node terhadap PDR pada skenario URBAN

PDR atau Packet Delivery Ratio termasuk dalam salah satu parameter yang memiliki peranan penting dalam mengukur performansi dari routing protokol dalam kegiatan mengirim data. Aspek atau nilai yang terpenting dalam menentukan nilai PDR adalah nilai dari *throughput*. PDR adalah salah satu aspek penentu keberhasilan dari *routing protocol*, semakin tinggi nilai PDR suatu *routing protocol* maka semakin bagus pula protokol routing tersebut dalam menentukan atau mencari rute dan menjaga rute tersebut. Hasil rata-rata PDR untuk kedua routing protocol semakin meningkat naik seiring bertambahnya jumlah perubahan *node*. Hal ini dikarenakan dengan semakin banyaknya jumlah *node* maka jarak antar *node* semakin dekat sehingga kemungkinan untuk terjadinya *link failure* semakin kecil.

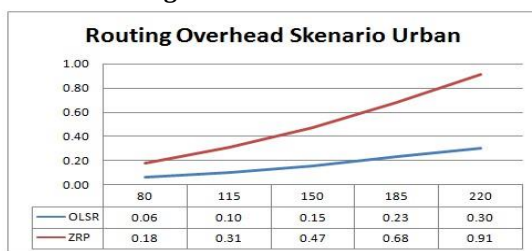
• Routing Overhead Skenario Highway



Gambar 4.11 Pengaruh jumlah node terhadap R.O pada skenario HIGHWAY

Routing Overhead adalah parameter yang mengukur keefisienan kinerja suatu protokol ruting yang membandingkan banyak paket ruting yang di transmisikan oleh protokol ruting yang dikirim oleh *source node* kepada *node destination* yang dilakukan selama proses simulasi. Pada skenario *highway* ini semakin nodenya bertambah semakin naik juga nilai *routing overhead* kedua *routing protocol*, dimana ZRP mempunyai nilai *routing overhead* yang lebih besar daripada OLSR, hal itu dikarenakan ZRP adalah *routing protocol* yang selalu melakukan pengecekan terhadap peripheral nodenya untuk mencapai node tujuan. Sedangkan OLSR secara periodik melakukan pengiriman *massage control* apakah ada perubahan topologi jaringan atau tidak.

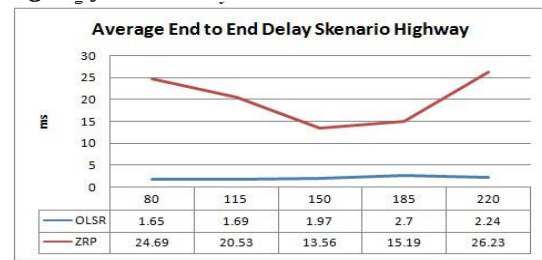
• Routing Overhead Skenario Urban



Gambar 4.12 Pengaruh jumlah *node* terhadap R.O di skenario *URBAN*

Pada skenario *urban* untuk rata-rata nilai *routing overhead* semakin meningkat untuk kedua *routing protocol*. Terlihat pada tabel 4.12 dimana semakin bertambahnya *node* nilai *routing overhead* kedua *routing protocol* semakin meningkat hal tersebut dikarenakan semakin bertambahnya *node* maka semakin besar pula paket yang dibutuhkan, sehingga nilai *routing overhead* pun menjadi naik. Tetapi nilai *routing overhead* dari OLSR masih mengungguli ZRP.

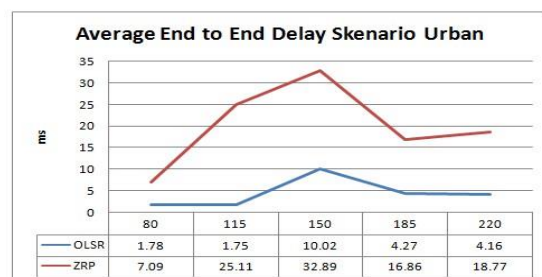
• Average End-to-End Delay Skenario Highway



Gambar 4.13 Pengaruh jumlah *node* terhadap Delay pada skenario *highway*

End to End delay adalah waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman paket dari *source node* ke *destination node*. End to end delay sendiri adalah penjumlahan dari waktu pengiriman, propagasi, proses, dan antrian paket di setiap *node* dalam jaringan. Semakin tinggi kepadatan *node* akan menyebabkan semakin jarang terjadi *linkfailure*, karena jarak antar *node* akan semakin dekat juga, sehingga menyebabkan turunnya nilai *average end to end delay*. Seperti pada grafik diatas nilai *end to end delay* menurun seiring dengan bertambahnya jumlah *node*. Akan tetapi nilai *end to end delay* ZRP lebih besar dari pada OLSR untuk semua skenario perubahan jumlah *node*. Hal ini terjadi karena pada skenario *highway* pergerakan *node* cenderung teratur sehingga tidak terjadi zona dari tiap *node* yang menumpuk, mengakibatkan delay yang terjadi cenderung besar.

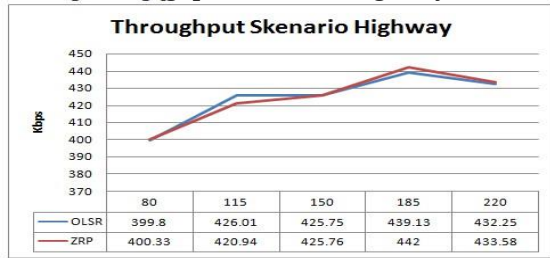
• Average End-to-End Delay Skenario Urban



Gambar 4.14 Pengaruh jumlah *node* terhadap delay pada skenario *urban*

Pada skenario *urban* hasil rata-rata dari nilai *end to end delay* OLSR masih mengungguli nilai *end to end delay* dari ZRP. Hal ini dikarenakan pergerakan *node* yang random dan banyak terjadi penumpukan *node* pada persimpangan dan lalu lintas. Dimana nilai *end to end delay* ZRP lebih besar dikarenakan IARP secara periodic mengupdate *routing table* sehingga membuat kinerja dari IARP menjadi lebih berat. IARP juga harus memberitahukan kepada IERP untuk layanan routing keluar zona.

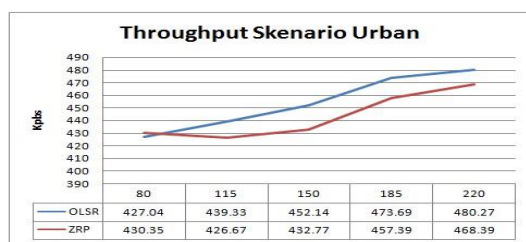
• Throughput Skenario Highway



Gambar 4. 15 Pengaruh jumlah node terhadap throughput pada skenario highway

Nilai throughput dipengaruhi oleh beberapa hal, dimana salah satunya adalah konsistensi dari topologi jaringan tersebut dan proses pencarian jalur tersebut sehingga jalur tersebut terbentuk. Nilai *throughput* pada kedua *routing protocol* tidak jauh berbeda, pada *node* 80 OLSR mencapai 399.8 kbps sedangkan ZRP 400.33 kbps. Semakin banyak node dalam sebuah jaringan akan semakin kecil kemungkinan terjadinya *link failure* sehingga daya tahan link lebih lama.

• Throughput Skenario Urban



Gambar 4. 16 Pengaruh jumlah node terhadap throughput pada skenario urban.

Pada hasil skenario urban nilai rata-rata kedua *routing protocol* OLSR dan ZRP mengalami kenaikan performansi. Dimana pada tabel 4.16 semakin bertambah perubahan nodenya nilai *throughput* kedua *routing protocol* mengalami kenaikan nilai *throughput*. Hal ini dikarenakan semakin banyak node dalam jaringan maka akan semakin kecil kemungkinan terjadinya *link failure*. Dan ada pengaruh konsistensi dari topologi jaringan itu sendiri.

5 Kesimpulan

1. OLSR menghasilkan performansi yang lebih baik daripada ZRP dan dilihat dari parameter *Routing Overhead*, *Average End-to-End Delay*, *Average Throughput*, dan *Packet Delivery Ratio* OLSR mengungguli ZRP pada lingkungan *highway* maupun *urban*
2. Pada skenario perubahan kecepatan node OLSR dan ZRP mengalami penurunan performansi

seiring dengan bertambah nya kecepatan *node*. Semakin cepat suatu *node* bergerak akan menyebabkan jarak antar *node* semakin jauh sehingga kemungkinan terjadi nya *link failure* semakin tinggi juga

3. Sedangkan pada skenario perubahan jumlah node ketika jumlah node di tambah performansi kedua *routing protocol* OLSR dan ZRP meningkat, karena jumlah node semakin padat karena jarak antar node semakin dekat, dan kemungkinan terjadinya *link failure* semakin kecil

1. ARIFIN, M.ZEN SAMSONO HADI, HARYADI AMRAN, DAN NUANSA PUTRA R "Analisis Performansi Routing AODV pada Jaringan VANet [5]
2. Paul Bijan, Md. Ibrahim, Md. Abu Naser Bikas "Vanet Routing Protocols: Pros and Cons" Dept. of Computer Science and Engineering, Shahjalal University of Science and Technology, Sylhet, Bangladesh. [7]
3. Puneet Mittal, Paramjeet Singh, Shaveta Rani "Performance Analysis Of AODV, OLSR, GRP and DSR Routing Protocols with Database Load In MANET" Dept. of Computer Engineering Govt. Poly. College, Bathinda, Punjab, India.[8]
4. Sharma Manish, Gurpadam Singh "Performance Evaluation AODV, DYMO, OLSR AND ZRP Ad Hoc Routing Protocol For IEEE 802.11 MAC and 802.11 DCF In VANET Using QUALNET" Department of Physics, Govt. College, Dhaliara, H.P., Department of ECE, B.C.E.T.,Gurdaspur, Punjab, India. [1]
5. Zygmunt J. Haas, Marc R. Pearlman, Prince Samar "The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks" Cornell University July 2002. [10]