Analisis Performansi Protokol *Routing Vehicular Network* Menggunakan Algoritma *Ant Colony* Jamak

Muhammad Sayuti^{a1}, Ramzi Adriman^{a2}, Nasaruddin^{a3}

^aProgram Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf, No. 7 Darussalam, Banda Aceh 23111, INDONESIA

¹m.sayuti.com@gmail.com

²ramzi.adriman@unsyiah.ac.id

³nasaruddin@unsyiah.ac.id

Abstrak

Pengembangan teknologi jaringan ad-hoc disebut *Vehicular Ad-hoc Network* (VANET). VANET terbentuk dari kumpulan *node* yang menggunakan antarmuka nirkabel untuk dapat melakukan komunikasi antara satu *node* dengan *node* lainnya. Penelitian ini, membangun sebuah protokol *routing* dengan menggunakan algoritma *Ant Colony* yang diberi nama (ANTC), dimana akan dibandingkan dengan *routing* protokol *Ad-Hoc On-Demand Distance Vector* (AODV) untuk melihat performansi dari masing – masing *routing protocol*. Proses *routing* AODV dengan membentuk sebuah pergerakan dari satu *node* sumber ke *node* tujuan berdasarkan pada permintaan *node* sumber tersebut. Sedangkan proses *routing* ANTC, setiap *node* menyimpan memori yang berisi informasi pergerakan pada setiap *node* yang diketahuinya, informasi pergerakan akan diperbaharui secara berkala jika terjadi perubahan link. Parameter kinerja *routing* protokol yang diukur berupa *Latency* dan *Throughput*. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah *routing* protokol ANTC unggul pada nilai parameter *Latency* dengan nilai rata-rata 16,8 s dan *Throughput* dengan nilai rata-rata 87,758 Kbps.

Kata kunci : VANET, *Ant Colony*, AODV, QoS

Performance Analysis of The Vehicular Network Routing Protocol Using The Plural Ant Colony Algorithm

Abstract

The development of ad-hoc network technology is called the Vehicular Ad-hoc Network (VANET). VANET is formed from a collection of nodes that use a wireless interface to be able to communicate between one node and another. This research, build a routing protocol using the Ant Colony algorithm named (ANTC), which will be compared with the Ad-Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) routing protocol to see the performance of each routing protocol. The AODV routing process by forming a movement from one source node to the node based on the source node's request. While the ANTC routing process, each node stores a memory containing information on the movement of each node it knows about, the information will move periodically if there is a link change. Routing protocol performance parameters measured are Latency and Throughput. The results obtained from this study are the ANTC routing protocol is superior in the latency value parameter with an average value of 16.8 s and Throughput with an average value of 87,758 kbps.

Keywords : VANET, *Ant Colony*, AODV, QoS

I. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan teknologi informasi dan komunikasi menjadi salah satu indikator kemajuan manusia. Salah satunya teknologi komunikasi antar kendaraan yang disebut dengan *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET). VANET termasuk dalam jaringan komunikasi nirkabel dan merupakan subkelas dari *Mobile Ad Hoc Network* (MANET).

Saat ini perkembangan teknologi informasi dan komunikasi menjadi salah satu indikator kemajuan manusia.

Jaringan VANET adalah suatu jaringan *Ad Hoc* yang digunakan untuk berkomunikasi antara kendaraan satu dengan kendaraan lainnya dengan kata lain disebut juga dengan *Vehicle to Vehicle Communication* (V2V) [1].

Salah satu performansi jaringan komunikasi antar kendaraan tergantung pada kinerja protokol *routing*. Transmisi data yang rendah mengakibatkan komunikasi

antar kendaraan pada lingkungan VANETs juga semakin memburuk. Hal ini dikarenakan posisi kendaraan yang selalu berubah. Maka topologi yang tercipta selalu berubah sesuai mobilitas kendaraan tersebut. Dengan menggunakan Algoritma *Ant colony* yang merupakan salah satu metode *metaheuristik* dengan menerapkan semut sebagai agen dengan mengupdate *pheromone*-nya untuk dapat melakukan proses pencarian solusi yang efektif dan efisien sehingga menghasilkan *routing protocol*.

Pada VANET fungsi *routing* dilakukan oleh *routing protocol*, dimana *routing protocol* dapat melakukan adaptasi terhadap pergerakan *node* dan trafik yang diakibatkan oleh pergerakan *node* secara acak. *Routing* berkerja di lapisan *network* yang merupakan suatu mekanisme untuk menentukan pergerakan dari *source node* menuju *destination node*. Perumusan masalah untuk penelitian ini, bagaimana mengetahui proses simulasi *routing* yang ada pada lingkungan VANET dan performansi dari *routing protocol*, maka diperlukan sebuah simulasi.

Penelitian ini telah membangun sebuah *routing protocol* menggunakan algoritma *Ant Colony* yang telah disesuaikan dan dapat dijalankan pada *network simulator* NS-2. *network simulator* NS-2 merupakan wadah untuk mengembangkan algoritma *Ant Colony* agar dapat diimplementasikan. Dan selanjutnya di proses dengan coding analisis sehingga menghasilkan parameter uji *Latency* dan *Throughput* dari *routing protocol* AODV, *routing protocol* ANT dan *routing protocol* ANTC.

Penelitian terkait dilakukan oleh [3] melakukan penelitian menggunakan *protocol* AODV dan DSR untuk dibandingkan kinerja keduanya dengan lingkungan simulasi yang telah ditentukan. Simulator yang digunakan adalah OPNET Modeler 14.5. Kinerja *protocol* yang diukur menggunakan parameter uji *jitter*, *throughput*, *latency* dan *packet loss*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AODV memberikan kinerja yang lebih baik dibanding DSR.

Penelitian yang berjudul “*Performance Improvement of Dynamic Source Routing (DSR) Protocol using Ant Colony Optimization for Vehicular Ad-hoc Network (VANET)*” [2] yaitu melakukan analisis terhadap protokol *routing* DSR standar dengan protokol *routing* DSR yang telah dimodifikasi dengan menggunakan algoritma semut (DSR-Ant). Parameter uji coba yang dihitung yaitu *Delay*, *jitter*, konsumsi energi, *routing load* dan *Packet Delivery Ratio*. Hasil menunjukan bahwa DSR-Semut lebih unggul dibandingkan DSR standar dilihat dari metric performansi *Delay* 2,25 ms, *jitter* 1,2 ms, *routing load* 0,36 Kbps, dan PDR 83,5%. Sedangkan DSR standar hanya unggul pada metrik performansi konsumsi energi yaitu 15,75 Joule.

Algoritma *Ant colony* merupakan salah satu metode *metaheuristik* yang menerapkan semut sebagai agen dengan mengupdate *pheromone*-nya untuk dapat melakukan proses pencarian solusi yang efektif dan efisien. Pada sebuah kasus, algoritma ini diusulkan untuk mencapai penjadwalan tugas dengan beban yang berbeda-beda, dengan banyaknya semut yang bertukar informasi untuk menemukan solusi secara bersama-sama untuk meminimalkan waktu pelaksanaan tugas yang ingin dicapai dan mampu mendapatkan solusi dengan efektif dan efisien.

Pada kasus lainnya, algoritma ini dibentuk menjadi 2 koloni, yang dimana koloni pertama bertugas untuk meminimalisir *node* sedangkan koloni yang kedua bertugas meminimalisir waktu perjalanan dan juga mendapatkan solusi yang sama [9].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alur Penelitian

1) *Studi Literatur Routing protocol*: Tahap studi *literatur* merupakan tahap pencarian dan pengumpulan literatur-literatur dan kajian-kajian yang berkaitan dengan masalah-masalah yang ada pada penelitian ini, baik berupa artikel, buku referensi, *internet*, dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan masalah pada penelitian.

2) *Desain Pengembangan Algoritma Ant Colony*: Tahapan pengembangan Algoritma *Ant Colony* yang dilakukan yaitu identifikasi parameter Algoritma *Ant Colony*. Pada tahap ini menganalisa faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja jaringan antara *vehicle to vehicle* (V2V).

3) *Implementasi Algoritma Ant Colony pada NS-2*: Implementasi algoritma *Ant Colony* pada NS-2 dilakukan sesuai metode penambahan model algoritma baru pada *routing protocol* dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

- Identifikasi fungsionalitas (*functionality*) yang diperlukan untuk implementasi model algoritma *Ant Colony* dan *attribute* pada NS-2.
- Identifikasi bagian *code* yang dapat digunakan kembali (*reusability*) dari model *routing protocol* yang tersedia saat ini.
- Identifikasi dependensi (*dependencies*) yang diperlukan untuk coding *Ant Colony* yang akan dibuat.
- Evaluasi *coding style* NS-2 untuk implementasi *Ant Colony*.
- Penulisan *coding* untuk implementasi pada fungsi NS-2.
- Pengujian implementasi *coding* algoritma *Ant Colony* menggunakan AWK.

4) *Pengecekan Error Simulasi*: Setelah tahapan implementasi dilakukan, selanjutnya dilakukan simulasi pada NS-2, dimana simulasi harus sesuai dengan tujuan yang diharapkan, jika program Algoritma nya masih belum sesuai tujuan, maka proses simulasi akan diulangi kembali untuk mencapai hasil yang diinginkan.

5) *Pengujian Algoritma*: Pada tahap pengujian Algoritma, hasil yang telah didapat dari proses simulasi akan dianalisis dan dapat diambil kesimpulan. Bagaimana kinerja dari komunikasi *vanet vehicle to vehicle* (V2V) dan pengaruh pada kondisi *routing*.

6) *Analisi Latency dan Throughput*: Setelah tahapan pengujian algoritma dilakukan, selanjutnya dilakukan pembuatan *node*, dimana menentukan skenario mobilitas dan aktifitas *node* pada tahap awal diperlukan, sehingga dapat digunakan dan diterapkan pada sebuah *routing* yang akan dilakukan pengujian. Selanjutnya akan di simulasikan menggunakan NS-2 hingga menghasilkan *output file* yang

diharapkan. Selanjutnya setelah menghasilkan *output* akan dianalisis menggunakan file AWK yang sudah disesuaikan untuk dapat menghasilkan parameter uji yang diharapkan. Parameter uji yang digunakan yaitu :

- a) *Latency* : Merupakan durasi waktu antara mengirim informasi dari pengirim sampai diterima oleh penerima. Secara umum *latency* dinyatakan pada persamaan 1 dengan rumus sebagai berikut.

$$Latency = waktu\ terima - waktu\ kirim$$

- b) *Throughput* : Salah satu istilah yang mendefinisikan banyaknya bit yang diterima dalam selang waktu tertentu. Secara umum *throughput* dinyatakan pada persamaan 2 dengan rumus sebagai berikut.

$$Throughput = \frac{Jumlah\ total\ packet\ yang\ berhasil\ dikirim}{total\ waktu\ pengamatan}$$

B. Algoritma Ant Colony

Algoritma *Ant Colony* merupakan Algoritma yang terinspirasi oleh perilaku semut dalam menemukan rute dari sarang menuju sumber makanan. Semut mampu mengindra lingkungannya yang kompleks mencari makanan dan kemudian kembali ke sarangnya dengan meninggalkan zat *pheromone* pada jalur-jalur yang mereka lalui. Dengan adanya *pheromone* inilah semut dapat menemukan jalur tercepat menuju sumber makanan. *pheromone* merupakan zat kimia yang berasal dari kelenjar endokrin dan digunakan oleh makhluk hidup untuk mengenali sejenisnya (satu spesies). Pada semut meninggalkan jejak kaki untuk sebagai penanda untuk mengingat jalan pulang maupun berkomunikasi dengan koloninya [10].

Pada algoritma ini biasanya akan dibentuk beberapa colony semut atau sering disebut *Ant Colony* Jamak yang memiliki tugas berbeda antara colony semut lainnya. Pada sebuah kasus, algoritma ini diusulkan untuk mencapai penjadwalan tugas dengan beban yang berbeda-beda, dengan banyaknya semut yang bertukar informasi untuk menemukan solusi secara bersama-sama untuk meminimalkan waktu pelaksanaan tugas yang ingin dicapai dan mampu mendapatkan solusi dengan efektif dan efisien. Pada kasus lainnya, algoritma ini dibentuk menjadi 2 koloni, yang dimana koloni pertama bertugas untuk meminimalisir kendaraan sedangkan koloni yang kedua bertugas meminimalisir waktu perjalanan dan juga mendapatkan solusi yang sama [8].

Gambar 1. Diagram alur algoritma *ant colony*

Pada gambar 1 merupakan diagram alur dari Algoritma *Ant Colony* yang digunakan. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing tahap :

1. Menginisialisasi Parameter Algoritma *Ant Colony* yang meliputi : Intensitas *pheromone*, Parameter pengendali intensitas *pheromone*, parameter pengendali visibilitas, Jumlah Semut, parameter penguapan *pheromone*, jumlah siklus maksimum.
2. Semut akan melakukan *tour* nya dengan memilih *node* selanjutnya. Dalam memilih *node* selanjutnya, semut menggunakan aturan transisi status untuk menentukan aturan transisi yang digunakan
3. Semua semut menyelesaikan *tour* yang telah dibangun lanjut ke tahapan pembaruan nilai *pheromone* berdasarkan hasil terbaik, apabila *tour* tidak selesai maka kembali ke tahapan inisialisasi parameter algoritma *Ant Colony*.
4. Setelah didapatkan *tour* terbaik, kemudian dilakukan pembaharuan *pheromone* pada isi tabu list semut dengan *tour* terbaik tersebut. Pembaharuan *pheromone* ini dimaksudkan agar kadar *pheromone* pada sisi *tour* terbaik semut tersebut mengalami penguatan dan sisi yang tidak menjadi bagian *tour* terbaik mengalami penguapan. Sehingga, pada siklus berikutnya pencarian lebih terarah. Isi tabu list *tour* terbaik tersebut di simpan kedalam tabu list rute terbaik yang kemudian dilakukan kembali proses pencarian pada siklus selanjutnya dengan nilai *pheromone* yang telah di perbaharui pada proses pembaharuan *pheromone*.
5. Selanjutnya menghitung probabilitas *route* tiap semut menuju *node* tujuan. Koloni semut yang sudah terdistribusi ke setiap *node*, akan mulai melakukan perjalanan dari *node* pertama masing-masing sebagai *node* asal dan salah satu *node* lainnya sebagai *node* tujuan.
6. Setelah didapatkan *node* yang dituju maka selanjutnya dilakukan proses penyimpanan *node* tersebut ke dalam tabu list. Tabu list ini digunakan

sebagai memori bagi semut untuk menyimpan hasil pencarian rutenya. Selain itu juga mencegah semut untuk mengunjungi *node* yang telah dilewati.

7. Setelah *route* dari semut sumber hingga ke *node* tujuan dari siklus pertama ditemukan, maka dilakukan pembaharuan *pheromone* atau update *pheromone*. Koloni semut akan meninggalkan jejak-jejak *pheromone* pada lintasan antar *node* yang dilaluinya. Adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang lewat, menyebabkan kemungkinan terjadinya perubahan intensitas jejak *pheromone* semut antar *node*.
8. Setelah proses pencarian selesai maka akan terlihat pada sisi *pheromone tour* terbaik akan mengalami penguatan. Jalan atau sisi yang menjadi *tour* terbaik inilah yang akan ditampilkan sebagai hasil pencarian *route* tercepat.

C. Pengembangan Algoritma Ant Colony

Algoritma *Ant Colony* merupakan algoritma yang terinspirasi oleh perilaku semut dalam menemukan rute dari sarang menuju sumber makanan, pengembangan dilakukan dengan tahapan – tahapan menentukan *route* yang akan diambil dari *node* sumber menuju *node* tujuan.

Gambar 2. Ilustrasi *node* sumber ke *node* tujuan

Pada gambar 2 adalah proses menentukan *node* sumber menuju *node* tujuan akan di terapkan pada pengembangan sebuah *routing protocol* menggunakan algoritma *Ant Colony* dan *routing protocol* AODV. Ilustrasi pencarian *route* pada *routing protocol* sebagai berikut :

1. Routing Protocol AODV

Tahapan pencarian *route* pada *routing protocol* AODV, diantaranya sebagai berikut :

- a) Di saat *node* sumber (S) membutuhkan suatu rute menuju *node* tujuan (D), tahap awal yang dilakukan oleh *node* sumber adalah menyiarkan paket *route request* (RREQ) menuju *node* tetangganya.
- b) Apabila *node* yang menerima RREQ memiliki informasi rute menuju *node* tujuan, maka *node* tersebut akan mengirim paket RREP kembali menuju *node* sumber melalui *reverse path* yang diciptakan RREQ setiap kali *flooding* dilakukan. Namun, jika *node* yang menerima RREQ tidak memiliki informasi rute menuju *node* tujuan, maka *node* tersebut akan menyiarkan ulang RREQ ke *node* tetangganya.
- c) *Node* yang menerima RREQ dengan nilai *source address* dan *broadcast ID* yang sama dengan RREQ yang diterima sebelumnya, akan mempertahankan

RREQ yang sudah diterima di awal dan membuang RREQ baru.

- d) Ketika sebuah *node* yang memiliki informasi rute menuju *node* tujuan menerima RREQ, maka *node* tersebut akan melakukan perbandingan antara nilai *destination sequence number* yang dia miliki dengan nilai *destination sequence number* yang ada di RREQ berdasarkan nilai yang lebih besar. Apabila nilai *destination sequence number* yang ada di RREQ lebih besar dari nilai yang dimiliki oleh *node* maka paket RREQ tersebut akan disiarkan kembali ke *node* tetangganya, namun apabila nilai *destination sequence number* yang ada di *node* lebih besar atau sama dengan nilai yang ada di RREQ maka *node* tersebut akan mengirim *route reply* (RREP) menuju *node* sumber menggunakan *reverse path*.
- e) Apabila terjadi masalah pada rute, *route maintenance* yang digunakan untuk mendeteksi kerusakan rute akan mengirimkan paket *route error* (RERR) menuju *source node* dan *source node* akan kembali menyiarkan paket *route request* (RREQ) dalam proses *route discovery*.
- f) Informasi *timeout* (masa aktif rute) diinformasikan oleh *Intermediate node* yang menerima RREP, dan informasi rute sumber ke tujuan akan dihapus apabila waktu *timeout* telah habis [7].

2. Routing Protocol ANTC

Tahapan pencarian *route* pada *routing protocol* ANTC, diantaranya sebagai berikut:

- a) Saat *node* sumber (S) membutuhkan suatu rute menuju *node* tujuan (D), tahap awal yang dilakukan oleh *node* sumber adalah menyiarkan paket *routing request* (RREQ) menuju *node* tetangganya.
- b) Setiap *node* yang menerima RREQ akan meng-update informasi jalur menuju pengirim di dalam *routing cache*-nya, menambahkan alamatnya ke dalam paket RREQ dan kemudian akan mengirim RREQ tersebut menuju tetangganya.
- c) Apabila *node* yang menerima RREQ memiliki informasi rute menuju *node* tujuan, maka *node* tersebut akan mengirim paket RREP kembali menuju *node* sumber melalui *reverse path* yang diciptakan RREQ setiap kali *flooding* dilakukan. Namun, jika *node* yang menerima RREQ tidak memiliki informasi rute menuju *node* tujuan, maka *node* tersebut akan menyiarkan ulang RREQ ke *node* tetangganya.
- d) Apabila terjadi masalah pada rute, *routing maintenance* yang digunakan untuk mendeteksi kerusakan rute akan mengirimkan paket *routing error* (RERR) menuju *source node* dan *source node* akan memeriksa *cache route* apakah masih ada rute cadangan yang dapat digunakan. *Route request* akan kembali disiarkan apabila tidak terdapat rute pada *cache route* untuk *discovery route*.

D. Pendefinisian Parameter Routing Protocol

Setelah tahapan pengembangan algoritma *Ant Colony* dilakukan pada simulasi NS-2 tidak mengalami kegagalan ataupun pesan error, selanjutnya dilakukan pendefinisian berdasarkan :

1) *Pendefinisian variabel global*: memiliki tujuan untuk mendefinisikan nilai dari parameter yang akan digunakan sekaligus untuk memodelkan karakteristik pada jaringan VANET untuk *routing protocol*.

2) *Inisialisasi*: proses yang digunakan untuk menginisialisasikan variabel umum yang akan digunakan pada simulasi.

3) *Pengaturan parameter node*: Sebelum pembuatan *node* terlebih dahulu perlu melakukan pengaturan terhadap parameter-parameter dari *node*. Konfigurasi *node* yang diperlukan yaitu protokol Ad Hoc, link layer, link MAC, propagasi, ifq, layer fisik, antena, kanal, topografi, trace dan model kesalahan.

4) *Pembuatan node*: Setelah melakukan pengaturan pada parameter - parameter *node* selanjutnya adalah membuat *node*.

5) *Pembuatan aliran trafik*: aliran trafik digunakan untuk mensimulasikan proses terjadinya pengiriman dan penerimaan data dari suatu *node* ke *node* yang lain. Pada aliran trafik ini juga dapat ditentukan jenis transport agent yang digunakan

6) *Mengakhiri program*: untuk menghentikan program simulasi maka waktu henti yang menandakan simulasi telah berakhir harus ditetapkan dan selain itu *node* juga harus diatur ulang (*reset*).

E. Pengujian Routing Protokol

Pengujian dilakukan untuk membandingkan performansi dari *routing protocol* AODV, *routing protocol* ANT dan *routing protocol* ANTC pada skenario simulasi. Simulasi dilakukan dengan pengujian jumlah 10 *node* sampai 50 *node* serta dilakukan pengujian dengan kecepatan pergerakan *node* dari 10 m/s sampai 50 m/s.

Dalam pengujian *routing protocol* ini menggunakan *transmission* 250 meter dengan mengirimkan paket TCP ukuran 1500 byte ke Access Point. Simulasi dilakukan pada *routing protocol* AODV, *routing protocol* ANT dan *routing protocol* ANTC sebagai pembanding untuk mengevaluasi kinerja masing-masing *routing protocol* terhadap hasil pengujian *Latency* dan *Throughput*.

Untuk melakukan simulasi VANET pada NS-2, dibutuhkan sebuah file OTcl yang berisi deskripsi dari lingkungan simulasi. File tersebut berisi konfigurasi untuk setiap *node* dan beberapa *event* yang perlu diatur agar berjalan pada waktu tertentu.

Area simulasi yang akan dilakukan pengujian untuk *routing protocol* AODV, *routing protocol* ANT dan *routing protocol* ANTC, dimana pengujian dengan 10 *node* menggunakan area simulasi $x = 1500$ dan $y = 1500$ sampai dengan pengujian 50 *node* dari area simulasi $x = 1500$ dan $y = 1500$ dan waktu simulasi 60 detik dari setiap pengujian.

Gambar 3. Tahapan pengujian *latency* & *throughput*

Pada gambar 3 menjelaskan tahapan – tahapan dalam melakukan simulasi, dimana menentukan skenario mobilitas dan aktifitas *node* pada tahap awal diperlukan, sehingga dapat digunakan dan diterapkan pada sebuah *routing protocol* yang akan dilakukan pengujian. Selanjutnya akan di simulasikan menggunakan NS-2 hingga menghasilkan *output file* yang diharapkan. Selanjutnya setelah menghasilkan *output* akan dianalisis menggunakan file AWK yang sudah disesuaikan untuk dapat menghasilkan *latency* dan *throughput* yang diharapkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan ujicoba yang dilakukan pada penelitian ini untuk menilai analisis peformansi dari protocol routing AODV dan ANTC yang digunakan dibutuhkan suatu parameter ujicoba. Berikut ini merupakan analisis dari parameter ujicoba yang digunakan pada penelitian :

A. Latency

Latency adalah durasi waktu antara mengirim informasi dari pengirim sampai ke diterima oleh penerima. *Latency* dipengaruhi oleh kecepatan dari media transmisi (kabel koaksial, fiber optik, gelombang radio) dan *delay* transmisi oleh komponen jaringan seperti router, modem, hub, dan lainnya. *Latency* dan *throughput* adalah dasar dari

pengukuran kinerja suatu jaringan. *Latency* mengukur waktu yang dibutuhkan dari mulai pengiriman sampai selesai, sedangkan *throughput* adalah waktu keseluruhan dari seluruh proses yang dalam waktu tertentu [8].

Gambar 4. Hasil pengujian latency

Pada gambar 4 menunjukkan hasil pengujian protokol *routing vehicular network* dengan parameter uji *latency*, dimana pengujian *latency* untuk menentukan durasi waktu antara pergerakan *node* sumber menuju *node* tujuan. Dilihat dari pengujian gambar 4.19 menjelaskan *routing protocol* ANTC lebih unggul dengan nilai *latency* rata – rata 16,8s, pada *routing protocol* ANT memiliki nilai *latency* rata – rata 19s dan *routing protocol* AODV memiliki nilai *latency* rata – rata 21,6s.

B. Throughput

Throughput merupakan suatu istilah yang mendefinisikan banyaknya bit yang diterima dalam selang waktu tertentu dengan satuan bit per *second* yang merupakan kondisi data *rate* sebenarnya dalam suatu jaringan.

Gambar 5. Hasil pengujian throughput

Pada gambar 5 menunjukkan hasil pengujian protokol *routing vehicular network* dengan parameter uji *throughput*, dimana pengujian *routing protocol* ANTC lebih unggul dengan nilai *throughput* rata – rata 87,758 Kbps, pada *routing protocol* ANT memiliki nilai *throughput* rata – rata 73,163 Kbps dan *routing protocol* AODV memiliki nilai *throughput* rata – rata 65,844 Kbps.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan, pengembangan serta implementasi algoritma *Ant Colony* pada *Network*

Simulator 2.35, serta melakukan pengujian untuk mendapatkan hasil *latency* dan *throughput*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini dalam melakukan Analisis Performansi pada Protokol *Routing Vehicular Network* yang terjadi, maka penelitian ini dianggap telah dapat menganalisis performansi protokol *routing* yang ada pada *Vehicular Network*. Berdasarkan analisis performansi yang dihasilkan pada penelitian ini menggunakan Algoritma *Ant Colony* dapat menghasilkan *routing* ANTC lebih unggul dari *routing* AODV dan *routing* ANT dalam parameter uji *latency* dan *throughput*. Dan hasil dari analisis performansi protokol *routing* ANTC menghasilkan nilai dari parameter uji *latency* dengan nilai rata-rata 16,8 s dan nilai *throughput* dengan nilai rata-rata 87,758 Kbps, Protokol ANT menghasilkan nilai dari parameter uji *latency* dengan nilai rata-rata 19 s dan nilai *throughput* dengan nilai rata-rata 73,163 Kbps sedangkan protokol AODV menghasilkan nilai dari parameter uji *latency* dengan nilai rata-rata 21,6 s dan nilai *throughput* dengan nilai rata-rata 73,163 Kbps.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Zhang, J. Xi, R. langari, "Real-Time Energy Management Strategy Based on Velocity Forecasts Using V2V and V2i Communications," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 18, No. 2, pp. 416-430, September 2017.
- [2] A. Deshmukh and S. Dorle, "Performance Improvement of Dynamic Source Routing (DSR) Protocol using Ant Colony Optimization for Vehicular Ad-hoc Network (VANet)," International Journal of Scientific Research, vol. 5, no. 1, pp. 171-173, 2016.
- [3] Anggraini, Nugroho, and Cahyadi, "Analisis Perbandingan Performansi Protokol Routing AODV Dan DSR Pada Mobile Ad-Hoc Network (MANET)," Tek. Telekomunikasi, Sekol. Tinggi Teknol. Telemat. Telkom, 2017
- [4] R. Anisia, R. Munadi and R. M. Negara, "Analisis Performansi Routing Protokol OLSR dan AODV pada Vehicular Ad Hoc Network (VANET)," Jurnal Nasional Teknik Elektro, vol. 5, no. 1, pp. 8797, 2016.
- [5] Rezky H, Primantara Hari T, Kasyful A, "Implementasi Protokol Geographic Source Routing (GSR) Pada Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) untuk Komunikasi Kendaraan dengan Road side Unit (RSU)." Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, vol. 2, No. 12, pp 7007-7016, Dec. 2018
- [6] H. Boeglen, "Analysis of Routing Protocols OLSR, AODV and ZRP in Real Urban Vehicular Scenario with Density Variation," in IEEE Latin America Transactions, Vol. 15, No. 9, pp. 1727-1734, August 2017
- [7] A. K. Basil, M. Ismail, M. A. Altahrawi, H. Mahdi, N. Ramli "Performance of AODV and OLSR routing protocol in VANET under various traffic scenarios," in IEEE Malaysia International Conference on Communications, November 2017
- [8] F. Goudarzi, H. Asgari, H. Al-Rawashidy, "Traffic-Aware VANET Routing for City Environments A Protocol Based on Ant Colony Optimization," in IEEE Systems Journal, Vol. 13, No. 1, pp. 571-581, March 2018
- [9] N. E. Toklu, R. Montemanni, L. M. Gambardella, "A Robust Multiple Ant Colony System For The Capacitated Vehicle Routing Problem," IEEE International Conference On Systems, Man, And Cybernetics, pp. 1871-1876, januari 2014.
- [10] Karjono, Moedjiono and D. Kurniawan, "Ant Colony Optimization," Jurnal TICOM, vol. 4, no. 3, pp. 119125, 2016.
- [11] R.I. Meneguet, L. F. Bittencourt, E. R. M. Madeira, "A Seamless Flow Mobility Management Architecture For Vehicular Communication Networks," Journal of Communication Network, vol. 15, No. 2, pp. 207-216, May 2013.

- [12] C. Clasyson, S. Fabricio, B. Azzedine, M. Rossana, L. Antonio, "Improving VANET Simulation with Calibrate Vehicular Mobility Traces," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 16, no. 12, pp. 1-13, April 2017.
- [13] Q. Wang, P. Fan, K. B. Letaief, "On The Joint V2I and V2V scheduling For Cooperative VANETs With Network Coding," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 61, No. 1, pp. 62-73, September 2011.
- [14] P. Wan, H. Lu, Q. Lu, and N. Luo, "Classification of High-Resolution Remote-Sensing Imagery Using OpenStreetMap Information," vol. 14, no. 12, pp. 2305-2309, 2017.
- [15] M. Laisa, P. Rakh, B. Achmad, "Pengaruh Model Mobilitas Node Pada Protokol *Routing* AODV dalam MANET," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol. 3, No. 1, pp. 563-572, Januari 2019.
- [16] A. Adam, A. Denar, R. Diah, "Analisis Kinerja Jaringan VANET dengan Model Propagasi Free Space dan Two Ray Ground Pada Routing AODV," Vol. 1, No. 2, pp. 69-78, Desember 2019.