

SKRIPSI

**STUDI KINERJA PROTOKOL ROUTING DSR PADA OPTIMALISASI
KENDARAAN DI JALAN SUDIRMAN-AHMAD YANI KOTA MAKASSAR
MENGUNAKAN APLIKASI SUMO DAN NS3**

Disusun dan diajukan oleh:

RANI ARWANINGSIH

D041181333



**PROGRAM STUDI SARJANA S1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2023



Optimized using
trial version
www.balesio.com

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**STUDI KINERJA PROTOKOL ROUTING DSR PADA OPTIMALISASI
KENDARAAN DI JALAN SUDIRMAN-AHMAD YANI KOTA
MAKASSAR MENGGUNAKAN APLIKASI SUMO DAN NS3**

Disusun dan diajukan oleh:

RANI ARWANINGSIH

D041 18 1333

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 27 Oktober 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing I,

Andini Dani Achmad, ST., MT.
NIP. 19880621 201504 2 003

Pembimbing II,

Prof. Dr. Ir. Andani Achmad, MT.
NIP. 19601231 198703 1 022

Ketua Departemen Teknik Elektro,

Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.
NIP. 19691026 199412 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Rani Arwaningsih
NIM : D041181333
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**STUDI KINERJA PROTOKOL ROUTING DSR PADA OPTIMALISASI
KENDARAAN DI JALAN SUDIRMAN-AHMAD YANI KOTA MAKASSAR
MENGUNAKAN APLIKASI SUMO DAN NS3**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 27 Oktober 2023

Yang menyatakan



Rani Arwaningsih



Optimized using
trial version
www.balesio.com

ABSTRAK

RANI ARWANINGSIH. *Studi Kinerja Protokol Routing DSR pada Optimalisasi Kendaraan di Jalan Sudirman-Ahmad Yani Kota Makassar Menggunakan Aplikasi SUMO dan NS3.* (dibimbing oleh Andini Dani Achmad dan Andani Achmad)

Dalam pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era saat ini, ada pula permasalahan lain yang sering kita jumpai di kehidupan sehari-hari, seperti kecelakaan lalu lintas, kemacetan, dan pencarian rute alternatif. 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. Dikarenakan mobilitas kendaraan cukup tinggi dan kondisi jalan yang bervariasi, maka permasalahan yang cukup serius dalam VANET adalah efisiensi proses pencarian dan mempertahankan rute jaringan. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian kinerja *routing protocol DSR* (*Dynamic Source Routing*) kemudian membandingkannya dengan *routing protocol DSDV* (*Destination Sequenced Distance Vector*) pada optimalisasi kendaraan di Kota Makassar pada area sekitaran Lapangan Karebosi dengan menggunakan aplikasi SUMO (*Simulation for Urban Mobility*) dan NS3 (*Network Simulator 3*). Pengujian kinerja tersebut menggunakan parameter *Quality of Service* diantaranya *packet delivery ratio* (PDR), *end to end delay* (E2D), *throughput*, dan *routing overhead* (RO). Dari hasil penelitian dengan menggunakan skenario 30, 50, 70, 90 *node* diketahui DSR memiliki performansi terbaik pada *node* 70 dengan keunggulan pada nilai PDR, sedangkan *end to end delay*, *throughput* dan *routing overhead* terbaik pada *node* 30. Sehingga DSR memiliki performansi PDR yang baik pada jumlah kendaraan *node* 70 dan DSR memiliki performansi *end to end delay*, *throughput* dan *routing overhead* yang baik pada jumlah kendaraan *node* 30 di lingkungan perkotaan di Kota Makassar. Hasil perbandingan Kinerja DSR dan DSDV menunjukkan DSR unggul pada nilai PDR, *throughput*, *end to end delay* dan RO dibandingkan dengan DSDV. Karena pada DSDV pengiriman paket antar *node* tidak berkomunikasi secara keseluruhan di tiap *node* nya sehingga *routing protocol* ini tidak bekerja dengan baik dalam komunikasi antar *node*. Sehingga DSR lebih baik digunakan pada jaringan VANET dibandingkan dengan DSDV di lingkungan perkotaan di Kota Makassar.

Kata Kunci: DSR, DSDV, VANET



ABSTRACT

RANI ARWANINGSIH. *Performance Study of Routing Protocol DSR on Vehicle Optimization on Sudirman-Ahmad Yani Street Makassar City Using SUMO and NS3 Applications.* (Supervised by Andini Dani Achmad and Andani Achmad)

In the fast development of information and communication technology in the current era, there are also other problems that we often encounter in our daily lives, such as traffic accidents, congestion, and finding alternative routes. One of the technologies that can help in solving these problems is using Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) technology that allows good and efficient productivity and mobility. Due to the high mobility of vehicles and varying road conditions, a serious problem in VANET is the efficiency of the process of finding and maintaining network routes. In this research, we tested the performance of the routing protocol DSR (Dynamic Source Routing) and then compare it with routing protocol DSDV (Destination Sequenced Distance Vector) on vehicle optimization in Makassar City in the area around Karebosi Field using the SUMO (Simulation for Urban Mobility) and NS3 (Network Simulator 3) applications. The performance testing uses Quality of Service parameters including packet delivery ratio (PDR), end to end delay (E2D), throughput, and routing overhead (RO). From the results of research using scenarios of 30,50, 70, 90 nodes, DSR has the best performance at node 70 with excellence in PDR and throughput values, the best end to end delay at node 30 and the best routing overhead at node 90. So that DSR has good PDR performance at the number of vehicle nodes 70 and DSR has good end to end delay, throughput and routing overhead performance at the number of vehicle nodes 30 in urban environments in Makassar City. The results of the comparison of DSR and DSDV performance show that DSR is superior in PDR, throughput, end to end delay and RO values compared to DSDV. Because in DSDV sending packets between nodes does not communicate as a whole in each node so that this routing protocol does not work well in communication between nodes. So DSR is better used in VANET networks compared to DSDV in urban environments in Makassar City.

Keywords: DSR, DSDV, VANET



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
I.4 Ruang Lingkup.....	3
I.5 Sistematika dan Organisasi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Protokol <i>Routing</i>	5
II.2 Protokol <i>Routing</i> DSR.....	7
II.3 Protokol <i>Routing</i> DSDV	9
II.4 Parameter QOS	11
<i>Simulation of Urban Mobility (SUMO)</i>	13
<i>Network Simulator 3 (NS3)</i>	13



II.7 <i>OpenStreetMap</i> (OSM)	14
II.8 <i>Java OpenStreetMap</i> (JOSM)	15
II.9 <i>Tracmetrics</i>	16
II.10 Penelitian Terdahulu.....	16
BAB III METODE PENELITIAN	19
III.1 Rencana Penelitian	19
III.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	20
III.3 Kebutuhan Sistem	22
III.4 Teknik Pengumpulan Data.....	22
III.5 Teknik Analisis	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Perancangan Skenario Simulasi	27
4.2 Pengujian Konfigurasi.....	33
4.3 Hasil Uji Coba.....	35
4.4 Analisis <i>Quality of Service</i> (QoS).....	38
4.5 Analisis Perbandingan DSR dan DSDV	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	53



DAFTAR GAMBAR

2.1 <i>Route discovery</i> pada DSR.....	7
2.2 Paket RRER pada DSR	8
3.1 Diagram Alir Penelitian	21
3.2 Peta Lokasi Penelitian.....	22
3.3 Diagram Alir Perancangan Peta Simulasi	25
3.4 Diagram Alir Perancangan Simulasi di NS3.....	26
3.5 Tahap Penelitian.....	27
4.1 Tampilan OSM peta Kawasan Lapangan Karebosi	28
4.2 Penyuntingan peta pada JOSM	29
4.3 Tampilan Map pada aplikasi SUMO.....	31
4.4 Tampilan <i>mobility.tcl</i>	32
4.5 (a) Animasi Pengiriman paket pada NetAnim dengan DSR	34
4.5 (b) Animasi Pengiriman paket pada NetAnim dengan DSDV.....	34
4.6 Tampilan awal <i>Tracemetrics</i> saat file trace selesai dieksekusi	35
4.7 Tampilan detail tiap <i>node</i> pada <i>Tracemetrics</i>	35
4.8 Tampilan detail tiap <i>streams</i> pada <i>Tracemetrics</i>	36
4.9 <i>Packet Delivery Ratio</i> protokol <i>routing</i> DSR dan DSDV	38
4.10 <i>End to End Delay</i> protokol <i>routing</i> DSR dan DSDV	40
4.11 <i>Throughput</i> protokol <i>routing</i> DSR dan DSDV	41
4.12 <i>Routing Overhead</i> protokol <i>routing</i> DSR dan DSDV	42



DAFTAR TABEL

2.1 Kategori <i>end to end delay</i>	13
2.2 Kategori <i>throughput</i>	14
3.1 Spesifikasi Perangkat Keras yang digunakan	23
3.2 Parameter Uji Coba	24
4.1 Hasil <i>Quality of Service</i> Pada DSR dan DSDV	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kode sumber pemanggilan routing protocol	53
Lampiran 2 Kode sumber memberikan IP pada setiap node.....	54
Lampiran 3 Kode sumber menentukan jumlah node pengirim dan penerima	55
Lampiran 4 Kode sumber pemanggilan Netanim dan ASCII Trace	56
Lampiran 5 Kode sumber uji coba skenario pada DSR node 30	56
Lampiran 6 Kode sumber uji coba skenario pada DSR node 50	57
Lampiran 7 Kode sumber uji coba skenario pada DSR node 70	57
Lampiran 8 Kode sumber uji coba skenario pada DSR node 90	58
Lampiran 9 Kode sumber uji coba skenario pada DSDV node 30	58
Lampiran 10 Kode sumber uji coba skenario pada DSDV node 50	59
Lampiran 11 Kode sumber uji coba skenario pada DSDV node 70	59
Lampiran 12 Kode sumber uji coba skenario pada DSDV node 90	60



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini berjudul **“STUDI KINERJA PROTOKOL ROUTING DSR PADA OPTIMALISASI KENDARAAN DI JALAN SUDIRMAN-AHMAD YANI KOTA MAKASSAR MENGGUNAKAN APLIKASI SUMO DAN NS3”**. Penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata-1 di Departemen Teknik Elektro Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, sangatlah sulit untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Baik di masa perkuliahan sampai dengan masa penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada.

1. Allah S.W.T yang telah memberikan Kesehatan dan Keselamatan selama melakukan penelitian Tugas Akhir ini.
2. Rasulullah Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam sebagai panutan serta tauladan dalam berakhlak, bermuamalah dan menjalankan Amanah serta sunnah beliau dalam melaksanakan penelitian tugas akhir.
3. Orang Tua tercinta dan keluarga, yang telah memberikan dukungan moril maupun materil serta doa yang tak pernah putus selama penulis menjalankan pendidikan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
4. Ibu Andini Dani Achmad, ST., MT., selaku pembimbing utama dan Bapak Prof. Dr. Ir. H. Andani Achmad, MT., selaku dosen pembimbing II yang telah menyempatkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Eng. Wardi, ST., M.Eng., selaku penguji utama dan Ibu Ida Rachmaniar Sahali, ST., MT., selaku penguji kedua yang telah memberi saran dan kritikan dalam penyusunan tugas akhir.



dan ibu Dosen/Staf di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas didikan dan arahnya selama masa perkuliahan.

7. Teman-Teman Lab Jaringan Komputer: Fina, Ihsanul, Kiky, Amirul, Muslimin, Renia, dan Naziha yang telah menemani penulis selama penelitian di Laboratorium.
8. Teman-teman CAL18RATOR yang telah banyak menemani penulis baik suka dan duka dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.
9. Serta teman-teman lainnya yang Namanya tidak dapat saya sebutkan semua yang telah memberikan dukungan dan semangat selama masa penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini mungkin masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran serta masukan yang membangun dari semua pihak. Semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi penulis sendiri maupun kepentingan Bersama.

Gowa, 29 Oktober 2023

Penulis



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era saat ini ditunjukkan dengan terciptanya berbagai macam teknologi yang dapat membantu dalam meningkatkan produktivitas manusia. Seiring dengan perkembangan tersebut, ada pula permasalahan lain yang sering kita jumpai di kehidupan sehari-hari, seperti kecelakaan lalu lintas, kemacetan, dan pencarian rute alternatif.

Pertumbuhan kendaraan bermotor sangat pesat di Makassar, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik jumlah kendaraan bermotor tercatat sebanyak 1.740.793 unit per tahun 2021. Pada saat yang sama, populasi Makassar adalah 1,5 juta jiwa. Artinya, selisih antara penduduk kota Makassar dengan kendaraan sekitar 200.000. (Sulsel, 2021). Pertumbuhan yang tak terkontrol ini dapat mengakibatkan kemacetan terjadi di beberapa jalan yang ada di Kota Makassar. Meskipun sudah ada upaya pemerintah seperti pengaturan *traffic*, perluasan jalan, pembangunan *fly over* telah dilakukan namun solusi ini tidak mampu menyelesaikan permasalahan tersebut.

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. Jaringan VANET adalah jaringan dengan *node-node* berupa kendaraan-kendaraan yang *mobile*. Kendaraan ini dapat berkomunikasi dengan kendaraan lain maupun dengan berbagai perangkat komunikasi di sepanjang jalan raya. VANET merupakan hasil pengembangan dari MANET (*Mobile Ad-hoc Network*) khusus untuk kendaraan bermotor (Dixit et al, 2016). Dalam melakukan komunikasi, *node* menggunakan protokol *routing* untuk mengirimkan paket data yang bersifat statis, dimana perutean paket akan mengikuti gerakan *node* yang mengakibatkan jaringan VANET bersifat dinamis. Karena hal inilah yang mempengaruhi kinerja dari suatu protokol *routing*. Protokol *routing* merupakan kunci utama dalam terbentuknya sebuah



komunikasi antar kendaraan yang handal, kontinu, dan aman. Sebagian besar pengaplikasian dari VANET adalah untuk mewujudkan pengelolaan lalu lintas yang aman dan nyaman dengan bisa mengurangi kemacetan, memberikan peringatan kondisi jalan sekitar, dan menghindari terjadinya kecelakaan (Singh dan Agrawal, 2014). Dikarenakan mobilitas kendaraan cukup tinggi dan kondisi jalan yang bervariasi, maka permasalahan yang cukup serius dalam VANET adalah efisiensi proses pencarian dan mempertahankan rute jaringan. Salah satu solusi dari masalah VANET tersebut adalah dengan menerapkan protokol *routing* yang kompatibel, seperti DSR dan DSDV.

DSR atau *Dynamic Source Routing* adalah salah satu jenis protokol *routing* yang terdapat pada VANET yang tergolong kedalam protokol *routing* reaktif karena bekerja berdasarkan *routing* dari *node* sebelumnya. DSR dapat mengurangi bandwidth yang overhead dan menghindari pembaruan *routing* yang besar. Namun karena mobil yang bertindak sebagai *node* terus bergerak dan mengubah topologi jaringan. DSR membutuhkan waktu lebih lama untuk menemukan jalur, sehingga nilai delay dan packet loss menjadi besar (Kamarullah, 2017). DSDV atau *Destination Sequenced Distance Vector* adalah salah satu protokol *routing* proaktif yang bersifat *table driven routing*, dimana tiap *node* mempunyai tabel *routing* yang akan meng-*update* secara periodik. DSDV dapat digunakan untuk mengatasi *routing loop*. Setiap *node* dalam DSDV memelihara tabel *routing* yang berisi sequenced number, alamat *node* destination, dan daftar jumlah hop yang diperlukan untuk mencapai tujuan (Hilman dan Suryadi, 2018). Ditinjau dari metrik QoS yakni *throughput*, *delay*, dan *packet loss*, secara keseluruhan performa protokol routing DSR lebih unggul dari DSDV pada jaringan MANET (*Mobile Ad-Hoc Network*) (Mustaftih Irsal U, 2018).

Kinerja DSR efisien karena terdapat *route chase* sehingga jika terdapat node yang ingin berkomunikasi kembali maka tidak perlu melakukan pencarian rute sedangkan kinerja DSDV efisien karena secara berkala melakukan *update* memelihara *route request* ke seluruh tujuan dan disimpan dalam *routing* sehingga tidak perlu terlalu sering mencari *route request* baru saat akan kukan pengiriman paket data karena rute ke *node* tujuan sudah ada.



Pada tugas akhir ini, dilakukan penelitian tentang pengujian kinerja protokol *Routing DSR (Dynamic Source Routing)* dan *DSDV (Destination Sequenced Distance Vector)* menggunakan jaringan VANET (*Vehicular Ad-Hoc Network*) pada optimalisasi kendaraan di Kota Makassar yaitu di jalan sekitaran area lapangan Karebosi dimana lokasi tersebut kepadatan kendaraannya cukup stabil di waktu tertentu. Protokol DSR memiliki nilai performansi lebih unggul digunakan di kondisi lingkungan perkotaan (Puji Dwika Pradana, 2017) dan protokol DSDV efektif untuk jaringan *ad-hoc* dengan populasi rendah karena perubahan topologi juga relatif rendah (Made Dia Agustya, 2015). Parameter uji kinerja dalam penelitian ini yaitu PDR, RO, E2D, *Throughput*. Penelitian ini mensimulasikan protokol *routing* menggunakan *Network imulator 3 (NS3)*, *Simulation for Urban Mobility (SUMO)*, *OpenStreetMap* yang digunakan untuk pengambilan rute simulasi, serta *tracemetrics* sebagai aplikasi untuk menganalisis kinerja protokol. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai kinerja dari protokol *routing* yang digunakan pada jaringan VANET di Kota Makassar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Bagaimana kinerja protokol DSR (*Dynamic Source Routing*) dalam mengoptimalkan kendaraan di jalan sekitaran Lapangan Karebosi menggunakan *Software SUMO* dan NS3 pada jaringan VANET?
2. Bagaimana kinerja protokol DSR dibandingkan dengan DSDV (*Destination Sequenced Distance Vector*) dalam mengoptimalkan kendaraan di jalan sekitaran Lapangan Karebosi menggunakan *Software SUMO* dan NS3 pada jaringan VANET?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

Untuk menganalisis kinerja protokol DSR (*Dynamic Source Routing*) dalam mengoptimalkan kendaraan di jalan sekitaran Lapangan



Karebosi menggunakan *Software* SUMO dan NS3 pada Jaringan VANET.

2. Untuk mengetahui bagaimana kinerja protokol DSR dibandingkan dengan DSDV (*Destination Sequenced Distance Vector*) dalam mengoptimisasi kendaraan di jalan sekitaran Lapangan Karebosi menggunakan *Software* SUMO dan NS3 pada Jaringan VANET.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan gambaran tentang kinerja protokol *Routing* DSR dan DSDV terhadap optimalisasi kendaraan.

1.5 Ruang Lingkup

Untuk mengoptimalkan penelitian, maka akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Protokol *Routing* yang digunakan adalah *Dynamic Source Routing* (DSR) dan DSDV (*Destination Sequenced Distance Vector*).
2. Jalur simulasi menggunakan peta nyata di sekitaran area Lapangan Karebosi, yaitu jalan Jenderal Sudirman, Ahmad Yani, R.A Kartini, Kajaolalido, dan sekitarnya.
3. Kinerja protokol diuji menggunakan *software Simulation of Urban Mobility* (SUMO), *Network Simulator 3* (NS-3) dan *Tracemetrics*.
4. Jaringan yang digunakan adalah VANET (*Vehicular Ad-Hoc Network*)
5. Parameter QoS yang diukur adalah *Packet Delivery Ratio*, *End To End Delay*, *Throughput*, dan *Routing Overhead*.

1.6 Sistematika dan Organisasi

Agar pembahasan yang disajikan lebih sistematis, maka penelitian ini akan terbagi menjadi lima bab. Isi masing-masing dari bab diuraikan secara singkat dibawah ini:



DAFTAR PENDAHULUAN, berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan Manfaat Penelitian, Ruang Lingkup, dan Sistematika dan Organisasi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi tentang teori dasar yang menunjang dan berhubungan dalam penulisan laporan ini.

BAB III METODE PENELITIAN, berisi tentang perancangan skenario simulasi, membahas Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, waktu dan lokasi penelitian, metode pengumpulan data, serta metode analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi pengujian scenario simulasi dan analisis hasil simulasi dari scenario penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP, berisi simpulan dan saran-saran dari penulis yang perlu di tingkatkan dalam penelitian di kemudian hari.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Protokol *Routing*

Protokol adalah seperangkat aturan yang memandu setiap komputer untuk bertukar data melalui media jaringan, sedangkan *routing* adalah proses pemindahan data dari pengirim ke penerima melalui jaringan (Fitri Amilia, 2014). *Routing* adalah proses dimana router meneruskan paket ke jaringan tujuan. *Router* membuat keputusan berdasarkan alamat IP tujuan paket. Semua *router* menggunakan alamat IP tujuan untuk mengirim paket. Agar keputusan *routing* benar, router harus belajar bagaimana mencapai tujuan. Protokol *routing* adalah mekanisme yang mengarahkan *node* untuk meneruskan paket antar perangkat jaringan (Syamsu, 2014).

Internet Engineering Task Force (IETF) telah menstandarkan jenis protokol *routing* untuk jaringan ad hoc, yaitu protokol *routing* reaktif, proaktif, dan hybrid. Protokol reaktif terdiri dari protokol *routing* seperti *Dynamic Source Routing* (DSR), *Ad Hoc On Demand Distance Vector* (AODV), *Temporally Ordered Routing Algorithm* (TORA), *Associative Based Routing* (ABR), *Signal Stable Routing* (SSR), sedangkan protokol *routing* proaktif terdiri dari *Destination Sequence Distance Vector* (DSDV), *Cluster Switch Gateway Routing* (CSGR), *Wireless Routing Protocol* (WRP), *Optimized Linkstate*, *Geographic Routing Protocol* (GRP) (Yunanto, 2015).

Berdasarkan strategi penemuan *Routing*, perutean dibagi menjadi *Reactive routing*, *Proactive routing*, dan *Hybrid routing*.

2.2.1 *Reactive Routing* (perutean reaktif)

Jenis protokol perutean ini membuat rute hanya ketika *node* sumber perlu berkomunikasi dan tidak perlu mempertahankan informasi perutean semua *node* secara *real-time* seperti protokol *routing table-driven* (Hua Yang, 2019).

dengan protokol *routing* reaktif menggunakan tabel *routing* untuk menyimpan informasi *routing* dan informasi dari *node* yang terhubung lainnya. Ketika topologi jaringan berubah, setiap *node* yang terhubung ke



jaringan harus memperbarui tabel *routing*nya. Protokol reaktif adalah protokol yang *on-demand* (sesuai permintaan), protokol ini memulai proses pencarian rute ketika sebuah *node* diminta untuk berkomunikasi dengan *node* lainnya (Hua Yang, 2019).

2.2.2 Proactive Routing (Perutean Proaktif)

Sebagian besar protokol proaktif menggunakan algoritma jalur terpendek untuk menentukan rute yang dipilihnya. Berdasarkan protokol *routing* wireline, semua *node* memelihara tabel *routing* yang berisi informasi *routing* dari satu *node* ke *node* lainnya. Ketika topologi jaringan berubah, *node* mempertahankan tabel *routing* yang diperbarui dengan bertukar informasi *routing* sehingga tabel *routing* dapat mencerminkan informasi topologi jaringan secara akurat. Protokol *routing* proaktif berbasis *table driven* yaitu setiap *node* menyimpan tabel informasi *routing* ke setiap *node* yang diketahui. Informasi *routing* tersebut diupdate secara berkala saat terjadi perubahan koneksi, karena informasi *routing* selalu tersedia dan diupdate secara berkala dibandingkan dengan protokol *routing* reaktif (Fitri Amilia, 2014).

2.2.3 Hybrid Routing (Perutean Hybrid)

Protokol ini menggabungkan keuntungan dari protokol *routing* reaktif dan proaktif untuk menyediakan protokol *routing* yang paling efisien. Protokol *routing* hybrid menggunakan sifat protokol *routing* reaktif dan proaktif untuk menemukan rute terbaik berdasarkan kebutuhan dan kondisi (*on demand*) dengan jaringan yang terus diperbarui. Selain itu, dalam protokol *routing* hybrid, paket *Route Request* (RREQ) dan *Route Reply* (RREP) dikirim setelah permintaan *routing* pada interval waktu tertentu (Yunanto, 2015).

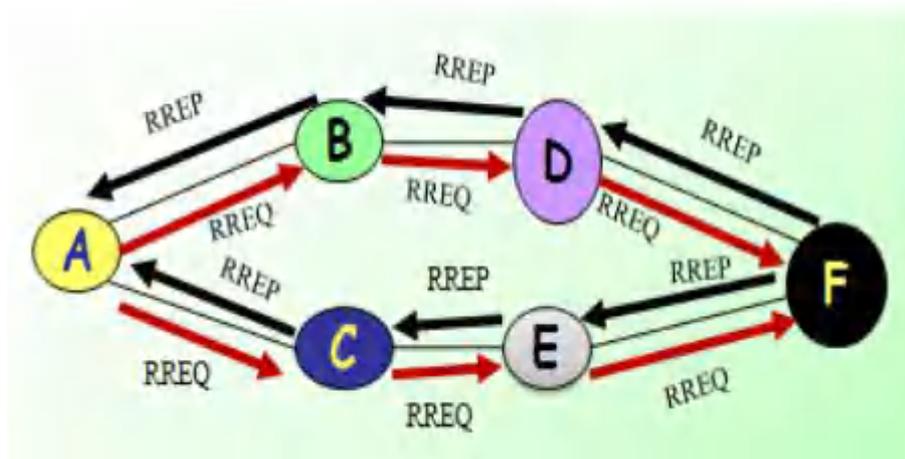
2.2 DSR (Dynamic Source Routing)

Dynamic Source Routing (DSR) merupakan salah satu *routing protocol* pada VANET yang termasuk dalam *reactive protocol* karena bekerja berdasarkan *routing* dari *node* sebelumnya. Setiap *node* harus memiliki tabel *routing* dan entri tabel *routing* yang diperbarui berdasarkan perubahan topologi. Jaringan DSR dapat diatur secara independen karena tidak memerlukan infrastruktur atau manajemen jaringan. Setiap *node* bekerja sama

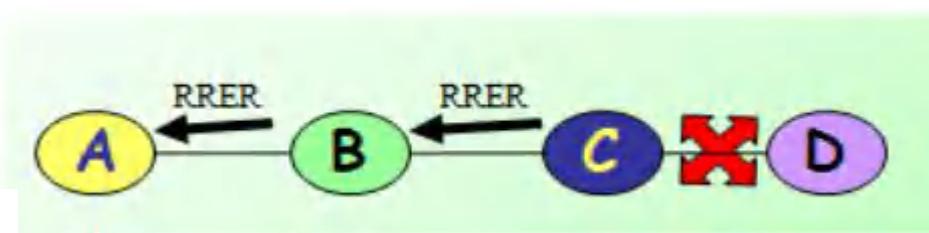


untuk meneruskan paket hingga komunikasi antar *node* dalam jarak tertentu secara otomatis terjalin (Kamarullah Kevianda, 2017). Dengan DSR, setiap sumber menentukan rute yang digunakan untuk mengirim paketnya ke tujuan yang ditentukan. DSR memiliki dua fungsi utama yaitu *route discovery* dan *route maintenance*. *Route Discovery* menentukan rute optimal untuk transmisi antara sumber dan tujuan tertentu. *Route Maintenance* memastikan bahwa jalur transmisi tetap optimal dan bebas loop ketika kondisi jaringan berubah, bahkan jika perubahan rute diperlukan selama transmisi.

Protokol Dynamic Source Routing (DSR) memiliki banyak fitur yang sama dengan protokol routing AODV, DSR memiliki konsep berbasis vektor dan menggunakan pendekatan *multi-hop*. DSR juga memiliki dua fungsi utama yang mirip dengan AODV, yaitu *route discovery* dan *route maintenance*. Perbedaan utama antara AODV dan DSR adalah jumlah rute yang ditemukan pada setiap pencarian rute atau *route discovery* (Hasbi & Husni, 2015).



Gambar 2.1: Route discovery pada DSR



Gambar 2.2: Paket RREP pada DSR



Route Discovery pada DSR terjadi ketika *node* sumber membutuhkan rute untuk berkomunikasi dengan *node* tujuan, kemudian *node* sumber mengirimkan paket *route request* (RREQ) secara *broadcast* ke *node* tetangga di jaringan dan menunggu *route reply* (RREP). Proses pencarian rute pada DSR ditunjukkan pada Gambar II.1 (Hasbi & Husni, 2015).

Jika *node* A (*node* sumber) ingin berkomunikasi dengan *node* F (*node* tujuan), *node* A terlebih dahulu mengirimkan paket RREQ secara *broadcast* ke *node-node* tetangganya, yaitu *Node* B dan C. Dalam hal ini, jika *node* tersebut adalah *Node* B dan *Node* C bukan *node* tujuan, maka *node* tersebut akan mengirimkan paket RREQ ke *node* tetangganya tetapi tidak ke *node* sumber. Juga, *node* B dan *node* C akan membentuk *set up reverse path*. Proses tersebut berulang sampai *node* tujuan yaitu *node* F menerima paket RREQ. Selanjutnya, *Node* F mengirimkan paket RREP sebagai tanggapan atas paket RREQ yang diterimanya. *Node* yang menerima paket RREP membentuk *set up forward* (Hasbi & Husni, 2015).

Route maintenance dalam DSR merupakan pengembangan sederhana yg terdapat dalam *route maintenance* AODV. DSR juga memakai paket *route error* (RRER) buat mengirimkan pesan *error*. Proses pengiriman paket RRER dalam DSR ditunjukkan dalam Gambar II.2 (Hasbi & Husni, 2015)..

Pada waktu terjadi kerusakan link yang menghubungkan antara *node* C dengan *node* D, maka *node* C akan mengirimkan paket RRER ke *node* D, juga *node* C akan mengirimkan paket RRER ke *node* B. Selanjutnya, *node* B akan mengirimkan paket RRER ke *node* A. Setelah *node* A menerima paket RRER, maka proses komunikasi akan dilakukan Kembali menggunakan rute cadangan jika masih tersedia. Bila tidak tersedia rute cadangan, maka *node* A akan melakukan proses *route discovery* (Hasbi & Husni, 2015).

Protokol ini adalah protokol *routing* yang mempunyai *overhead* yang rendah, akan tetapi bisa menyesuaikan perubahan yang terjadi dalam jaringan. DSR memilih & membentuk rute bila terdapat permintaan & esain untuk bekerja dalam jaringan *ad-hoc multihop* tanpa adanya kendali pusat. Protokol ini tidak memerlukan pesan *routing* yang periodik, penginderaan status jalur komunikasi, paket buat mendeteksi *node-node*



tetangga, sebagai akibatnya bisa mengurangi kebutuhan *bandwidth* untuk *overhead*, menghindari proses perbaruan *routing* yang besar, & lebih hemat baterai. DSR menggunakan *source routing* dengan informasi rute atau urutan *node* lengkap yang tercantum dalam *overhead* (Rosida, 2017).

2.3 DSDV (Destination Sequenced Distance Vector)

Protokol *routing Destination Sequenced Distance Vector* (DSDV) adalah protokol *routing* berbasis *table driven* dimana setiap *node* memiliki tabel *routing* yang diperbarui secara berkala. *Routing loop* dapat diatasi dengan DSDV. Setiap *node* dalam protokol *routing* DSDV memelihara tabel *routing* yang berisi *sequenced number* (nomor urut), alamat *node* tujuan, dan daftar jumlah *hop* yang diperlukan untuk mencapai tujuan. *Sequenced number* digunakan untuk memungkinkan *node* seluler membedakan antara rute lama dan baru. Untuk menjaga konsistensi tabel *routing*, setiap *node* secara teratur mengirimkan table *routing* melalui jaringan (Hilman A dan Suharyadi, 2018).

Dalam protokol *routing* DSDV, *sequence number* dihasilkan oleh setiap *node* dalam jaringan, yang mengirimkan pesan setiap kali ada perubahan dalam jaringan. Hal ini dapat disebabkan karena:

- *Update* secara periodik oleh masing-masing *node* dimana setiap *node* akan mengirimkan pesan secara *periodic*.
- Jika terdapat *node* yang bergerak sehingga *node* tetangga akan mengirimkan pesan ditandai dengan nilai *sequence number* yang baru.

Dengan metode *routing* DSDV, setiap *node* memelihara sebuah *table forwarding* dan menyebarkan *table routing* ke *node* tetangga. *Table routing* memuat informasi sebagai berikut:

- Alamat *node* tujuan
- Jumlah *hop* yang diperlukan untuk mencapai *node* tujuan.
- *Sequence number* dari informasi yang diterima



ll Time

l routing akan di *update* secara berkala untuk menyesuaikan jika terjadi perubahan topologi jaringan (ada *node* bergerak atau berpindah tempat) dan

untuk menjaga konsistensi tabel *routing* yang ada. *Sequence number* baru akan dihasilkan oleh setiap *node* jika tabel *routing* diperbarui (Aris Ismail dkk, 2019).

Jika tabel *routing* telah diperbarui, rute akan dipilih untuk mencapai *node* tujuan dengan kriteria sebagai berikut:

- a *Routing table* dengan nilai *sequence number* terbaru akan dipilih. *Sequence number* terbaru ditandai dengan nilai *sequence number* yang lebih tinggi dari *sequence number* sebelumnya.
- b Jika *sequence number* yang dihasilkan sama maka nilai *metric* yang dilihat dan nilai *metric* terkecil akan dipilih.

Setiap *node* akan memiliki *forwarding table* yang berisi informasi tabel *routing* dan informasi lainnya seperti *install time*. *Install time* akan berisi waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan tabel *routing node* tujuan. Jika *install time* bernilai besar, ini menandakan adanya *link* yang putus antara *node* asal dan *node* tujuan. *Install time* digunakan sebagai dasar keputusan untuk menghapus rute tertentu yang terputus dengan *node* asal. Dengan penggunaan DSDV, penghapusan rute akan jarang terjadi, tetapi *install time* tetap digunakan untuk memantau rute yang terputus dari *node* asal dan mengambil tindakan jika hal ini terjadi (Aris Ismail dkk, 2019).

Link yang rusak akan ditandai dengan nilai metrik tak terhingga dan *node* asal akan mengeluarkan *sequence number* ganjil untuk *node* tujuan. *Sequence number* yang ganjil akan disebarkan ke *node* lain sehingga semua *node* dalam jaringan mengetahui bahwa ada *link* yang putus untuk *node* tujuan dengan *sequence number* ganjil *table routing* akan diupdate secara berkala untuk menyesuaikan jika terjadi perubahan topologi jaringan (ada *node* bergerak atau berpindah tempat) dan untuk menjaga konsistensi tabel *routing* yang ada. *Sequence number* baru akan dihasilkan oleh setiap *node* jika tabel *routing* diperbarui (Aris Ismail dkk, 2019).



ing pada jaringan DSDV dapat dihindari dengan menggunakan *sequence* *ner*, dimana setiap *node* untuk setiap perubahan pada jaringan

menghasilkan *sequenced number* yang baru. Oleh karena itu, *node* lain akan diberi tahu tentang peristiwa yang terjadi baru-baru ini berkat nilai *sequence number*. Semakin besar nilai *sequence number*, semakin baru pesan diterima. *Sequence number* yang lebih rendah menunjukkan bahwa acara tersebut kedaluwarsa (Aris Ismail dkk, 2019).

2.4 Parameter Kinerja QoS (*Quality of Service*)

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan jaringan untuk mencapai efisiensi maksimum yang ditentukan oleh parameter tertentu. Khusus pada suatu jaringan, kemampuan ini mengatasi masalah seperti kepadatan trafik, waktu pengiriman yang lama dan masalah lain dalam mentransfer data atau informasi dari pengirim ke penerima.

Menurut standar IEEE 802.11, parameter pengukuran kinerja jaringan terdapat pada tingkat *MAC Layer*. Parameter ini umumnya tidak jauh berbeda dengan parameter pengukuran pada jaringan ad hoc. Parameter yang dibutuhkan antara lain *Packet Delivery Ratio* (PDR), *Routing Overhead* (RO), *End-to-End Delay* (E2D), dan *Throughput*. Penjelasannya adalah sebagai berikut (Kamarullah, 2017) :

1. *Packet Delivery Ratio* (PDR)

Packet Delivery Ratio (PDR) adalah rasio jumlah paket yang diterima oleh *node* tujuan dengan jumlah paket yang dikirim oleh *node* pengirim. Besarnya rasio ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ukuran paket, jarak pengiriman dan mobilitas *node*. Jika paket dikirim lengkap, artinya penerima telah menerima seluruh paket sebelum batas waktu habis. Sebaliknya, jika paket tidak terkirim secara lengkap, ini menandakan bahwa paket tersebut hilang. Berikut ini rumus yang digunakan dalam perhitungan PDR:

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

Hal terpenting saat menghitung jumlah pengiriman paket adalah memilih rute yang tepat. Rute-rute ini membutuhkan daya tahan yang lebih lama daripada rute yang lebih sedikit. Akan lebih baik jika *node* pengirim memiliki informasi tentang rute yang akan dipilih daripada menggunakan rute terpendek.



Karena rute terpendek tentu banyak digunakan yang menyebabkan rute overhead (Kamarullah, 2017).

2. *Routing Overhead* (RO)

Routing overhead (RO) adalah jumlah paket kontrol *routing* yang dikirim per paket data yang dikirim ke tujuan selama simulasi terjadi. RO dihitung berdasarkan rute paket yang dikirim. Baris *trace file* yang berisi RO ditandai dengan paket yang bertipe *send(s)/forward(f)* dan berisi header paket protokol DSR (Hasbi & Husni, 2015). Rumus untuk *routing overhead* dapat dilihat pada Persamaan 2 di bawah ini:

$$RO = \frac{\text{Jumlah paket routing}}{\text{jumlah paket data yang diterima}} \quad (2)$$

3. *End-to-End Delay* (E2D)

End-to-end Delay (E2D) dihitung dari rata-rata delay antara waktu paket diterima hingga dikirim (Hasbi & Husni, 2015). *End-to-end delay* adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan paket data dari *node* sumber untuk mencapai *node* tujuan. *Delay* yang dihitung termasuk *delay* yang disebabkan oleh antrian dalam transmisi paket data dan proses penemuan rute. Hanya paket data yang berhasil dikirim ke tujuan yang dihitung. (Tania Almira, 2018). *End-to-end Delay* dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

$$E2D = \frac{\text{waktu paket diterima} - \text{waktu paket dikirim}}{\text{jumlah paket data yang dikirim}} \quad (3)$$

Pada tabel 2.1 diperlihatkan kategori dari *end to end delay* menurut TIPHON:

Tabel 2.1 Kategori *end to end delay*

Kategori <i>Delay</i>	Nilai <i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 – 300 ms	3
Sedang	300 – 450 ms	2
Jelek	>450 ms	1

(Sumber: TIPHON)

4. *Throughput*



Throughput adalah istilah yang mendefinisikan jumlah bit yang diterima dalam waktu tertentu dalam bit per detik, yang merupakan kecepatan transfer data sebenarnya dari suatu jaringan (Nauval, n.d). *Average*

Throughput adalah kecepatan rata-rata transfer data yang berhasil dalam satuan waktu tertentu. Satuan kinerja adalah *kilobit per second* (Kb/s atau Kbps). *Throughput* disebut juga sebagai *bandwidth* dalam kondisi yang sebenarnya. *Bandwidth* lebih bersifat tetap sementara *throughput* bersifat dinamis tergantung dengan trafik yang sedang terjadi (Tania Almira, 2018). Semakin tinggi nilai *throughput* yang dihasilkan maka semakin baik kinerja jaringan VANET dan sebaliknya (Dedy Andrian, 2019). *Throughput* dapat dihitung juga dengan menggunakan persamaan (4).

$$\textit{Throughput} = \frac{\textit{jumlah paket yang berhasil dikirimkan} \times \textit{ukuran paket}}{\textit{waktu yang diperlukan untuk pengiriman}} \quad (4)$$

Pada tabel 2.2 diperlihatkan kategori dari *throughput* menurut TIPHON:

Tabel 2.2 Kategori *Throughput*

Kategori <i>Throughput</i>	Nilai <i>Throuhgput</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	<25	1

(Sumber: TIPHON)

2.5 Simulation of Urban Mobility (SUMO)

SUMO (*Simulation of Urban Mobility*) adalah simulasi lalu lintas mikroskopis murni. Setiap kendaraan diidentifikasi dengan ID (nama), waktu keberangkatan dan rute kendaraan melalui jaringan. Karakteristik keberangkatan dan kedatangan seperti jalur yang digunakan, kecepatan atau lokasi dapat ditentukan. Setiap kendaraan dapat diberi tipe yang menggambarkan karakteristik fisik kendaraan dan variabel model pergerakan yang digunakan (Michael, n.d).

SUMO memungkinkan untuk menghasilkan keluaran yang berbeda untuk setiap simulasi yang dijalankan. Mulai dari *loop* induktif yang disimulasikan untuk posisi masing-masing kendaraan tunggal hingga nilai kompleks yang merupakan informasi tentang perjalanan setiap kendaraan dan tindakan agregat di jalan atau jalur. Mungkin aplikasi SUMO yang paling populer adalah pemodelan lalu lintas dalam penelitian komunikasi V2X



- *vehicle-to-vehicle* dan *vehicle – to – infrastructure*. SUMO biasanya dihubungkan dengan simulasi komunikasi eksternal seperti NS2 atau NS3 menggunakan TraCI yang berfungsi untuk simulasi kendaraan (Michael, n.d).

2.6 Network Simulator (NS3)

Network Simulator 3, atau lebih dikenal dengan NS3, adalah simulator jaringan yang berguna untuk mempelajari sifat dinamis jaringan telekomunikasi. Simulasi dari *wired* juga *wireless network* (algoritme perutean, RCP, UDP, dll.) dapat dilakukan dengan NS3. . Tujuan utama NS3 adalah untuk mendukung kegiatan penelitian dan pembelajaran di bidang networking. Bahasa yang digunakan pada NS3 adalah C++ atau Python (Anonim, 2016).

Secara struktural, C++ pada NS3 tampaknya lebih kompleks daripada bahasa TCL yang digunakan di NS2. Namun NS3 lebih mudah digunakan karena sudah menyertakan library yang bisa kita panggil untuk memenuhi kebutuhan kita. Infrastruktur NS3 sendiri mendukung pengembangan model simulasi realistis dengan properti yang mirip dengan emulator jaringan. NS3 selain dapat digunakan sebagai simulator jaringan berbasis IP juga dapat digunakan sebagai simulator jaringan berbasis non IP (Anonim, 2016).

2.4.1 Kelebihan

- a. Sebagai perangkat lunak simulasi pembantu analisis dalam riset atau penelitian.
- b. Memiliki *tool* validasi yang berfungsi untuk menguji validitas pemodelan yang ada pada NS-3.
- c. Pembuatan simulasi lebih mudah dibandingkan dengan *software developer* yang lain.
- d. Bersifat *open source*.
- e. Pada NS-3 user tinggal membuat topologi dan scenario simulasi yang sesuai dengan kebutuhan.



4.2 Contoh Simulasi NS3

- a. TCP/UDP/RTP
- b. *Traffic behavior* (FTP, Telnet, CBR, dll)
- c. Queue management (RED, FIFO, CBQ)
- d. Algoritma *routing Unicast* (Distance Vector, Link State) dan *multicast*
- e. PIM SIM, PIM DM, DVMRP, *Shared Tree* dan *Bi directional Shared Tree*
- f. Aplikasi multimedia yang berupa *layered video*
- g. QOS audio-video dan *transcoding*

2.4.3 Implementasi

NS3 diimplementasikan antara lain:

- a. MAC (IEEE 802.3, 802.11)
- b. Media jaringan kabel (LAN, WAN, point to point)
- c. Nirkabel (*Mobile IP, Wireless LAN*)

2.7 OpenStreetMap (OSM)

OpenStreetMap adalah alat untuk membuat dan berbagi informasi dalam bentuk peta. Peta OSM disimpan di internet, jadi siapapun bisa menggunakan dan mengaksesnya secara gratis. *OpenStreetMap* bersifat digital, yang membuatnya sangat berguna dan dapat dibagikan untuk kita. Data *OpenStreetMap* kaya akan informasi, akurat, dan update secara real time. Karena setiap pengguna dapat menambah, mengedit, dan menghapus data. Menggunakan *OpenStreetMap* lebih mudah karena terdapat banyak panduan bagi pengguna yang baru mulai menggunakan aplikasi ini. Selain itu, tampilan dan penambahan data pada *OpenStreetMap* dibuat sesederhana mungkin, sehingga pengguna dengan latar belakang keilmuan yang berbeda dapat dengan mudah berpartisipasi dalam penambahan data pada *OpenStreetMap*. Peta *OpenStreetMap* dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan. Semua data *OpenStreetMap* dapat digunakan sesuai kebutuhan, misalnya jika Anda ingin buat data lokasi wisata di lokasi Anda, Anda dapat mencari data *iStreetMap* dan hanya menampilkan tujuan wisata di lokasi Anda tanpa *OpenStreetMap* lainnya (HOT, 2017).



2.8 Java OpenStreetMap (JOSM)

JOSM adalah singkatan dari *Java OpenStreetMap*, yang merupakan editor *OpenStreetMap* berbasis desktop. Dengan JOSM Anda dapat mengedit data peta secara *offline* untuk beberapa waktu tanpa perlu terhubung ke internet setiap saat. Anda hanya memerlukan koneksi internet saat mengunduh data dari *OpenStreetMap* dan mengunggah data ke *server OpenStreetMap* (HOT-PDC, n.d).

2.9 Tracemetrics

Tracemetrics adalah penganalisis *file trace* untuk simulator NS-3. Tujuan dari aplikasi ini adalah untuk melakukan analisis praktis dari trace file yang dihasilkan oleh simulasi dari ns-3, dan sebagai hasilnya menampilkan beberapa metrik tentang kinerja skenario yang disimulasikan. Pada aplikasi ini menampilkan paket yang diterima dan dikirim pada tiap *node*, *throughput/goodput*, dan juga data *stream*. (*TracemetricsGuide*, n.d)



2.10 Penelitian Terkait

Penelitian ini didasari dari beberapa penelitian terdahulu, baik dari jenis penelitian maupun teori yang digunakan yang dapat ditunjukkan sebagai bahan acuan, antara lain:

Nama	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dan Persamaan dengan Penelitian Penulis
1. Kevianda Kamarullah (2017)	Optimasi <i>Cross Layer</i> Untuk Protokol <i>Dynamic Source Routing</i> Pada Komunikasi Antar Kendaraan Berbasis <i>Vehicular Ad-Hoc Networks</i> (VANETs)	Kuantitatif	Metode Optimasi <i>Cross Layer</i> pada Studi ini dapat mengurangi end-to-end delay pada scenario jumlah pasangan koneksi tertentu, juga mengurangi nilai presentase packet loss. Besarnya nilai end-to-end delay dan packet loss dipengaruhi oleh mobilitas <i>node</i> , kepadatan jaringan, dan topologi jaringan yang selalu berubah.	Persamaan: Persamaan pada penelitian ini yaitu menggunakan protokol DSR dengan teknologi komunikasi VANET menggunakan sistem komunikasi V2V (<i>vehicle-to-vehicle communication</i>). Perbedaan: Perbedaan pada penelitian ini yaitu penelitian terdahulu menggunakan <i>Cross Layer</i> sebagai Optimasi untuk DSR sedangkan penulis hanya menggunakan protokol DSR saja.
2. Ahmad Romadan, Linna Oktavianna Sari, Ery Safrianti (2019).	Analisis Perbandingan Kinerja Protokol <i>Routing Proactive</i> dan <i>Reactive</i> Pada <i>Vehicular Ad Hoc Network</i> (VANET) di Kota Pekanbaru	Kuantitatif	Penelitian ini menguji performansi dua <i>Routing Protocol</i> yaitu OLSR dan DSR terhadap perubahan jumlah <i>node</i> pada jaringan VANET. Pengujian dilakukan di lingkungan perkotaan menggunakan peta secara <i>real</i> pada daerah kota Pekanbaru. Padal penelitian ini	Persamaan: Persamaan pada penelitian ini yaitu menggunakan protokol yang sama dan juga teknologi komunikasi yang sama yaitu VANET dengan sistem komunikasi V2V. Perbedaan: Perbedaan pada penelitian yaitu peneliti terdahulu melakukan analisis perbandingan antara protokol OLSR (<i>Optimized Link State Routing</i>) dengan DSR (<i>Dynamic Source</i>



			metrik QoS yang dianalisis adalah <i>Packet delivery ratio</i> dan <i>routing overhead</i> . Dari hasil penelitian Protokol <i>routing</i> DSR unggul pada <i>packet delivery ratio</i> . Sedangkan protokol <i>routing</i> OLSR unggul pada <i>end-to-end delay</i> .	<i>Routing</i>) sedangkan penulis hanya menganalisis kinerja dari protokol DSR.
3. Fitri Amillia, Marzuki, Agustina (2014)	Analisis perbandingan kinerja protokol <i>Dynamic Source Routing</i> (DSR) dan <i>Geographic Routing Protocol</i> (GRP) pada <i>Mobile Ad Hoc Network</i> (MANET)	Kuantitatif	Penelitian ini menguji performansi dua protokol <i>routing</i> yaitu DSR dan GRP dengan parameter pengujian yaitu <i>throughput, delay, media access delay, data dropped, load, dan network load</i> . Hasil pengujian ini diperoleh hasil <i>routing protocol</i> GRP lebih baik dibandingkan DSR dilihat dari nilai parameter <i>throughput, delay, media access delay, dan data dropped</i> , kecuali nilai parameter <i>load dan network load</i>	Persamaan: Persamaan pada penelitian ini yaitu menggunakan protokol DSR. Perbedaan: Perbedaan pada penelitian ini yaitu pada peneliti terdahulu melakukan analisis perbandingan kinerja DSR (<i>Dynamic Source Routing</i>) dan GRP (<i>Geographic Routing Protocol</i>) sedangkan penulis hanya menganalisis kinerja DSR, peneliti terdahulu menggunakan teknologi komunikasi MANET sedangkan penulis menggunakan VANET.
4. Hasbi As Shiddi Qi, ... tyo ... goro, ... nam	Implementasi <i>Routing Protocol</i> DSR pada Skenario <i>Mobility Random Waypoint</i>	Kuantitatif	Pada penelitian ini dilakukan uji kinerja DSR dengan parameter yaitu <i>Packet Delivery Ratio</i> (PDR), <i>Routing</i>	Persamaan: Persamaan pada penelitian ini yaitu menggunakan protokol DSR dan juga parameter pengujian yang sama, yaitu <i>Packet Delivery Ratio</i> (PDR), <i>Routing</i>



Husni (2017)	dengan menggunakan Propagasi Nakagami		<i>Overhead</i> (RO), dan <i>End-to-End Delay</i> . Hasil dari uji coba ini yaitu nilai PDR, E2D dan RO akan mempengaruhi banyaknya jumlah <i>node</i> yang digunakan dalam simulasi, kecepatan maksimal perpindahan <i>node</i> , luas lingkaran jaringan.	<i>Overhead</i> (RO), dan <i>End-to-End Delay</i> . Perbedaan: Perbedaan pada penelitian ini yaitu peneliti terdahulu menggunakan teknologi MANET sedangkan penulis menggunakan teknologi VANET.
5. Mustafih Irsal U (2018).	Analisis Performa Routing Protokol DSR dan DSDV menggunakan NS-3 pada Mobile Ad-Hoc Network (MANET)	Kuantitatif	Pada penelitian ini dilakukan uji performa protoko DSR dan DSDV pada jaringan MANET dengan parameter pengujian yaitu <i>Throughput</i> , <i>Delay</i> , dan <i>Packet Loss</i> . Hasil dari penelitian ini yaitu protokol DSR lebih unggul dari protokol DSDV, Dari parameter tersebut DSR menghasilkan <i>throughput</i> yang lebih besar, sedikit <i>Delay</i> , dan <i>Packet Loss</i> yang stabil dibandingkan dengan DSDV.	Persamaan: Protokol yang digunakan yaitu DSR dan DSDV dengan menggunakan NS-3. Perbedaan: pada peneliti menggunakan teknologi MANET sedangkan pada penulis menggunakan teknologi VANET.

