

**SIMULASI SISTEM KENDALI LALU LINTAS
CERDAS MENGGUNAKAN METODE *VEHICULAR
AD-HOC NETWORKS* (VANETS)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

**ADELYA NATASYA ASHILAH DWILIESKA
09011281924055**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

**SIMULASI SISTEM KENDALI LALU LINTAS CERDAS
MENGUNAKAN METODE *VEHICULAR AD-HOC*
NETWORKS (VANETS)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

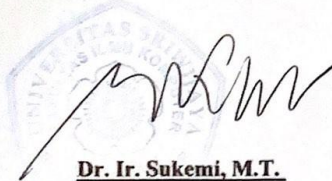
Oleh :

ADELYA NATASYA ASHILAH DWILIESKA
09011281924055

Indralaya, *16* Juli 2023

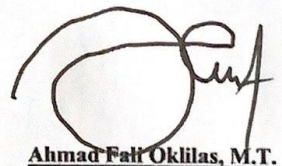
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

Pembimbing Tugas Akhir



Ahmad Fath Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

HALAMAN PERSETUJUAN

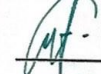
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Rabu

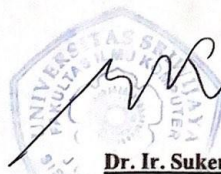
Tanggal : 05 Juli 2023

Tim Penguji :

1. Ketua : Sarmayanta Sembiring, M.T.
2. Sekretaris : Abdurrahman, S.Kom, M.Han.
3. Penguji : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.
4. Pembimbing : Ahmad Fali Oklilas, M.T.



Mengetahui, 26/7/23
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Adelya Natasya Ashilah Dwilieska

NIM : 09011281924055

Judul : Simulasi Sistem Kendali Lalu Lintas Cerdas Menggunakan Metode
Vehicular Ad-Hoc Networks (VANETS)

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 20%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan penjiplakan / *plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / *plagiat* dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, 25 Juli 2023



Adelya Natasya Ashilah Dwilieska
NIM. 09011281924055

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang berjudul "**Simulasi Sistem Kendali Lalu Lintas Cerdas Menggunakan Metode *Vehicular Ad-Hoc Networks* (VANETS)**".

Dalam proposal ini penulis menjelaskan mengenai simulasi sistem kendali untuk mengontrol lalu lintas agar terhindar dari kemacetan, kecelakaan dan masalah lainnya yang akan terjadi di jalan raya dengan disertai data-data yang diperoleh penulis saat melakukan penelitian dan pengujian data. Penulis berharap agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak orang dan menjadi bahan acuan bagi yang tertarik untuk meneliti tentang simulasi sistem kendali lalu lintas cerdas dengan menggunakan metode VANETs.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak atas ide dan saran serta bantuannya dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Orang tua saya tercinta yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang dan selalu mengajarkan saya dalam berbuat hal yang baik. Terima kasih untuk segala do'a, motivasi dan dukungannya baik moril, materil, maupun spiritual selama ini.
3. Bapak Alm. Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya serta selaku Pembimbing Akademik penulis di Jurusan Sistem Komputer.

5. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Mbak Reni selaku admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
7. Saudari saya Suci, yang telah memberikan arahan kepada penulis mengenai tugas akhir ini, dan selalu memberikan support dan semangat kepada penulis.
8. M.GF yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis, serta selalu sabar mendengarkan keluh kesah penulis mengenai tugas akhir ini.
9. Teman-teman di Jurusan Sistem Komputer, terkhusus Titaniah, Muthia, dan Amailia yang sudah banyak membantu penulis dan selalu sabar menjawab semua pertanyaan penulis mengenai tugas akhir ini.
10. Kak Ersa yang selalu sabar menjawab seluruh pertanyaan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan penulis agar dapat segera memperbaiki, sehingga laporan ini dapat dijadikan sebagai masukan ide dan pemikiran yang bermanfaat bagi semua pihak dan menjadi tambahan bahan bacaan bagi yang tertarik untuk meneliti tentang simulasi sistem kendali lalu lintas cerdas dengan menggunakan metode VANETs. Akhir kata penulis berharap, semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat dan berguna bagi khalayak.

Wassalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Indralaya, Juli 2023
Penulis,



Adelya Natasya Ashilah Dwilieska
NIM. 09011281924055

**SIMULASI SISTEM KENDALI LALU LINTAS CERDAS
MENGUNAKAN METODE *VEHICULAR AD-HOC NETWORKS*
(VANETS)**

ADELYA NATASYA ASHILAH DWILIESKA (09011281924055)
Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya
Email : adelyantsy@gmail.com

ABSTRAK

Kepadatan lalu lintas telah menjadi permasalahan umum dalam sistem transportasi, hal tersebut dapat menyebabkan laju kendaraan harus terhenti karena kemacetan akibat kepadatan lalu lintas. Penelitian ini membuat model simulasi dengan menggunakan teknologi *Vehicular Ad-Hoc Networks* (VANETs) sebagai sistem manajemen lalu lintas yang bertujuan untuk mendukung komunikasi antar kendaraan dengan pertukaran data yang cepat dan efisien, sehingga dapat digunakan sebagai informasi trafik lalu lintas yang cerdas. *Vehicular Ad-Hoc Networks* (VANETs) merupakan jenis jaringan *wireless* yang menyediakan komunikasi secara *ad-hoc* baik antar kendaraan, kendaraan dengan infrastruktur, maupun antar infrastruktur. Penelitian ini akan melakukan simulasi menggunakan protokol *routing* AODV untuk membentuk *node* agar dapat saling mengirimkan pesan, dan *Simulator of Urban Network* (SUMO) sebagai tempat untuk membuat skenario keadaan jalan lalu lintas, kemudian dilakukan analisa pada *Network Simulator 3* (NS3) dengan parameter perhitungan seperti *packet delivery ratio* , rata-rata *end to end delay* , *data rate* , *packet loss ratio* . Dari simulasi diperoleh hasil bahwa skenario pada keadaan jalan macet dengan 450 *node* sangat optimal dalam melakukan simulasi VANETs, karena pada skenario tersebut memiliki hasil *pesentase* lebih baik dalam perhitungan parameter *packet delivery ratio* , rata-rata *end to end delay* , *data rate* , serta *packet loss ratio* . Dibanding dengan skenario keadaan jalan lalu lintas normal dan padat merayap.

Kata Kunci : VANETs, AODV, SUMO, NS3

INTELLIGENT TRAFFIC CONTROL SYSTEM SIMULATION USING VEHICULAR AD-HOC NETWORKS (VANETS) METHOD

ADELYA NATASYA ASHILAH DWILIESKA (09011281924055)

Computer Engineering Departmen, Computer Science Faculty, Sriwijaya
University

Email : adelyantsy@gmail.com

ABSTRACT

Traffic congestion has become a common problem in the transportation system, it can cause the flow of vehicles to be stopped due to congestion due to traffic density. This research creates a simulation model using Vehicular Ad-Hoc Networks (VANETs) technology as a traffic management system that aims to support communication between vehicles with fast and efficient data exchange, so that it can be used as intelligent traffic information. Vehicular Ad-Hoc Networks (VANETs) is a type of wireless network that provides ad-hoc communication between vehicles, vehicles and infrastructure, and between infrastructure. This research will simulate using the AODV routing protocol to form nodes to send messages to each other, and the Simulator of Urban Network (SUMO) as a place to create traffic road scenarios, then analyze on Network Simulator 3 (NS3) with calculation parameters such as packet delivery ratio, average end to end delay, data rate, packet loss ratio. From the simulation, it is found that the scenario on a traffic road with 450 nodes is optimal in simulating VANETs, because the scenario has better percentage results in calculating the parameters of packet delivery ratio, average end to end delay, data rate, and packet loss ratio. Compared to the scenario of normal and heavy traffic road conditions.

Keywords : VANETs, AODV, SUMO, NS3

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.3.1 Tujuan.....	3
1.3.2 Manfaat.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.5.1 Metode Studi Pustaka dan Literature	4
1.5.2 Metode Konsultasi.....	4
1.5.3 Metode Penentuan Model.....	4
1.5.4 Metode Pengujian.....	4
1.5.5 Metode Analisa dan Kesimpulan.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Pengendali Lalu Lintas	9
2.3 Jaringan <i>Ad Hoc</i> Nirkabel.....	9
2.4 <i>Vehicle Ad-Hoc Networks</i> (VANETs)	11
2.3.1 Arsitektur VANETs.....	11
2.3.2 Arsitektur Komunikasi	13

2.3.3	Karakteristik Perancangan Protokol VANETs.....	14
2.4	<i>Simulation of Urban Mobility</i> (SUMO).....	15
2.5	<i>Network Simulator</i> (NS-3).....	16
2.6	<i>Routing Protocol</i>	17
2.7	<i>Ad hoc On-demand Distance Vector</i> (AODV)	18
2.7.1	Terminologi AODV.....	20
2.7.2	Format Pesan untuk Protokol AODV.....	20
2.8	Parameter Protokol <i>Routing</i>	24
2.8.1	<i>Packet delivery ratio</i>	24
2.8.2	Rata-rata <i>end to end delay</i>	24
2.8.3	<i>Data rate</i>	24
2.8.4	<i>Packet loss ratio</i>	25
2.9	Virtual Box.....	25
2.10	Ubuntu 20.04.....	25
2.11	Sumber Data.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Pendahuluan.....	27
3.2	Kerangka Kerja.....	28
3.3	Studi Literatur.....	29
3.4	Kebutuhan Sistem.....	30
3.4.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	30
3.4.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	30
3.5	Perancangan Skenario Simulasi.....	30
3.5.1	Flowchart Simulasi.....	33
3.5.2	Perancangan Skenario Simulasi Mobilitas Kendaraan Pada Generator SUMO.....	35
3.5.3	Perancangan Simulasi Metode VANETs Pengiriman Data Pada NS-3.....	37
3.5.4	Skenario Penelitian.....	39
3.6	Pengujian dan Pengambilan Data.....	41
3.7	Hasil dan Analisa.....	42
BAB IV HASIL DAN ANALISA		43
4.1	Pendahuluan.....	43
4.2	Analisa dan Simulasi.....	43

4.2.1 Simulasi Pada Generator SUMO.....	43
4.2.2 Simulasi pada <i>Network Simulator 3</i>	50
4.2.3 Performansi Protokol <i>Routing</i>	53
4.2.4 Pengujian	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan <i>Ad Hoc</i> Vs Jaringan Infrastruktur [12].....	10
Gambar 2.2 Arsitektur VANETs [4]	12
Gambar 2.3 Arsitektur Komunikasi VANETs	13
Gambar 2.4 Tampilan SUMO	15
Gambar 2.5 Format Pesan RREQ.....	20
Gambar 2.6 Format Pesan RREP	22
Gambar 2.7 Format Pesan RRER.....	23
Gambar 2.8 Data Penelitian.....	26
Gambar 3.1 Arsitektur Simulasi VANETs	27
Gambar 3.2 Kerangka Kerja Penelitian.....	29
Gambar 3.3 Peta Kota Palembang.....	31
Gambar 3.4 Tampak dari Jalan Kapten Arivai	32
Gambar 3.5 Tampak dari Jalan Jendral Sudirman Depan Bank Indonesia	32
Gambar 3.6 Tampak dari Jalan Veteran.....	33
Gambar 3.7 Tampak dari Jalan Jendral Sudirman Depan Pasar Cinde	33
Gambar 3.8 Flowchart Simulasi	34
Gambar 3.9 Alur Pembuatan Mobilitas Kendaraan	36
Gambar 3.10 Alur Pengiriman Data.....	38
Gambar 3.11 Ruas Jalan Persimpangan Empat.....	40
Gambar 3.12 Alur Pengambilan Data.....	41
Gambar 4.1 Animasi SUMO Jalan Simpang 4 dengan 150 <i>node</i>	44
Gambar 4.2 Parameter Simulasi Jalan Simpang 4 dengan 150 <i>node</i>	45
Gambar 4.3 Animasi SUMO Jalan Simpang 4 dengan 300 <i>node</i>	46
Gambar 4.4 Parameter Simulasi Jalan Simpang 4 dengan 300 <i>node</i>	47
Gambar 4.5 Animasi SUMO Jalan Simpang 4 dengan 450 <i>node</i>	48
Gambar 4.6 Animasi SUMO Jalan Simpang 4 dengan 450 <i>node</i>	49
Gambar 4.7 Simulasi pada <i>Network Simulator 3</i> (NS-3)	50
Gambar 4.8 Salah Satu Output NS3 Dalam Format <i>.tr</i>	51
Gambar 4.9 <i>Log Output Routing AODV</i> pada 150 <i>node</i>	54

Gambar 4.10 <i>Log Output Routing AODV</i> pada 300 <i>node</i>	56
Gambar 4.11 <i>Log Output Routing AODV</i> pada 450 <i>node</i>	58
Gambar 4.12 Grafik Pengukuran <i>Parameter Packet Delivery Ratio</i> Berdasarkan Banyaknya <i>Node</i>	60
Gambar 4.13 (a), (b), dan (c) <i>Log Output Packet Delivery Ratio</i> Berdasarkan Skenario Keadaan Jalan (Lancar, Padat Merayap, dan Macet).....	63
Gambar 4.14 Grafik Pengukuran Parameter Rata-Rata <i>End to End Delay</i> Berdasarkan Banyaknya <i>Node</i>	64
Gambar 4.15 (a), (b), dan (c) <i>Log Output Rata-Rata End to End Delay</i> Berdasarkan Skenario Keadaan Jalan (Lancar, Padat Merayap, dan Macet).....	67
Gambar 4.16 Grafik Pengukuran Parameter Data <i>Rate</i> Berdasarkan Banyaknya <i>Node</i>	67
Gambar 4.17 (a), (b), dan (c) <i>Log Output Data Rate</i> Berdasarkan Banyaknya <i>Node</i>	70
Gambar 4.18 Grafik Pengukuran Parameter <i>Packet Loss Ratio</i> Berdasarkan Banyaknya <i>Node</i>	70
Gambar 4.19 (a), (b), dan (c) <i>Log Output Packet Loss Ratio</i> Berdasarkan Banyaknya <i>Node</i>	73

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	30
Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	30
Tabel 3.3 Rencana Pengujian Percobaan Pada Jalan Simpang Empat.....	40
Tabel 4.1 Penjelasan Contoh File Output NS3.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Code</i> NS3	A
Lampiran 2. <i>Code</i> SUMO	E
Lampiran 3. Form Perbaikan Ujian Skripsi (Penguji).....	I
Lampiran 4. Form Perbaikan Ujian Skripsi (Pembimbing)	J
Lampiran 5. Hasil Cek Turnitin	K

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya penggunaan kendaraan baik di perkotaan maupun pedesaan merupakan salah satu dampak dari penambahan jumlah penduduk. Kemacetan lalu lintas di jalan raya merupakan akibat dari meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor. Keterlambatan dan ketidaknyamanan lalu lintas disebabkan oleh kemacetan, yang bahkan dapat mengakibatkan kecelakaan. Hal ini tentunya perlu menjadi perhatian semua pihak yang terkait, baik dari pemerintah selaku penyelenggara lalu lintas, masyarakat umum selaku pengguna lalu lintas, maupun akademisi dan para peneliti untuk menemukan solusi yang tepat sehingga dapat membantu mengurangi permasalahan ini. Untuk menghasilkan lingkungan perkotaan yang nyaman, pengaturan lalu lintas harus dioptimalkan. [1]

Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya, kepadatan lalu lintas telah menjadi permasalahan umum dalam sistem transportasi, khususnya diperkotaan. Salah satu permasalahan yang tingkat urgensi tinggi dalam sistem transportasi perkotaan adalah terganggunya mobilitas kendaraan darurat (misalnya mobil ambulans dan mobil pemadam kebakaran) yang disebabkan faktor kemacetan lalu lintas [2]. Dampak dari terganggunya mobilitas kendaraan darurat dapat menyebabkan kerugian, baik secara materil maupun immaterial. Bila kendaraan tersebut terlambat sampai tujuan, masyarakat pengguna jasa kendaraan tersebut menjadi pihak yang sangat dirugikan, yang disebabkan laju kendaraan tersebut harus terhenti akibat terjebak dalam kemacetan akibat kepadatan lalu lintas. [3]

Penelitian ini membuat model simulasi dengan menggunakan teknologi *Vehicular Ad Hoc Network* (VANETs) sebagai sistem manajemen lalu lintas berbasis teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk mengatasi masalah tersebut. Model simulasi ini akan menawarkan solusi perhitungan lintasan tercepat dengan menyediakan rute alternatif yang dapat ditempuh oleh kendaraan darurat

Untuk tiba ditujuan dalam waktu yang tepat [3]. Jaringan nirkabel yang lebih dikenal sebagai *Vehicular Ad-Hoc Networks* (VANETs) memungkinkan komunikasi ad hoc antar kendaraan, serta antar infrastruktur dan kendaraan. Teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan kepercayaan diri pengemudi untuk mendukung pengendalian lalu lintas dan keselamatan. [4]

Berdasarkan penjelasan di atas, penulis akan melakukan simulasi menghindari kemacetan yang sering terjadi di jalan raya dengan menggunakan model VANETs pada tugas akhir ini. Simulasi juga akan menggunakan perangkat *Simulator of Urban Mobility* (SUMO) dan *Network Simulator* (NS3). Untuk mendukung kinerja simulasi, skenario VANETs dikembangkan, bersama dengan peta terpadu dan realistis, kecepatan kendaraan, pelacakan kendaraan, dan lampu lalu lintas.

Oleh karena itu, terkait dengan permasalahan tersebut, maka penelitian ini akan mensimulasikan sistem kendali lalu lintas cerdas agar dapat mengatasi masalah yang sering terjadi di jalan raya. Dalam hal tersebut penelitian ini diberi judul “**Simulasi Sistem Kendali Lalu Lintas Cerdas Menggunakan Metode *Vehicular Ad-hoc Networks* (VANETs)**”. Metode studi ini diharapkan dapat menjelaskan pertanyaan apakah sistem kontrol lalu lintas yang cerdas dapat mengurangi masalah kemacetan yang sering muncul di jalan raya.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini :

1. Bagaimana mensimulasikan VANETs pada simulator *Simulator of Urban Network* (SUMO) dan *Network Simulator* (NS3) ?
2. Menganalisis performansi simulasi jaringan VANETs menggunakan simulator SUMO dan NS3 dengan parameter yang ditentukan, yaitu *packet delivery ratio*, rata-rata *end to end delay*, *data rate*, *packet loss ratio*.
3. Apakah metode yang digunakan sudah tepat dan sangat akurat dalam mengatasi masalah dari kemacetan lalu lintas ?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Berikut tujuan dari penelitian ini :

1. Mengetahui dan mengevaluasi performansi dari protokol *routing* AODV dalam jaringan VANETs dengan simulator SUMO dan NS-3.
2. Membuat simulasi jaringan VANETs yang optimal dengan menggunakan Simulator SUMO dan NS-3.
3. Menganalisa hasil keakuratan penelitian simulasi sistem kendali lalu lintas cerdas menggunakan metode *Vehicular Ad-hoc Networks* (VANETs).

1.3.2 Manfaat

Berikut manfaat dari penelitian ini :

1. Mampu digunakan sebagai alternatif dalam pemilihan protokol *routing* yang digunakan pada jaringan VANETs.
2. Mampu mengetahui performansi simulator SUMO dan NS-3 dalam menjalankan simulasi jaringan VANETs.
3. Mampu melakukan keputusan akhir dengan menggunakan metode VANETs untuk mengatasi masalah yang terjadi.

1.4 Batasan Masalah

Berikut beberapa batasan masalah dalam perancangan sistem penelitian ini :

1. Mensimulasikan jaringan VANETs menggunakan komunikasi *Vehicle-to-Vehicle* (V2V) yang dilakukan berdasarkan skenario lalu lintas.
2. Simulasi hanya dilakukan sampai antar kendaraan saling berkomunikasi satu sama lain, tidak sampai menunjukkan hasil dari klasifikasi pesan komunikasi.
3. Metode yang digunakan adalah *Vehicular Ad-hoc Networks* (VANETs).
4. Simulasi pengujian jaringan menggunakan *Simulator of Urban Network* (SUMO) dan *Network Simulator* (NS3).
5. Protokol *routing* yang digunakan pada penelitian ini adalah AODV.
6. Analisa kinerja jaringan berdasarkan pada parameter uji yaitu *packet delivery ratio*, rata-rata *end to end delay*, *data rate*, dan *packet loss ratio*.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1.5.1 Metode Studi Pustaka dan Literature

Analisis Metode ini mencari dan mengumpulkan referensi berupa literatur ilmiah tentang “Vehicular Ad-hoc Networks (VANETs), SUMO, dan NS-3” dari buku, jurnal, dan *internet*.

1.5.2 Metode Konsultasi

Pada metode ini melakukan konsultasi dengan berbicara kepada orang-orang yang berpengetahuan dan berwawasan tentang bagaimana memecahkan masalah yang muncul ketika menyelesaikan tugas akhir tentang "Simulasi Sistem Kontrol Lalu Lintas Cerdas".

1.5.3 Metode Penentuan Model

Metode ini membuat model proses pelaksanaan penelitian berdasarkan rumusan masalah dan literatur yang digunakan dengan menggunakan model VANETs.

1.5.4 Metode Pengujian

Pada metode ini melakukan pengujian simulasi menggunakan simulator SUMO dan NS-3 serta melakukan perhitungan dengan metode VANETs.

1.5.5 Metode Analisa dan Kesimpulan

Hasil pengujian tugas akhir ini akan dievaluasi kelebihan dan kekurangannya agar dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya. Data akurasi akan diberikan berdasarkan sistem kontrol yang diuji, dan hasilnya akan digunakan untuk menjelaskan seberapa baik sistem studi dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Kelancaran proses penelitian akan diatur oleh beberapa bab penting pembahasan dalam tugas akhir ini. Laporan tugas akhir ini sering mengikuti pedoman penulisan berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Unsur-unsur bab ini adalah gambaran sistematis tentang tema-tema yang dipilih oleh penulis dalam pendahuluan ini, seperti latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan dan manfaat, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka ini penulis akan menulis teori-teori dari variabel yang akan diteliti. Teori ini berupa kutipan sehingga disertakan sumber yang kredibel dan umumnya diambil dari jurnal. Berisikan mengenai penjelasan simulasi sistem kendali lalu lintas cerdas menggunakan metode *Vehicular Ad-hoc Networks* (VANETs) dan hal lain yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian ini akan memberikan penjelasan mengenai pembahasan teknik penelitian yang digunakan, permasalahan yang diteliti dan pemecahan masalah, kegiatan analisis yang dilakukan dalam penelitian, serta hasil-hasilnya.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini kelebihan dan kekurangan metodologi yang digunakan akan dieksplorasi dalam kaitannya dengan temuan dan klasifikasi pada bab sebelumnya, yang juga membahas temuan dan mengkaji simulasi yang telah dilakukan sebelumnya.

BAB V PENUTUP

Bab ini, yang berisi kesimpulan dan saran, akan segera ditutup. Bagi penulis, pembaca, dan peneliti selanjutnya, kesimpulan dan rekomendasi sangat penting dan bermanfaat sebagai pertimbangan atau titik referensi untuk melakukan penelitian tambahan yang mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. A. Romanta, “Simulasi Vehicular Ad Hoc Network (Vanet) Menggunakan Openstreetmap Dengan Simulation Of Urban Mobility (Sumo) Dan Omnet ++,” *Univ. Islam Indones.*, p. 57 Pages, 2017.
- [2] N. S. Nafi and J. Y. Khan, “A VANET based intelligent road traffic signalling system,” *Australas. Telecommun. Networks Appl. Conf. ATNAC 2012*, 2012, doi: 10.1109/ATNAC.2012.6398066.
- [3] B. Santoso, A. I. S. Azis, and A. Bode, “Pengendalian Lampu Lalu Lintas Cerdas di Persimpangan Empat Ruas yang Kompleks Menggunakan Algoritma Adaptive Neuro Fuzzy Inference System,” *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 6, no. 1, p. 29, 2020, doi: 10.26418/jp.v6i1.37311.
- [4] R. T. Jurnal, “Jaringan Ad-Hoc Vehicular (Vanet): Tinjauan Tentang Arsitektur, Karakteristik, Aplikasi, Dan Protokol Medium Access Control (Mac),” *Petir*, vol. 9, no. 1, pp. 28–37, 2019, doi: 10.33322/petir.v9i1.188.
- [5] R. Hadiwiriyanto, P. H. Trisnawan, and K. Amron, “Implementasi Protokol Geographic Source Routing (GSR) Pada Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) untuk Komunikasi Kendaraan Dengan Road Side Unit (RSU),” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 12, pp. 7007–7016, 2018.
- [6] O. Cross, L. Untuk, and K. Kamarullah, “DYNAMIC SOURCE ROUTING PADA KOMUNIKASI ANTAR KENDARAAN BERBASIS VEHICULAR AD-HOC NETWORKS (VANETs) ROUTING PROTOCOL ON VEHICULAR AD-HOC,” vol. 6, no. 2, pp. 443–448, 2017.
- [7] R. Julioe, “Pengiriman Pesan Berprioritas Pada Vehicular Ad Hoc Networks (VANETs),” *Ekp*, vol. 13, no. 3, pp. 1576–1580, 2017.

- [8] C. Chatrapathi, M. Newlin Rajkumar, and V. Venkatesakumar, "VANET based integrated framework for smart accident management system," *Proc. IEEE Int. Conf. Soft-Computing Netw. Secur. ICSNS 2015*, 2015, doi: 10.1109/ICSNS.2015.7292411.
- [9] C. T. Barba, M. Á. Mateos, P. R. Soto, A. M. Mezher, and M. A. Igartua, "Smart city for VANETs using warning messages, traffic statistics and intelligent traffic lights," *IEEE Intell. Veh. Symp. Proc.*, pp. 902–907, 2012, doi: 10.1109/IVS.2012.6232229.
- [10] H. J. Chang and G. T. Park, "A study on traffic signal control at signalized intersections in vehicular ad hoc networks," *Ad Hoc Networks*, vol. 11, no. 7, pp. 2115–2124, 2013, doi: 10.1016/j.adhoc.2012.02.013.
- [11] T. Akhir and U. P. Sari, "Evaluasi kinerja protocol adaptive vehicular mac untuk vehicular ad-hoc network menggunakan algoritma preferred group broadcasting," 2018.
- [12] E. SARI, R. F. Malik, and H. Ubaya, *Analisa Perbandingan Standar Ieee 802.11 G Dan Ieee 802.11 Ac Menggunakan Protokol Routing Greedy Perimeter Stateless Routing* 2020. [Online]. Available: <https://repository.unsri.ac.id/29947/>
- [13] F. Nutrihadi, "Studi Kinerja VANET Scenario Generators: SUMO dan VanetMobisim untuk Implementasi Routing Protocol AODV menggunakan Network Simulator 2 (NS-2)," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i1.14307.
- [14] R. RATNASIH, R. M. N. AJINEGORO, and D. PERDANA, "Analisis Kinerja Protokol Routing AOMDV pada VANET dengan Serangan Rushing," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 2, p. 232, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i2.232.
- [15] B. S. Kusuma, "Analisis Perbandingan Performansi Protokol Aodv Dan Zrp Pada Mobile Adhoc Network," *Kinetik*, vol. 2, no. 3, pp. 165–174, 2017, doi:

10.22219/kinetik.v2i3.91.

- [16] T. Farida, “Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Box Untuk Mengukur Kelayakan Modul Pada Mata Pelajaran Komputer Dan Jaringan Dasar Di Smkn 7 Surabaya,” *J. It-Edu*, vol. 4, no. 01, pp. 68–75, 2019.
- [17] M. A. Muslim, “Pengembangan Distro Ubuntu untuk Aplikasi Game Centre”.