

# SIMULASI KOMUNIKASI V2V (Vehicle-to-Vehicle) DARI WEBSITE PETA RIIL SEBAGAI PEMBENTUKAN SKENARIO DAERAH BSD, TANGERANG SELATAN MENGGUNAKAN SIMULATOR SUMO DAN OMNET++

Riefky Rakadiansyah<sup>1</sup>, Suwasti Broto<sup>2</sup>

1. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur

Jakarta, Indonesia

[riefkyrakadiansyah@gmail.com](mailto:riefkyrakadiansyah@gmail.com)

2. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur

Jakarta, Indonesia

[suwasti.broto@budiluhur.ac.id](mailto:suwasti.broto@budiluhur.ac.id)

## ABSTRAK

*Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk pengoptimalan pergerakan kendaraan di daerah BSD, Tangerang Selatan yang memiliki kepadatan kendaraan pada jam-jam tertentu. Pada penelitian ini, diperoleh data kepadatan kendaraan yang dihitung manual dari aplikasi smartphone CCTV ATCS INDONESIA pada tanggal 25-02-2021 pukul 10:11:46 WIB sampai pukul 10:27:14 WIB dengan total kendaraan 154 unit, tanggal 05-02-2021 pukul 13:00:57 sampai pukul 13:15:51 WIB dengan total kendaraan 142 unit, dan pada tanggal 24-02-2021 pukul 17:14:19 WIB sampai pukul 17:33:14 WIB dengan total kendaraan 178 unit. Maka diperlukan sebuah sistem yang dapat mengurangi kepadatan serta menghindari kecelakaan jalan raya yaitu VANET. Karena VANET akan mempermudah pengemudi-pengemudi untuk saling berkomunikasi dan bertukar informasi. Untuk tercapainya komunikasi tersebut, protokol perutean AODV mengambil peran dalam kasus ini yang nantinya akan ditampilkan pada simulator SUMO dan Omnet++. Pada simulator SUMO, komunikasinya ditandai dengan indikator berwarna merah tiap kendaraan, sedangkan pada Omnet++ ditandai dengan indikator berwarna biru. Hasil dari simulasi VANET yang telah dijalankan dari Omnet++ juga dapat menampilkan hasil per-node atau keseluruhan node sekaligus. Hasil yang dapat ditampilkan antara lain maxspeed, sentpackets, dan totalDistance. Parameter-parameter yang dihasilkan tersebut sudah disesuaikan dengan data survei yang dilakukan sebelum dijalanannya simulasi pada Omnet++. Dengan dilakukannya penelitian ini, maka gerakan tiap kendaraan dapat distabilkan serta tidak terjadinya tabrakan.*

*Kata kunci: VANET, OMNET++, SUMO, ATCS, AODV.*

## ABSTRACT

*The purpose of this research is to optimize the movement of vehicles in the BSD area, South Tangerang which has a density of vehicles at certain hours. In this study, data on vehicle density calculated manually from a smartphone application CCTV ATCS INDONESIA from 10:11:46 WIB to 10:27:14 WIB with a total of 154 units of vehicles at the date of 02-25-2021, from 13:00:57 to 12:00 WIB 13: 15:51 WIB with a total of 142 units of vehicles at the date of 02-05-2021, and at 17:14:19 WIB until 17:33:14 WIB with a total of 178 units of vehicles at the date of 02-24-2021. So we need a system that reduces density and avoids road accidents, namely VANET. Because VANET will make it easier for drivers to communicate with each other and exchange information. To achieve this communication, the AODV routing protocol takes a role in this case which will later be created in the SUMO and Omnet ++ simulators. In the SUMO simulator, the communication chats with an indicator in red every time, while in Omnet ++ it reports with a blue indicator. The results of the VANET simulation that have been run from Omnet ++ can also display the results per-node or the entire node at once. The results that can be accessed include maxspeed, sentpackets, totalDistance and others. The resulting parameters have already been defeated by the survey data conducted before the simulation was run on Omnet ++. By applying this research, the movement of each vehicle can be stabilized and does not apply to a collision.*

*Keywords—component; VANET, OMNET++, SUMO, V2V, AODV.*

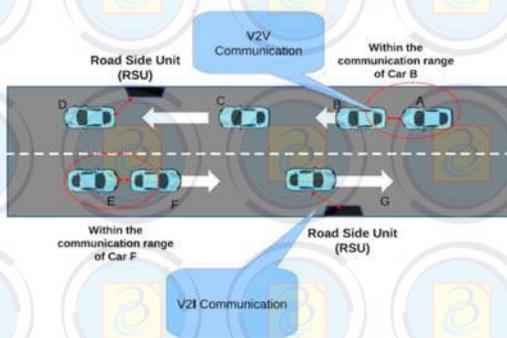
## I. PENDAHULUAN

Saat ini kepadatan lalu lintas di kawasan Tangerang Selatan, khususnya di perempatan Jl. Letnan Sutopo, BSD yang semakin meningkat menyebabkan kepadatan lalu lintas pada waktu-waktu tertentu, khususnya pada pukul 10:11:46 WIB sampai pukul 10:27:14 WIB, pukul 13:00:57 WIB hingga pukul 13:15:51 WIB, dan pukul 17:14:19 WIB sampai pukul 17:33:14 WIB. Oleh karena itu diperlukan solusi untuk mengatasi kepadatan dan menghindari kecelakaan tersebut. Terdapat beberapa solusi yang salah satunya yaitu sistem jaringan VANET, karena sistem jaringan VANET merupakan teknologi penting untuk meningkatkan keselamatan berkendara. Dengan bantuan teknologi tersebut, kendaraan bisa saling berkomunikasi, oleh karena itu apabila potensi kecelakaan dapat terjadi maka pengemudi akan diperingatkan untuk menghindari kepadatan dan dapat mencegah terjadinya kecelakaan lalu lintas.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

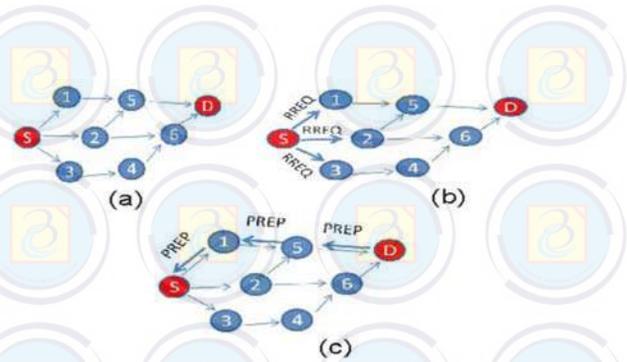
### A. Dasar Teori Vanet

VANET (*Vehicular Ad Hoc Network*) ialah bagian dari MANET (*Mobile Ad Hoc Network*). Di VANET digunakan jaringan nirkabel berbasis Ad Hoc sesuai untuk kendaraan yang bergerak. Dalam beberapa tahun terakhir, VANET menjadi salah satu bidang penelitian yang mendukung pengembangan ITS (*Intelligent Transportation System*). Tujuan utama VANET adalah untuk membantu kendaraan berkomunikasi satu sama lain dan mempertahankan jaringan komunikasi di antara pengendara, tanpa menggunakan pengontrol setiap kendaraan-kendaraan tersebut secara terpusat [3].



Gambar 1 Contoh Simulasi V2V dan V2I [5]

### B. Protokol Routing AODV



Gambar 2 Contoh Routing AODV

Langkah-langkah pencarian rute AODV adalah sebagai berikut: [2].

1. Jika node *source* (sumber) butuh rute ke node *destination* (tujuan), langkah pertama yang dilakukan node *source* yaitu mendistribusikan pesan permintaan rute (RREQ) ke node disekitarnya.
2. Jika terdapat node yang memiliki informasi *routing* ke D, setiap kali *flooding* dilakukan, node akan mengirimkan pesan balasan (RREP) ke node sumber melewati jalur kebalikan yang dibuat oleh permintaan rute (RREQ). Namun, jika node tidak memiliki informasi perutean ke D, dilakukan penyiaran ulang pesan permintaan rute (RREQ) ke node sekitarnya.
3. Node penerima RREQ yang memiliki nilai alamat sumber sama dan nilai ID siaran seperti RREQ sebelumnya akan tetap menyimpan RREQ seperti sebelumnya dan menghapus RREQ baru.
4. Saat node yang memiliki informasi *routing* ke D menerima pesan RREQ, node itu membandingkan nomor urut targetnya dengan nomor urut pada RREQ. Jika *sequence number* pada node lebih tinggi atau setara dengan *sequence number* pada RREQ, node tersebut mengirimkan paket RREP ke S. Jika nomor urut pada RREQ lebih kecil, pesan RREQ akan diteruskan ke node lain.
5. Jika kegagalan perutean terdeteksi, mekanisme pemeliharaan perutean akan mengirim paket kesalahan perutean (RERR) ke S, dan node sumber akan menyebarkan paket RREQ lagi.
6. Informasi umur *routing* akan disediakan oleh node perantara yang menerima RREQ. Setelah uptime selesai, informasi perutean dari sumber (S) ke D akan dihapus.

### C. OSM

OSM (*OpenStreetMap*) ialah proyek kolaborasi basis web yang dapat membuat serta memproyeksi peta geografi dunia dengan cara bebas dan terbuka. Ini sepenuhnya dibangun dengan sukarelawan untuk

sepenuhnya memenuhi kebutuhan ini dengan menggunakan peralatan GPS, foto udara, dan sumber daya gratis lainnya untuk melakukan survei dan mengumpulkan data, dan juga navigasi. Siapapun bisa melakukan kontribusi untuk OSM [5].

#### D. Omnet++

OMNet ++ adalah kerangka kerja simulasi jaringan kejadian diskrit berorientasi objek. Simulator jaringan peristiwa diskrit berarti bahwa simulator bertindak / merespons peristiwa (peristiwa) yang terjadi di dalamnya. Dalam hal analisis, jaringan komputer adalah urutan kejadian diskrit. Komputer akan membentuk sesi awal, mengirim sesi serta menutup sesi. Objek pada OMNet++ sifatnya terorientasi, artinya setiap kejadian yang terjadi pada simulator tersebut terkait dengan beberapa objek.

OMNet++ juga mampu menyediakan infrastruktur serta *tools* untuk memprogram simulasinya sendiri. Sifat pemrograman OMNet++ yaitu *object-oriented* dan hirarki. Objek-objek yang besar diproses dengan cara menyusun objek-objek jadi lebih kecil. Objek terkecil disebut sebagai *simple module*, akan memutus algoritma yang digunakan dalam simulasi [4].

#### E. Extensible Markup Language (XML)

XML adalah singkatan dari *Extensible Markup Language*, yang merupakan bahasa markup yang lebih berharga daripada HTML. XML adalah penyederhanaan SGML (*Standard General Markup Language*), direkomendasikan oleh W3C pada 10 Februari 1998 [1].

XML bukanlah pengganti HTML, tetapi pelengkap HTML. Setiap pengembangan memiliki tujuan yang berbeda. HTML digunakan untuk menampilkan informasi dan memperhatikan tampilan informasi, sedangkan XML menggambarkan susunan informasi dan memperhatikan informasi itu sendiri.

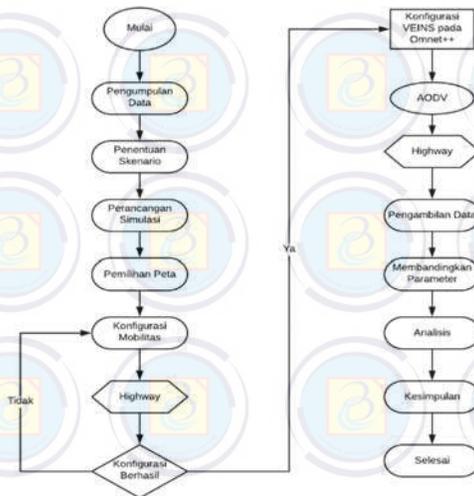
#### F. VEINS

Veins adalah kerangka kerja *open source* untuk menjalankan simulasi jaringan kendaraan. Kerangka kerja Veins mencakup rangkaian model yang komprehensif untuk membuat simulasi jaringan kendaraan se-nyata mungkin, tanpa mengorbankan kecepatan [6].

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Flowchart Sistem

Pada penelitian ini akan digunakan RealMap serta dua generator, yaitu SUMO dan Omnet++ untuk simulasi VANET. Merancang skenario mobilitas percobaan VANET akan diawali dari merancang peta pergerakan node, membuat rute lalu lintas yang diambil dari OpenStreetMap dan mengimplementasikan pergerakan. Bagian desain dari peta seluler node menggunakan pemandangan peta nyata, yang menggunakan lalu lintas jalan raya. Dalam studi ini digunakan lingkungan lalu lintas jalan raya di kawasan Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah peta sebenarnya. Peta sebenarnya yang dimaksud hanyalah sebuah rute tanpa infrastruktur apapun. Flowchart sistem ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart sistem

#### B. Proses Instalasi Omnet++

Proses penginstalan Omnet++ dimulai dengan mendekomposisi file Omnet++ yang diunduh. Setelah file di ekstrak, buka file *mingwenv.cmd*, maka muncul tampilan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan proses "configure" pada Omnet++.

Tampilan pada Gambar 4 adalah perintah untuk "mengkonfigurasi" setelah proses instalasi selesai.

Gambar 4 kebetulan merupakan hasil dari proses dan kode sumber setelah “konfigurasi” berhasil.



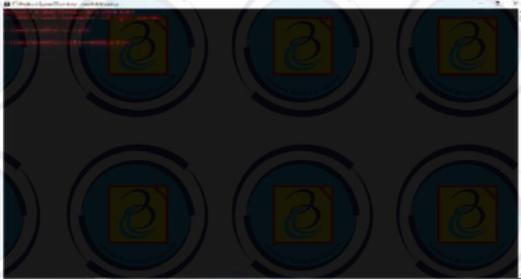
Gambar 5. Tampilan proses “make” pada Omnet++

Gambar 5 adalah hasil dari kode sumber ketika perintah "membuat" dijalankan setelah proses "konfigurasi" selesai. Pada proses penginstalan Omnet++, proses "membuat" memang merupakan tahapan terpanjang dan terlama. Setelah menyelesaikan proses ini, Omnet++ dapat digunakan.

### C. Pembuatan peta pada SUMO

1. Tahap awal pembuatan peta nyata adalah menemukan area dunia nyata yang akan digunakan dalam simulasi VANET mobilitas tinggi agar sesuai untuk jaringan VANET. Dalam penelitian ini ditemukan Jl. Letnan Sutopo, BSD sebagai objek peta sebenarnya. Proses pembuatan skenario tersebut dimulai dengan menangkap peta menggunakan OpenStreetMap.

2. Lalu *Command Prompt* digunakan untuk membuat perintah agar langsung tertuju untuk membuka OSMWebWizard.



Gambar 6. Tampilan untuk mengoperasikan OSMWebwizard.py.

Pada gambar 6 terdapat *command prompt* untuk menentukan perintah yang dituju untuk mengoperasikan OSMWebWizard.py.



Gambar 7. Tampilan OSMWebWizard.py

Tampilan pada gambar 7 memperlihatkan OSMWebWizard.py sudah berhasil dioperasikan setelah membentuk perintah yang dituju. Peran ekstensi ".py" adalah membentuk bagian yang ingin kita gunakan seperti jenis – jenis kendaraan (*node*), *polygon*, *junction*, dan *RSU* yang merupakan pendukung komunikasi tiap kendaraan yang terletak disepanjang jalan untuk melakukan simulasi VANET di generator SUMO.

### D. Mengoperasikan Simulasi VANET pada Omnet++ yang diimport dari VEINS

1. Memulai simulasi VANET pada Omnet++ adalah dengan mengunduh VEINS dengan berapapun versinya yang akan digunakan dalam pemanggilan simulasi.

2. Tahap selanjutnya, mengkonfigurasi SUMO dengan projek *erlangen.sumo.cfg* dengan *source code* yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 8 Tampilan konfigurasi projek “erlangen.sumo.cfg”

3. Tahap selanjutnya, mengkonfigurasi VEINS agar dapat dijalankan pada Omnet++ dan akan menghasilkan *source code* seperti Gambar 7 ketika proses konfigurasi berhasil.



Gambar 9 Tampilan konfigurasi berhasil

Setelah semuanya selesai maka Omnet++ bisa langsung memulai simulasi VANET dan akan menghasilkan parameter yang dibutuhkan secara terperinci.



Gambar 10 Tampilan *Source code* VEINS pada Omnet++

Pada Gambar 10, dapat dilihat bahwa *source code* diatas merupakan hasil konfigurasi VEINS yang dijalankan pada Omnet++. Dari sini bisa ditentukan durasi untuk melangsungkan simulasi sesuai dengan data yang ada.

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

##### A. Pengujian Simulasi

Pada tahap ini, penelitian dan pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat berjalan dengan baik dan lancar. Dengan melakukan pengujian ini akan dapat diketahui kelebihan dan kekurangan dari sistem jaringan VANET ini. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap, antara lain:

1. Dilakukannya pengujian Protokol *Routing* AODV dengan Simulasi VANET.
2. Dilakukannya pengujian pada peta RealMap dari OpenStreetMap.
3. Dilakukannya pengujian mengirim pesan sederhana pada Omnet++.
4. Dilakukannya pengujian simulasi VANET pada simulator SUMO dan Omnet++.

##### B. Hasil Survei dan Simulasi

Pada tahap ini membahas tentang hasil survei dari sistem jaringan VANET dan pembahasan penelitian yang dilakukan untuk dapat mengetahui manfaat dari penggunaan sistem dan terbagi menjadi beberapa sub bab sesuai dengan parameter-parameter yang dibutuhkan. Sesuai dengan survei yang dilakukan berdasarkan pengamatan dengan aplikasi CCTV ATCS INDONESIA yang diunduh dari smartphone, berikut bukti kepadatan lalu lintas yang terjadi di Jl. Letnan Sutopo, BSD pada tanggal 5 Februari 2021 dari pukul 13:00:57 WIB sampai pukul 13:15:51 WIB sebelum menjalankan simulasi.



Gambar 11 Kepadatan lampu merah pertama

Tabel 1 Jenis serta Jumlah Unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 13:00:57 WIB
Mobil	22 Unit	
Truk	5 Unit	
Motor	9 Unit	

Pada Tabel 1, tercatat bahwa pada pukul 13:00:57 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 22 unit, truk yang berjumlah 5 unit, dan motor yang berjumlah 9 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 12 Kepadatan lampu merah kedua

Tabel 2 Jenis serta Jumlah unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 13:03:45 WIB
Mobil	18 Unit	
Truk	5 Unit	
Motor	1 Unit	

Pada Tabel 2, tercatat bahwa pada pukul 13:03:45 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang

melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 18 unit, truk yang berjumlah 5 unit, dan motor yang berjumlah 1 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 13 Kepadatan lampu merah ketiga

Tabel 3 Jenis serta Jumlah Unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 13:08:08 WIB
Mobil	20 Unit	
Truk	1 Unit	
Motor	10 Unit	

Pada Tabel 3, tercatat bahwa pada pukul 13:08:08 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 20 unit, truk yang berjumlah 1 unit, dan motor yang berjumlah 10 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 14 Kepadatan lampu merah keempat

Tabel 4 Jenis serta Jumlah Unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 13:11:52 WIB
Mobil	17 Unit	
Truk	1 Unit	
Motor	3 Unit	

Pada Tabel 4, tercatat bahwa pada pukul 13:11:52 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 17 unit, truk yang berjumlah 1 unit, dan motor yang berjumlah 3 unit. Data tersebut

didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 15 Kepadatan lampu merah kelima

Tabel 1 Jenis serta Jumlah Unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 13:15:51 WIB
Mobil	18 Unit	
Truk	1 Unit	
Motor	11 Unit	

Pada Tabel 5, tercatat bahwa pada pukul 13:15:51 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 18 unit, truk yang berjumlah 1 unit, dan motor yang berjumlah 11 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.

Tabel 2 Total Kendaraan

Jenis Kendaraan	Total Kendaraan	Pukul 13:00:57 WIB sampai Pukul 13:15:51 WIB
Mobil	95 Unit	
Truk	13 Unit	
Motor	34 Unit	

Pada Tabel 6, tercatat bahwa dari pukul 13:00:57 WIB sampai pukul 13:15:51 WIB total kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah 95 unit mobil pribadi, 13 unit truk, dan 34 unit motor.

Survei yang saya lakukan adalah dengan mengamati jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD per tiga menit tepatnya pada saat lampu merah menyala. Maka total survei yang dilakukan selama 15 menit sehingga bisa mendapatkan total kendaraan seperti pada Tabel 6.

Dan berikut bukti kepadatan lalu lintas yang terjadi di Jl. Letnan Sutopo, BSD pada tanggal 24 Februari 2021 dari pukul 17:14:19 WIB sampai pukul 17:33:14 WIB sebelum menjalankan simulasi.



Gambar 16 Kepadatan lampu merah pertama

Tabel 7 Jenis serta Jumlah Unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 17:14:19 WIB
Mobil	25 Unit	
Truk	2 Unit	
Motor	12 Unit	

Pada Tabel 7, tercatat bahwa pada pukul 17:14:19 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 25 unit, truk yang berjumlah 2 unit, dan motor yang berjumlah 12 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 17 Kepadatan Lampu Merah Kedua

Tabel 8 Jenis serta Jumlah Unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 17:18:55 WIB
Mobil	21 Unit	
Truk	1 Unit	
Motor	14 Unit	
Bus	1 Unit	

Pada Tabel 8, tercatat bahwa pada pukul 17:18:55 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 21 unit, truk yang berjumlah 1 unit, motor yang berjumlah 14 unit, dan bus yang

berjumlah 1 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 18 Kepadatan Lampu Merah Ketiga

Tabel 9 Jenis serta Jumlah Kendaraan

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 17:23:39 WIB
Mobil	14 Unit	
Truk	3 Unit	
Motor	16 Unit	

Pada Tabel 9, tercatat bahwa pada pukul 17:23:39 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 14 unit, truk yang berjumlah 3 unit, dan motor yang berjumlah 16 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 19 Kepadatan Lampu Merah Keempat

Tabel 10 Jenis serta Jumlah Unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 17:27:58 WIB
Mobil	13 Unit	
Truk	1 Unit	
Motor	10 Unit	
Bus	1 Unit	

Pada Tabel 10, tercatat bahwa pada pukul 17:27:58 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 13 unit, truk yang berjumlah 1 unit, motor yang berjumlah 10 unit, dan bus yang berjumlah 1 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 20 Kepadatan Lampu Merah Kelima

Tabel 11 Jenis serta Jumlah Unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 17:33:14 WIB
Mobil	24 Unit	
Truk	3 Unit	
Motor	17 Unit	

Pada Tabel 11, tercatat bahwa pada pukul 17:33:14 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 24 unit, truk yang berjumlah 3 unit, dan motor yang berjumlah 17 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.

Tabel 12 Total Kendaraan

Jenis Kendaraan	Total Kendaraan	Pukul 17:14:19 WIB sampai pukul 17:33:14 WIB
Mobil	97 Unit	
Truk	10 Unit	
Motor	69 Unit	
Bus	2 Unit	

Pada Tabel 12, tercatat bahwa dari pukul 17:14:19 WIB sampai pukul 17:33:14 WIB total kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah 97 unit mobil pribadi, 10 unit truk, 69 unit motor, dan 2 unit bus.

Survei yang saya lakukan adalah dengan mengamati jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD kurang lebih per tiga sampai empat menit sekali tepatnya pada saat lampu merah

menyala. Maka total survei yang dilakukan adalah 19 menit sehingga bisa mendapatkan total kendaraan seperti pada Tabel 12.

Dan berikut bukti kepadatan lalu lintas yang terjadi di Jl. Letnan Sutopo, BSD pada tanggal 25 Februari 2021 dari pukul 10:11:46 WIB sampai pukul 10:27:14 WIB sebelum menjalankan simulasi.



Gambar 21 Kepadatan Lampu Merah Pertama

Tabel 13 Jenis serta Jumlah Unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	Pukul 10:11:46 WIB
Mobil	22 Unit	
Truk	2 Unit	
Motor	11 Unit	
Bus	1 Unit	

Pada Tabel 13, tercatat bahwa pada pukul 10:11:46 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 22 unit, truk yang berjumlah 2 unit, motor yang berjumlah 11 unit, dan bus yang berjumlah 1 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 22 Kepadatan Lampu Merah Kedua

Tabel 14 Jenis serta Jumlah Unit

Jenis Unit	Jumlah Unit	

Mobil	20 Unit	Pukul 10:14:52 WIB
Truk	4 Unit	
Motor	4 Unit	

Pada Tabel 14, tercatat bahwa pada pukul 10:14:52 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 20 unit, truk yang berjumlah 4 unit, dan motor yang berjumlah 4 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 23 Kepadatan Lampu Merah Ketiga

Tabel 15 Jenis serta Jumlah Unit

<b>Jenis Unit</b>	<b>Jumlah Unit</b>	Pukul 10:18:55 WIB
Mobil	18 Unit	
Truk	3 Unit	
Motor	8 Unit	

Pada Tabel 15, tercatat bahwa pada pukul 10:18:55 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 18 unit, truk yang berjumlah 3 unit, dan motor yang berjumlah 8 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 24 Kepadatan Lampu Merah Keempat

Tabel 16 Jenis serta Jumlah Unit

<b>Jenis Unit</b>	<b>Jumlah Unit</b>	Pukul 10:23:13 WIB
Mobil	19 Unit	
Truk	4 Unit	
Motor	8 Unit	

Pada Tabel 16, tercatat bahwa pada pukul 10:23:13 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 19 unit, truk yang berjumlah 4 unit, dan motor yang berjumlah 8 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.



Gambar 25 Kepadatan Lampu Merah Kelima

Tabel 17 Jenis serta Jumlah Unit

<b>Jenis Unit</b>	<b>Jumlah Unit</b>	Pukul 10:27:14 WIB
Mobil	14 Unit	
Truk	3 Unit	
Motor	13 Unit	

Pada Tabel 17, tercatat bahwa pada pukul 10:27:14 WIB jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah mobil pribadi yang berjumlah 14 unit, truk yang berjumlah 3 unit, dan motor yang berjumlah 13 unit. Data tersebut didapatkan dengan penghitungan yang dilakukan secara manual.

Tabel 18 Total Kendaraan

<b>Jenis Kendaraan</b>	<b>Total Kendaraan</b>	Pukul 10:11:46 WIB sampai pukul 10:27:14 WIB
Mobil	93 Unit	
Truk	16 Unit	
Motor	44 Unit	
Bus	1 Unit	

Pada Tabel 18, tercatat bahwa dari pukul 10:11:46 WIB sampai pukul 10:27:14 WIB total kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD adalah 93 unit mobil pribadi, 16 unit truk, 44 unit motor, dan 1 unit bus.

Survei yang dilakukan adalah dengan mengamati jumlah kendaraan yang melintasi Jl. Letnan Sutopo, BSD kurang lebih per tiga sampai empat menit sekali tepatnya pada saat lampu merah menyala. Maka total survei yang dilakukan adalah 16 menit sehingga bisa mendapatkan total kendaraan seperti pada Tabel 18.

### C. Simulasi pada SUMO



Gambar 26 Tampilan VANET pada SUMO

Gambar 26 merupakan tampilan kepadatan lalu lintas di Jl. Letnan Sutopo, BSD saat dijalankan dalam simulasi VANET dengan generator SUMO dan dengan jumlah kendaraan yang sudah disesuaikan dengan data survei. Untuk komunikasinya, dalam simulasi ini digunakan protokol routing AODV yang berfungsi membentuk node/kendaraan yang dapat bertukar informasi dengan cara mengirimkan pesan dengan kecepatan tinggi ke kendaraan yang lainnya dengan tujuan kendaraan yang telah ditentukan.

Sehingga berapapun jumlah kendaraan – kendaraan yang sudah ditentukan sesuai dengan data yang ada dapat dioptimalkan pergerakannya dalam simulasi ini. Dan ketersediaan RSU juga dapat mendukung kendaraan kendaraan untuk memiliki informasi lalu lintas secara real time.



Gambar 27 Tampilan Jarak Dekat

Gambar 27 adalah tampilan *vehicles* yang sedang melakukan komunikasi ke *vehicles* lain yang berada disekitarnya dengan cara *routing* AODV berupa pengiriman pesan *route request* (RREQ) yang berisikan *Broadcast ID*. Di *vehicles* tersebut terlihat radar berwarna merah dan kuning yang artinya kendaraan tersebut sedang melakukan *routing* AODV. Namun untuk *routing* nya sendiri tidak dapat ditampilkan secara detail dikarenakan sudah dikonfigurasi bersamaan pada saat *generate* map dari *OpenStreetMap*.

Jadi hanya bisa menampilkan visualnya saja. Dan pada generator tersebut hanya dapat menghasilkan jaringan kendaraan yang dapat bergerak secara individu dan tidak saling bertabrakan tanpa adanya infrastruktur (RSU) disepanjang jalan. Komunikasi tersebut berisikan alamat node sumber, kecepatan node, dan peringatan apabila jarak antara pengirim dan penerima tidak memungkinkan untuk melintasi jalan tersebut.

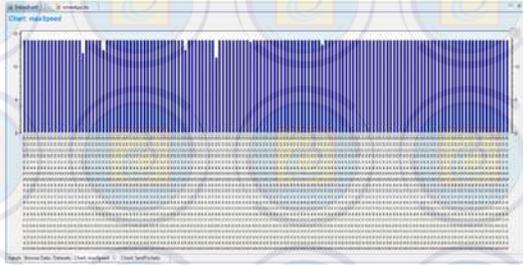
### D. Simulasi pada Omnet++



Gambar 28 Tampilan Simulasi pada Omnet++

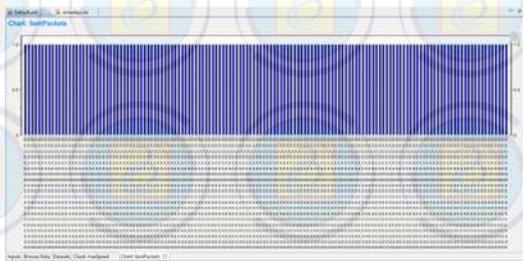
Gambar 28 menunjukkan tampilan pada saat simulasi dijalankan. Bisa dilihat bahwa map pada simulasi ini sangat sederhana dan terdapat beberapa node yang saling mengirimkan pesan kepada node lain yang bergerak dengan tujuannya masing-masing. Dan akan memberikan pesan ke kendaraan sekitar yang ditandai dengan indikator berwarna biru apabila kendaraan tersebut sedang berhenti yang didukung dengan ketersediaan RSU untuk penyebaran pesan komunikasi tersebut.

Dan pada gambar 28 juga merupakan hasil simulasi VANET pada Omnet++ yang diimpor dari VEINS. Namun untuk pemodelan kendaraannya sendiri hanya bisa berbentuk mobil saja dan tidak bisa bervariasi, tetapi untuk menampilkan parameternya bisa disesuaikan dengan jumlah kendaraan dari data yang diperoleh.



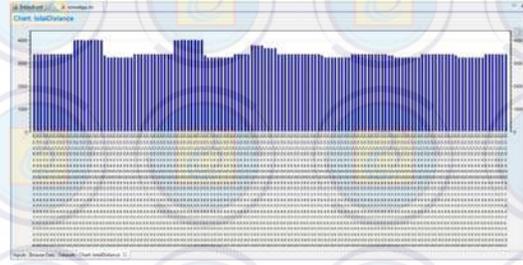
Gambar 29 Parameter “maxspeed” Keseluruhan

Gambar 29 menunjukkan tampilan parameter *maxspeed* keseluruhan *node* dalam simulasi VANET. *Axis x* menunjukkan sampel penelitian berupa kendaraan yang ditentukan sesuai dengan data yang ada, dan *axis y* menunjukkan kecepatan kendaraan dalam satuan m/s. Pada tampilan ini terlihat *maxspeed* dari seluruh *node* tercatat pada angka 14 m/s dan terdapat *minspeed* dari seluruh *node* yang tercatat pada angka 11,7 m/s. Ini merupakan hasil simulasi berupa parameter kendaraan yang tercatat pada tanggal 05 Februari 2021 yang dijalankan selama 15 menit sesuai dengan data survei dengan total kendaraan mencapai 142 unit.



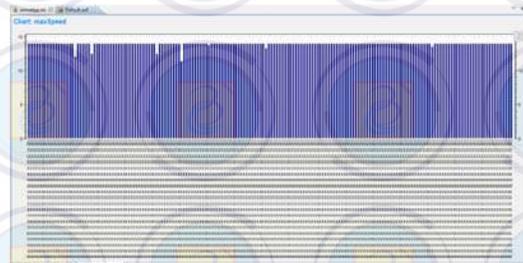
Gambar 30 Parameter “SentPackets” Keseluruhan

Pada Gambar 30 menunjukkan ukuran data dalam pengiriman pesan yang dilakukan pada keseluruhan *node* disimulasi VANET. *Axis x* menunjukkan sampel penelitian berupa kendaraan yang ditentukan sesuai dengan data yang ada, dan *axis y* menunjukkan ukuran data yang terkirim ke kendaraan sekitar dalam satuan MB. Dapat dilihat pada grafik tersebut bahwa seluruh *node* yang sedang melakukan pengiriman pesan memiliki ukuran data yang sama, yaitu sebesar 1 MB. Ini merupakan hasil simulasi berupa parameter kendaraan yang tercatat pada tanggal 05 Februari 2021 yang dijalankan selama 15 menit sesuai dengan data survei dengan total kendaraan mencapai 142 unit.



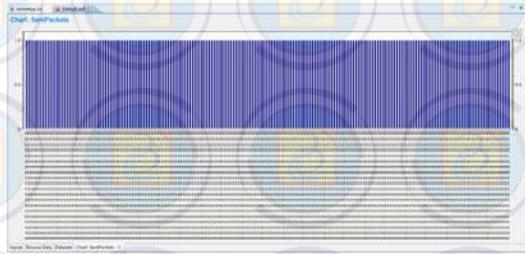
Gambar 31 Parameter “totalDistance” Keseluruhan

Pada Gambar 31 menunjukkan tampilan parameter *totaldistance* atau bisa disebut dengan total jarak yang ditempuh pada keseluruhan *node* di simulasi VANET yang berjalan selama 15 menit. *Axis x* menunjukkan sampel penelitian berupa kendaraan yang ditentukan sesuai dengan data yang ada, dan *axis y* menunjukkan total jarak yang ditempuh tiap kendaraan dalam satuan meter. Pada tampilan ini terdapat bermacam *totaldistance* dari setiap *node* dimulai dari yang terjauh yaitu tercatat pada angka 4000 m sampai yang terdekat yaitu tercatat pada angka 3200 m. Ini merupakan hasil simulasi berupa parameter kendaraan yang tercatat pada tanggal 05 Februari 2021 yang dijalankan selama 15 menit sesuai dengan data survei dengan total kendaraan mencapai 142 unit.



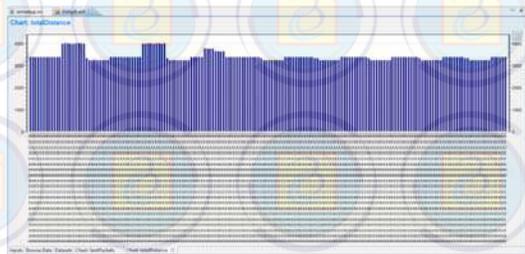
Gambar 32 Parameter “maxspeed” Keseluruhan

Gambar 32 menunjukkan tampilan parameter *maxspeed* keseluruhan *node* dalam simulasi VANET. *Axis x* menunjukkan sampel penelitian berupa kendaraan yang ditentukan sesuai dengan data yang ada, dan *axis y* menunjukkan kecepatan kendaraan dalam satuan m/s. Pada tampilan ini terlihat *maxspeed* dari seluruh *node* tercatat pada angka 14 m/s dan terdapat *minspeed* dari seluruh *node* yang tercatat pada angka 11,7 m/s. Ini merupakan hasil simulasi berupa parameter kendaraan yang tercatat pada tanggal 24 Februari 2021 yang dijalankan selama 19 menit sesuai pada data survei dengan total kendaraan mencapai 178 unit.



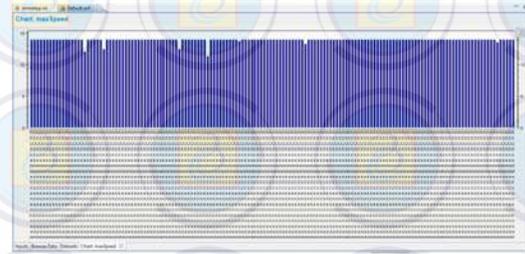
Gambar 33 Parameter “SentPackets” Keseluruhan

Pada Gambar 33 menunjukkan ukuran data dalam pengiriman pesan yang dilakukan pada keseluruhan node disimulasi VANET. *Axis x* menunjukkan sampel penelitian berupa kendaraan yang ditentukan sesuai dengan data yang ada, dan *axis y* menunjukkan ukuran data yang terkirim ke kendaraan sekitar dalam satuan MB. Dapat dilihat pada grafik tersebut bahwa seluruh node yang sedang melakukan pengiriman pesan memiliki ukuran data yang sama, yaitu sebesar 1 MB. Ini merupakan hasil simulasi berupa parameter kendaraan yang tercatat pada tanggal 24 Februari 2021 yang dijalankan selama 19 menit sesuai pada data survei dengan total kendaraan mencapai 178 unit.



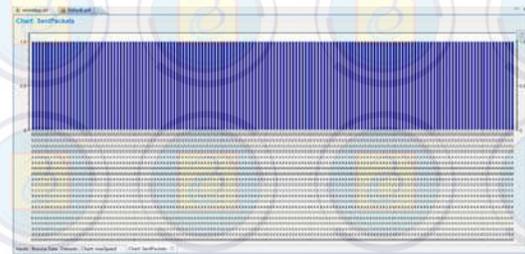
Gambar 34 Parameter “totalDistance” Keseluruhan

Pada Gambar 34 menunjukkan tampilan parameter *totaldistance* atau bisa disebut dengan total jarak yang ditempuh pada keseluruhan node di simulasi VANET yang berjalan selama 19 menit. *Axis x* menunjukkan sampel penelitian berupa kendaraan yang ditentukan sesuai dengan data yang ada, dan *axis y* menunjukkan total jarak yang ditempuh tiap kendaraan dalam satuan meter. Pada tampilan ini terdapat bermacam *totaldistance* dari setiap node dimulai dari yang terjauh yaitu tercatat pada angka 4000 m sampai yang terdekat yaitu tercatat pada angka 3200 m. Ini merupakan hasil simulasi berupa parameter kendaraan yang tercatat pada tanggal 24 Februari 2021 yang dijalankan selama 19 menit sesuai pada data survei dengan total kendaraan mencapai 178 unit.



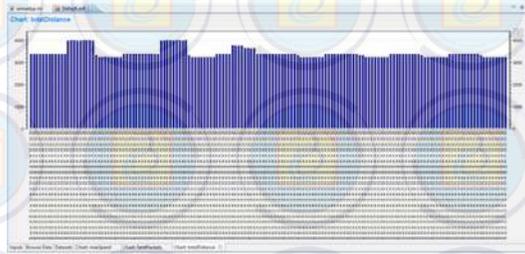
Gambar 35 Parameter “maxspeed” Keseluruhan

Gambar 35 menunjukkan tampilan parameter *maxspeed* keseluruhan *node* dalam simulasi VANET. *Axis x* menunjukkan sampel penelitian berupa kendaraan yang ditentukan sesuai dengan data yang ada, dan *axis y* menunjukkan kecepatan kendaraan dalam satuan m/s. Pada tampilan ini terlihat *maxspeed* dari seluruh *node* tercatat pada angka 14 m/s dan terdapat *minspeed* dari seluruh *node* yang tercatat pada angka 11,7 m/s. Ini merupakan hasil simulasi berupa parameter kendaraan yang tercatat pada tanggal 25 Februari 2021 yang dijalankan selama 16 menit sesuai pada data survei dengan total kendaraan mencapai 154 unit.



Gambar 36 Parameter “SentPackets” Keseluruhan

Pada Gambar 36 menunjukkan ukuran data dalam pengiriman pesan yang dilakukan pada keseluruhan node disimulasi VANET. *Axis x* menunjukkan sampel penelitian berupa kendaraan yang ditentukan sesuai dengan data yang ada, dan *axis y* menunjukkan ukuran data yang terkirim ke kendaraan sekitar dalam satuan MB. Dapat dilihat pada grafik tersebut bahwa seluruh node yang sedang melakukan pengiriman pesan memiliki ukuran data yang sama, yaitu sebesar 1 MB. Ini merupakan hasil simulasi berupa parameter kendaraan yang tercatat pada tanggal 25 Februari 2021 yang dijalankan selama 16 menit sesuai pada data survei dengan total kendaraan mencapai 154 unit.



Gambar 37 Parameter “totalDistance” Keseluruhan

Pada Gambar 37 menunjukkan tampilan parameter *totaldistance* atau bisa disebut dengan total jarak yang ditempuh pada keseluruhan node di simulasi VANET yang berjalan selama 16 menit. *Axis x* menunjukkan sampel penelitian berupa kendaraan yang ditentukan sesuai dengan data yang ada, dan *axis y* menunjukkan total jarak yang ditempuh tiap kendaraan dalam satuan meter. Pada tampilan ini terdapat bermacam *totaldistance* dari setiap node dimulai dari yang terjauh yaitu tercatat pada angka 4000 m sampai yang terdekat yaitu tercatat pada angka 3200 m. Ini merupakan hasil simulasi berupa parameter kendaraan yang tercatat pada tanggal 25 Februari 2021 yang dijalankan selama 16 menit sesuai pada data survei dengan total kendaraan mencapai 154 unit.

## V. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dari penelitian serta mengacu pada rumusan masalah seperti yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian yang dilakukan bahwa.

1. Pergerakan kendaraan di Jl. Letnan Sutopo, BSD dapat bergerak secara optimal dan dapat distabilkan dengan dibuatnya simulasi VANET ini.
2. Kendaraan yang bergerak maupun tidak bergerak dapat berkomunikasi berdasarkan hasil simulasi pada generator SUMO apabila sudah berada pada jarak yang memungkinkan dan ketersediaan RSU juga mendukung kendaraan untuk memiliki informasi tentang lalu lintas di sekitarnya secara real time.
3. Hasil yang optimal berdasarkan simulasi SUMO dan Omnet++ ialah dengan ditunjukkan dengan adanya indikator berwarna merah dan kuning di setiap kendaraannya yang dimana kendaraan tersebut sedang melakukan komunikasi berupa pengiriman pesan dengan metode broadcast.

### B. Saran

Bagi peneliti selanjutnya yang akan melakukan penelitian terkait dengan judul penelitian ini

diharapkan dapat mengkaji faktor-faktor lain yang juga mempengaruhi simulasi VANET. Beberapa hal yang perlu dilakukan dalam pengembangan lebih lanjut yaitu:

1. Saat melakukan simulasi di simulator SUMO dan Omnet++, pemrosesan ulang pada mobilitas perlu dimodifikasi untuk menyesuaikannya dengan perubahan mobilitas dan kepadatan kendaraan yang tinggi di lingkungan VANET.
2. Untuk pengembangan lebih lanjut, dapat dibuat test bench agar hasil analisis yang diperoleh lebih akurat, dan parameter QoS lainnya juga dapat digunakan untuk mengukur kinerja jaringan tersebut.

## VI. REFERENSI

- [1] Anthony, R.J., 2016. Distributed Systems, in: Systems Programming. Elsevier, pp. 383–474. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800729-7.00006-6>
- [2] Aziza, R.N., Siswipraptini, P.C., Cahyaningtyas, R., 2017. PROTOKOL ROUTING PADA VANET: TAKSONOMI DAN ANALISIS PERBANDINGAN ANTARA DSR, AODV, DAN TORA. Jurnal Ilmiah FIFO 9, 98. <https://doi.org/10.22441/fifo.2017.v9i2.002>
- [3] Dewi, I.N., Munadi, R., Vidya Y., L., 2016. SIMULASI DAN ANALISIS PERFORMANSI DARI PROTOKOL ROUTING BERBASIS POSISI GPRS DAN GyTAR UNTUK VEHICLE COMMUNICATION PADA VEHICULAR AD HOC NETWORK (VANET). TEKTRIKA - Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, dan Elektronika 1, 243. <https://doi.org/10.25124/tektrika.v1i1.243>
- [4] Hafid, A., Sulisty, S., 2016. Kinerja Protokol Perutean WSN pada Komunikasi Vehicle to Vehicle (V2V) menggunakan OMNet++ 5.
- [5] Nutrihadi, F., 2016. Studi Kinerja VANET Scenario Generators: SUMO dan VanetMobisim untuk Implementasi Routing Protocol AODV menggunakan Network Simulator 2 (NS-2). Jurnal Teknik ITS 5, 4307. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i1.14307>
- [6] Thesis, M., Haliti, A., 2018. Update and Evaluate Vehicular Simulation Framework for LTE and 802.11p in OMNeT++ 63.