

Simulasi dan Analisis Performansi *Vehicular Ad hoc Network* (VANET) Menggunakan Protokol *Routing* Berbasis Topologi di Kota Pekanbaru

Mutia Indah Lestari*, Linna Oktaviana Sari**

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, Riau
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: mutia.m.indah@student.unri.ac.id

ABSTRACT

VANET is a subset concept of Mobile Ad-Hoc Network (MANET) where the vehicle acts as a node on the network. The basic purpose of VANET is to support communication between vehicles so that it can be used as an intelligent traffic information traffic system. This communication can be done directly between vehicles (Vehicle to Vehicle) or with the infrastructure to communicate. High node mobility is a basic VANET characteristic that causes rapid changes in network topology. This necessarily requires the implementation of a routing protocol that matches its characteristics within the network. In this study to support the performance of VANET communication is used topology-based routing Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV). AODV is one of the reactive routing protocols in VANET. The AODV protocol will be simulated using Network Simulator-2 (NS-2) by multiplying the number of nodes scenario that runs on the real map. This scenario will be analyzed and reviewed from the parameters of Packet Delivery Ratio, End to End Delay and Routing Overhead. The simulation results obtained on each parameter are 99.20%; 0.0138 seconds; 19076 packet.

Keywords: AODV, VANET, SUMO, NS-2, 802.11p

I PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi pada saat ini yang begitu cepat memudahkan manusia untuk mendapatkan informasi tentang segala hal tak terkecuali informasi yang berkaitan dengan lalu lintas. Pada tahun 2015, jumlah kepadatan kendaraan tertinggi berada di Kota Pekanbaru dengan jumlah kendaraan sebesar 105.941, jumlah ini mencakup 50% dari total kendaraan di Provinsi Riau (BPS, 2015).

Beberapa tahun terakhir dikembangkan teknologi yang berkaitan dengan komunikasi antar kendaraan menggunakan teknologi *wireless*. Tiap kendaraan dapat memberi atau menerima informasi yang berkaitan dengan kondisi lalu lintas. Masing-masing kendaraan yang dilengkapi perangkat *wireless* bergerak menempuh perjalanan dapat diasumsikan sebuah pergerakan *node*. *Node* yang bergerak ini membentuk jaringan *Ad hoc* yang disebut *Vehicular Ad hoc Network* (VANET) (Dimiyati, dkk., 2016).

Vehicular Ad hoc Network (VANET) merupakan konsep subset dari *Mobile Ad-Hoc Network* (MANET) dimana kendaraan bertindak sebagai *node* pada jaringan. Tiap kendaraan dapat memberi atau menerima informasi yang berkaitan dengan kondisi lalu lintas. Mobilitas *node* yang tinggi merupakan karakteristik dasar VANET yang

menyebabkan perubahan yang cepat pada topologi jaringan. Hal ini tentunya memerlukan implementasi protokol *routing* yang sesuai dengan karakteristiknya di dalam jaringan (Singh, 2014).

Pada penelitian ini untuk menunjang kinerja dari komunikasi VANET digunakan *routing* berbasis topologi yaitu AODV. *Ad hoc On-Demand Distance Vector* (AODV) adalah sebuah protokol reaktif, dimana hanya akan membuat rute ketika ada *node* yang akan mengirimkan data. Protokol *routing* berbasis topologi ini menggunakan informasi mengenai topologi jaringan yang ada dan kondisi link komunikasi antar *node* dalam pengambilan keputusan *routing*.

Hasil telusuran penelitian yang berkaitan mengenai *Vehicular Ad hoc Network* (VANET) sudah banyak dilakukan sebelumnya. Penelitian yang dilakukan Ilmal Alifriansyah Rahardjo mengenai Studi Kinerja 802.11P pada Protokol AODV di Lingkungan VANET Menggunakan NS-2, dari percobaan yang dilakukan dihasilkan suatu performa bahwa pada skenario rill mengalami peningkatan nilai rata-rata pada *Packet Delivery Ratio* dan *Routing Overhead* dan mengalami penurunan nilai rata-rata pada *delay* seiring dengan bertambahnya kepadatan kendaraan dibandingkan dalam skenario *grid*.

Berdasarkan isu-isu dan penelitian yang sudah ada, maka dilakukan penelitian mengenai

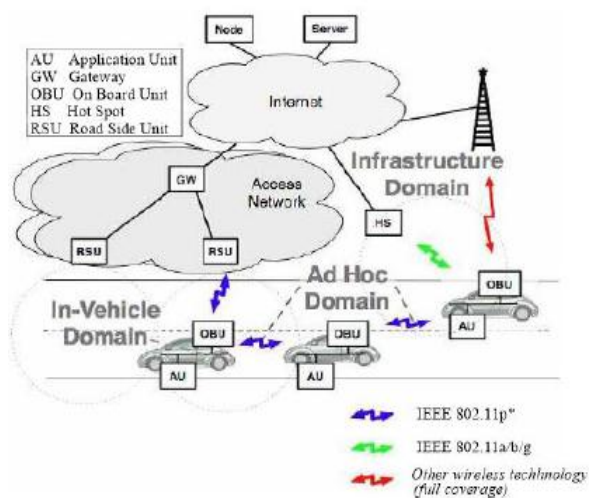
analisa performansi *Vehicular Ad hoc Network* (VANET) menggunakan protokol *routing* berbasis topologi yaitu *Ad hoc On-Demand Distance Vector* (AODV). Dengan kemampuan dari protokol *routing* AODV ini diharapkan dapat dijadikan sebagai rekomendasi untuk diterapkan pada komunikasi VANET di Kota Pekanbaru dengan *metric* performansi berupa *End to End Delay*, *Packet Delivery Ratio*, dan *Routing Overhead*.

II TINJAUAN PUSTAKA

Vehicle Ad hoc Network (VANET)

Vehicular Ad hoc Network (VANET) adalah sebuah konsep dari jaringan *Wireless Ad hoc* yang mampu berkomunikasi dengan infrastruktur *Roadside Unit* (RSU) atau biasa disebut *Vehicle to Infrastructure* (V2I), dengan kendaraan lain atau *Vehicle to Vehicle* (V2V), dan juga meliputi *Roadside to Roadside* (R2R) (Cahyadi,dkk.,2016).

Terlihat pada Gambar 1 merupakan arsitektur sistem VANET. Umumnya VANET memiliki tiga domain utama yang saling terintegrasi, yaitu kendaraan (*vehicle*), *ad hoc*, dan infrastruktur. Di dalam *vehicle* domain terdapat *Application Unit* (AU) dan *On-Board Unit* (OBU) yang nantinya OBU inilah yang akan menggunakan domain *ad hoc* dan akan berkomunikasi dengan infrastruktur dan kendaraan lain. Pada domain infrastruktur terdapat *Roadside Unit* (RSU) dan *Hot Spot* (HS) (Dewi,dkk.,2016).



Gambar 1. Arsitektur Sistem VANET
(Dewi,dkk.,2016)

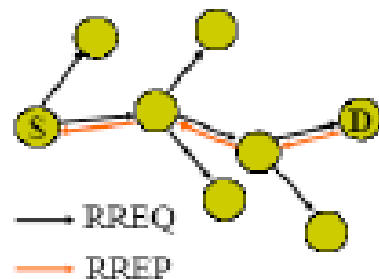
Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV)

Ad hoc On-Demand Distance Vector

(AODV) merupakan salah satu protokol *routing* reaktif di VANET. AODV memungkinkan *node-node* yang bergerak untuk mendapatkan rute untuk tujuan yang baru secara cepat, dan tidak memerlukan *node-node* lain untuk menjaga rute ke tujuan selama tidak ada komunikasi yang aktif. AODV memungkinkan *node-node* yang bergerak untuk menanggapi *link* yang terputus secara cepat dan menanggapi perubahan topologi jaringan pada waktu yang tepat. AODV menggunakan mekanisme permintaan-balasan (*request-reply*), sederhana untuk menemukan jalurnya (Hari,dkk.,2014).

AODV memiliki *Route Discovery* dan *Route Maintenance*. *Route Discovery* berupa *Route Request* (RREQ) dan *Route Reply* (RREP), sedangkan *Route Maintenance* berupa *Data*, *Route Update* dan *Route Error* (RRER) (Rahardjo,dkk.,2017).

Terlihat pada Gambar 2, saat jalur ke tujuan tidak diketahui, AODV akan membuat paket permintaan jalur dan menyiarkannya ke *node* tetangganya. AODV menggunakan teknik *Route Request* (RREQ), *Route Reply* (RREP) dan *Route Error* (RERR). *Route Request* (RREQ) digunakan ketika *node source* hendak mencari jalur untuk mengirimkan data kepada *node destination*. Sedangkan *Route Reply* digunakan untuk mengirimkan rute/jalur yang telah dibuat kembali oleh *node source* ketika *node destination* telah ditemukan.



Gambar 2. Mekanisme Penemuan Rute
(Rahardjo,dkk.,2017)

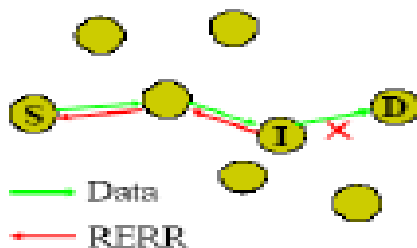
Ketika RREP menjelajahi *node*, ia akan secara otomatis akan men-*setup path*. Jika sebuah *node* menerima RREP, maka *node* tersebut akan mengirimkan RREP lagi ke *node* atau *destination sequence number*. Pada proses ini, *node* pertama kali akan mengecek *destination sequence number* pada tabel *routing* yang menerima paket tersebut, apakah nilainya lebih besar dari 1 (satu) pada *Route Request* (RREQ), jika benar, maka *node* akan mengirimkan RREP. Ketika RREP berjalan

kembali ke *source* melalui *path* yang telah di *setup*, maka paket tersebut akan mengatur kembali *path* ke *source node* dan memperbaharui waktu *timeout*. Secara umum tabel *routing* AODV dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Tabel *routing* AODV

Destination	Cost	Next Hop
A	1	A
B	0	B
C	∞	-
D	1	D
E	∞	-

Jika sebuah *link* ke *hop* berikutnya tidak dapat terdeteksi dengan menggunakan metode penemuan jalur (*Route Discovery*), maka *link* tersebut akan diasumsikan putus dan *Route Error* (RRER) akan disebarakan ke *node* tetangganya seperti yang terlihat pada Gambar 3. Dengan demikian sebuah *node* bisa menghentikan pengiriman data melalui rute ini atau meminta rute baru dengan menyebarkan RREQ kembali (Rahardjo,dkk.,2017).



Gambar 3. Mekanisme Data (*Route Update*) dan *Route Error*
(Rahardjo,dkk.,2017)

802.11p – Wireless Access Vehicular Environment (WAVE)

Untuk memanfaatkan potensi yang ada pada sistem komunikasi antar kendaraan, saat ini IEEE sedang mengembangkan suatu perubahan standar IEEE 802.11p atau yang biasa disebut dengan *Wireless Access Vehicular Environments* (WAVE). WAVE merupakan penyempurnaan standar IEEE 802.11 yang diperlukan untuk mendukung pengaplikasian *Intelligent Transportation Systems* (ITS). WAVE juga merupakan pengembangan dari sistem IEEE 802.11a dengan memperkenalkan *physical layer* dan *MAC layer* yang dapat meningkatkan sistem

operasi dan aplikasi keselamatan dengan memberikan tingkat *latency* rendah. WAVE sendiri beroperasi pada band 5.9 GHz (5.850 – 5.925 GHz) dengan menggunakan sistem *multiplexing Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) dan dapat mencapai kecepatan penransmisian data antara 6-27 Mbps (Miao,dkk.,2013).

III METODE PENELITIAN

Alat Yang Digunakan

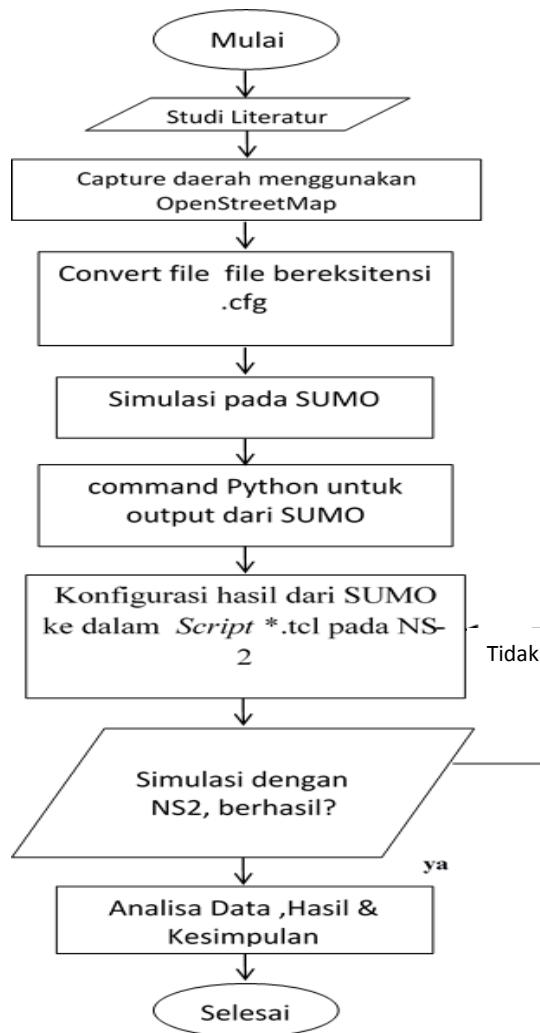
Simulasi dan analisis performansi VANET ini dilakukan dengan menggunakan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). *Hardware* seperti laptop digunakan untuk menjalankan *software*, sedangkan *software* berfungsi untuk menjalankan penyetingan parameter dan simulasi untuk menganalisa kualitas dari jaringan VANET. Adapun komponen yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Komponen dan Spesifikasi Penelitian

Komponen	Spesifikasi
CPU	Intel Inside
Memori	4 GB
Sistem Operasi	Ubuntu 16.04 LTS 64 bit
Memori	2 GB RAM
Penyimpanan	368 GB
SUMO	v.0.25.0
NS-2	v.2.35

Diagram Alir Penelitian

Dalam simulasi komunikasi VANET diperlukan diagram alir yang berisi tahapan-tahapan untuk membantu proses simulasi. Gambar 4 di bawah ini merupakan diagram alir dalam proses pengerjaan simulasi sehingga menghasilkan keluaran berupa grafik.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Parameter dan Spesifikasi Simulasi

Adapun tahapan awal yang perlu dilakukan dalam simulasi adalah menentukan apa saja parameter yang digunakan. Pengujian dilakukan di lingkungan perkotaan (riil) yang dilakukan selama 200 detik. Kemudian akan diujikan beberapa faktor yang bisa mempengaruhi kinerja dari VANET dengan protokol routing AODV. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi performa VANET yaitu kelipatan jumlah node

Untuk skenario perubahan jumlah node yang diujikan yaitu 50, 75, 100, dan 125. Tipe data yang digunakan adalah TCP, dengan ukuran paket yang digunakan 512 bytes. Berikut ini penjabaran dari parameter dan spesifikasi yang digunakan terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Parameter perancangan simulasi

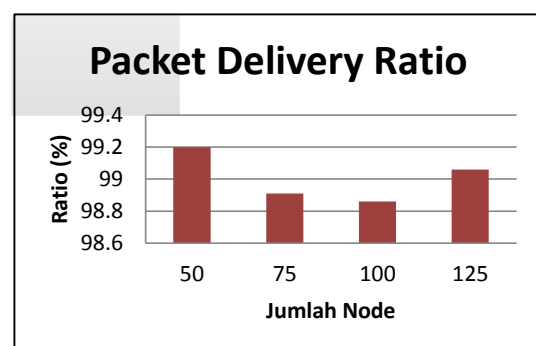
No.	Parameter	Spesifikasi
1	Network Simulator	NS-2.35
2	Protokol Routing	AODV
3	Waktu simulasi	0-200 detik
4	Ukuran paket	512 bytes
5	Banyak Node	50, 75, 100, 125
6	Simulation Area	972 m x 2431 m
7	Jenis Antena	Omni Antenna
8	Model Propagasi	Two-ray Ground
9	Tipe Data	CBR, TCP
10	Tipe Kanal	Wireles Channel

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini simulasi dilakukan dengan menggunakan skenario kelipatan jumlah node. Setelah melakukan simulasi pada protokol routing AODV, maka didapat hasil simulasi dalam bentuk *trace file* dengan ekstensi *.tr yang kemudian dapat dianalisis menggunakan *command AWK* agar *trace file* tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk angka sesuai yang dibutuhkan untuk membandingkan kedua skenario tersebut.

Packet Delivery Ratio (PDR)

Packet Delivery Ratio (PDR) adalah rasio antara paket yang dikirim dengan paket yang diterima, semakin tinggi nilai PDR yang dihasilkan maka semakin baik kinerja dari sebuah protokol routing. Berikut ini merupakan hasil performansi dari *packet delivery ratio* yang dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Perbandingan *Packet Delivery Ratio*

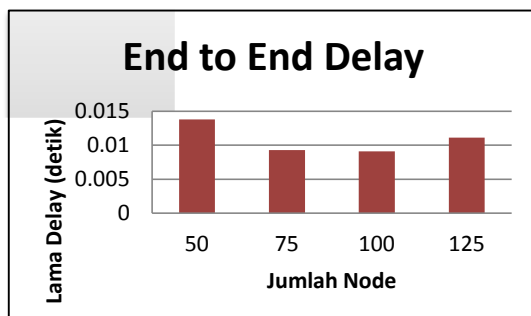
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa simulasi dilakukan dengan kelipatan jumlah node yaitu 50, 75, 100 dan 125. Berdasarkan data tersebut, dapat dilihat bahwa jumlah node 50 memiliki nilai PDR yang lebih baik yaitu 99.20%. Untuk jumlah node 75 dan 100 mengalami

penurunan nilai yang tidak terlalu signifikan yaitu 98.91% dan 98.86%. pada jumlah kendaraan maksimal yaitu 125 kembali mengalami kenaikan nilai yaitu 99.06%, artinya dari persentase nilai tersebut paket yang dikirimkan dapat diterima.

Berdasarkan data di atas terlihat bahwa kelipatan jumlah node dapat mempengaruhi kualitas dari PDR.

End to End Delay

End to End Delay adalah waktu rata-rata dari setiap paket ketika sampai tujuan. Semua paket termasuk *delay* yang dikarenakan oleh paket *routing*, ini juga akan diperhitungkan dalam memperoleh nilai akhir. Paket yang akan dimasukkan ke dalam perhitungan hanya paket yang berhasil sampai tujuan. Berikut ini merupakan hasil performansi dari *End to End Delay* yang dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Perbandingan *End to End Delay*

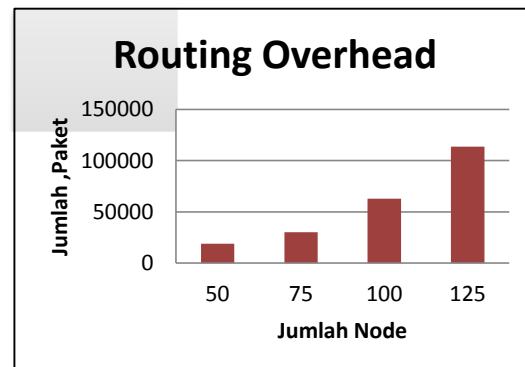
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa simulasi dilakukan dengan kelipatan jumlah node yaitu 50, 75, 100 dan 125. Berdasarkan data diatas, dapat dilihat bahwa pada jumlah node 75 dan 100 mengalami penurunan *delay* yaitu 0.0093 detik dan 0.0091 detik. Pada kondisi jumlah node 125, nilai *delay* mengalami peningkatan hingga 0.0111 detik, hal ini dikarenakan AODV yang dijalankan pada peta riil memerlukan waktu yang lebih lama untuk melakukan proses *Route Discovery*, karena rute yang diperoleh lebih bervariasi.

Berdasarkan data di atas terlihat bahwa kelipatan jumlah node dapat mempengaruhi kualitas dari *End to End Delay*. Dari data yang diperoleh artinya semakin kecil nilai *delay* yang dihasilkan maka semakin cepat data sampai ketujuan.

Routing Overhead

Routing Overhead adalah perbandingan antara banyaknya *routing packet* selama simulasi terhadap banyaknya paket yang dikirim. Parameter

ini digunakan untuk menghitung efisiensi dari protokol *routing* yang digunakan. Berikut ini merupakan hasil performansi dari *Routing Overhead* yang dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini:



Gambar 7. Perbandingan *Routing Overhead*

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa simulasi dilakukan dengan kelipatan jumlah node yaitu 50, 75, 100 dan 125. Pada skenario kelipatan jumlah node nilai *Routing Overhead* yang dihasilkan secara berturut-turut adalah 19076, 30268, 62758 dan 113605. Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa semakin besar jumlah node di jaringan maka semakin besar pula banyak paket yang akan di *routing* kan. Sehingga jumlah node mempengaruhi nilai *routing* paket dan pengiriman data karena banyaknya node yang saling berkomunikasi.

V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor yang mempengaruhi performansi pada simulasi protokol *routing* AODV adalah kelipatan jumlah node.
2. Semakin besar jumlah node yang bergerak maka semakin besar pula nilai PDR yang diperoleh. Artinya dari persentase nilai tersebut paket yang dikirimkan dapat diterima.
3. Hasil uji coba yang diperoleh pada *end to end delay* memiliki performa nilai yang baik, hal ini dikarenakan semakin kecil nilai *delay* yang dihasilkan maka semakin cepat data sampai ketujuan.
4. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada masing-masing node memiliki nilai *overhead* yang baik.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini untuk pengembangan simulasi ke depannya adalah:

1. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh dari protokol *routing* berbasis topologi lainnya (*proactive* atau *hybrid*) dengan jumlah kepadatan kendaraan yang lebih variatif.
2. Melakukan pengujian terhadap keberadaan infrastruktur seperti *Road Side Unit* (RSU) yang dapat mempengaruhi performansi dari protokol *routing* pada VANET.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Provinsi Riau. 2015. Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Kendaraan Di Provinsi Riau, 2015. <http://riau.bps.go.id>. Diakses 16 Oktober 2017. 15.45 WIB.
- Cahyadi, W., D.W. Jati dan B.S. Kaloko. 2016. Rancangan *Vehicular Visible Light Communication And Ad hoc Network* (V2LICAN) Pada Mobil Listrik Cerdas. *Proceedings Seminar Nasional Teknik Elektro (FORTEI 2016)*, 86-91.
- Dewi, I.N., R. Munadi dan L. Vidia. 2016. Simulasi dan Analisis Performansi Dari Protokol Routing Berbasis Posisi GPRS dan GyTAR Untuk *Vehicle Communication* Pada *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan (TEKTRIKA)*, 1(1):23-31.
- Dimiyati, M., R. Aggoro dan W. Wibisono. 2016. Pemilihan Node Rebroadcast Untuk Meningkatkan Kinerja Protokol Multicast AODV (MAODV) Pada VANETS. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 14(2):198-206.
- Hari, F., I.W. Mustika dan B.S. Hantono. 2014. Desain Sistem Peringatan Dini Untuk Pencegahan Kecelakaan Dalam Jaringan VANET. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENTIKA)*, 537-542.
- Miao, L., K. Djouani., B. Jacobus dan Y. Hamam. 2013. Performance Evaluation of IEEE 802.11p MAC Protocol in VANETs Safety Applications. *IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, 1663-1668. French South African Institute of Technology (F'SATI), Tshwane University of Technology.
- Rahardjo, I.A., R. Anggoro dan F.X. Arunanto. 2017. Studi Kinerja 802.11P Pada Protokol Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV) Di Lingkungan *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET) Menggunakan *Network Simulator 2 (NS2)*. *Jurnal Teknik ITS*. 6(1):168-173.
- Singh, S. dan G.S. Aujla. 2014. A noble Routing Protocol For Vehicular Ad Hoc Networks (VANETs) With Less Routing Overheads. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, 7(5):23-34.