Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 4, No 3, Desember 2022 Page: 1582−1591
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v4i3.2538

Analisis Jaringan VANET Antar Kendaraan Pada Kondisi LOS dan NLOS Menggunakan Metode Single Relay

Munandar[1,*], Alfina[2]

Sistem Informasi, STMIK Indonesia Banda Aceh, Banda Aceh, Indonesia
Email: [1,*]munandarstmik@gmail.com, [2]alfina@stmikiba.ac.id
Email Penulis Korespondensi: munandarstmik@gmail.com
Submitted: **15/11/2022**; Accepted: **27/12/2022**; Published**: 30/12/2022**

Abstrak−Perkembangan teknologi transportasi terus mengalami kemajuan dengan berbagai model dan bentuk kendaraan yang telah diproduksi baik skala kecil maupun dengan skala besar. Banyaknya penggunaan alat transportasi dapat menyebabkan kemacetan dalam mengoperasikannya, salah satu cara untuk meredam kemacetan tersebut adalah dengan menggunakan sistem komunikasi antar kendaraan (Vehicle to Vehicle) pada kondisi tidak ada hambatan dan ada hambatan berdasarkan parameter yang digunakan melalui Bit Error Rate dan Throuhgput. Jaringan vehicular ad hoc (VANET) merupakan cabang disiplin ilmu dari mobile ad hoc network (MANET) yang mempunyai keunggulan pada titik yang dapat disesuaikan dengan kendaraan, marka, rambu-rambu serta bangunan. Pertukaran informasi pada komunikasi teknologi VANET terdiri dari vehicle to vehicle (V2V) dan vehicle to infrastructure (V2I). Penelitian ini membahas tentang perbandingan jaringan VANET vehicle to vehicle pada saat kondisi tidak ada hambatan (LOS) dan kondisi ada hambatan (NLOS) dengan menggunakan modulasi Quarature Amplitude Modulation 16 bits per symbol (16-QAM). Penggunaan metode single relay dalam penelitian ini terdiri dari tahapan simulasi dengan aplikasi MATLAB dan analisis hasil simulasi yang diperoleh setelah melakukan simulasi. Hasil penelitian ini adalah sebuah metode perbandingan antar kendaraan pada model jaringan single relay dimana nilai Bit Error Rate tidak ada hambatan adalah BER terhadap rasio jarak 4.54×10^{-5}, BER terhadap SNR 3.00×10^{-3}, BER terhadap kecepatan 5.39×10^{-5}. Sedangkan untuk Throughput saat tidak ada hambatan didapatkan nilai Throughput terhadap rasio jarak 23.750 Mbps, Throughput terhadap SNR 23.927 Mbps. Throughput terhadap kecepatan 23.849 Mbps. Selanjutnya perbandingan pada saat ada hambatan, didapatkan nilai untuk Bit Error Rate adalah BER terhadap rasio jarak 7.17×10^{-5}, BER terhadap SNR 3.28×10^{-3}, BER terhadap kecepatan 9.56×10^{-5} dan untuk nilai Throughput saat ada hambatan adalah Throughput terhadap rasio jarak 23.486 Mbps. Throughput terhadap SNR 23.920 Mbps, Throughput terhadap kecepatan 23.633 Mbps.

Kata Kunci: Vehicle to Vehicle; Line of Sight (LOS); Non- Line of Sight (NLOS); Modulasi 16-QAM; Single Relay

Abstract−The development of transportation technology continues to progress with various models and forms of vehicles that have been produced both on a small scale and on a large scale. The large use of transportation equipment can cause congestion in operating it, one way to reduce this congestion is to use a vehicle-to-vehicle communication system in conditions where there are no obstacles and there are obstacles based on the parameters used through Bit Error Rate and Throuhgput. Vehicular ad hoc network (VANET) is a discipline branch of mobile ad hoc network (MANET) which has the advantage of being able to adapt points to vehicles, markings, signs and buildings. Information exchange on VANET technology communication consists of vehicle to vehicle (V2V) and vehicle to infrastructure (V2I). This study discusses the comparison of VANET networks when there are no obstacles (LOS) and obstacles (NLOS) conditions using Quarature Amplitude Modulation 16 bits per symbol (16-QAM). The use of the single relay method in this study consists of a simulation stage with the MATLAB application and an analysis of the simulation results obtained after carrying out the simulation. The results of this study are a comparison method between vehicles in the single relay network model where the value of the Bit Error Rate without obstacles is BER to distance ratio 4.54×10^{-5}, BER to SNR 3.00×10^{-3}, BER to speed 5.39×10^{-5}. Whereas for Throughput when there are no obstacles, the value of Throughput to distance ratio is 23.750 Mbps, Throughput to SNR is 23.927 Mbps. Throughput to speed of 23.849 Mbps.. Then for comparison when there are obstacles, the value for Bit Error Rate is BER to distance ratio 7.17×10^{-5}, BER to SNR 3.28×10^{-3}, BER to speed 9.56×10^{-5} and the Throughput value when there are obstacles is the Throughput to distance ratio of 23.486 Mbps. Throughput of SNR 23.920 Mbps, Throughput of speed 23.633 Mbps.

Keywords: Vehicle to Vehicle; Line of Sight (LOS); Non- Line of Sight (NLOS); Modulasi 16-QAM; Single Relay

1. PENDAHULUAN

Perangkat komunikasi pada saat ini memiliki berbagai bentuk dan mendukung untuk menghubungkan antara *server* dan *client*. Sistem yang terjadi daerah padat penduduk menjadi suatu masalah yang akan timbul dengan pemakaian kendaraan yang begitu besar oleh setiap orang. Keinginan tersebut timbul karena kebutuhan akan transportasi sangat diperlukan untuk memudahkan setiap kegiatan terhadap efesiensi waktu. Kepadatan dijalan dengan banyaknya kendaraan menjadi sebuah pemandangan yang lazim dilihat, sehingga untuk efesiensi waktu tidak dapat terjaga lagi dan kegiatan yang akan dijadwal akan terganggu. Teknologi yang hadir sekarang sangat pesat perkembangannya dengan berbagai macam dan model, komunikasi antar kendaraan diperlukan untuk dapat meminimalisir terjadi kecelakaan dan terhindar dari kemacetan. Salah satu teknologi yang dianggap dapat membantu untuk meminimalisir keadaan tersebut adalah teknologi *Vehicular Ad-Hoc Network* (VANET) memiliki jaringan wireless yang telah dilakukan pengembangan sehingga komunikasi yang terjalin secara *Inter Vehicle Communication* (IVC). Mobilitas pada setiap *node* Vanet yang tinggi dalam komunikasi bersifat sesaat dan mempunyai lintasan arah dan dinamis. Sehingga saat terjadi pengiriman paket data dari *node* sumber ke *node* tujuan dengan system komunikasi yang dimiliki VANET yaitu *Software Defined Network* dengan kemampuan *geographic* (SDGR) sebagai *control plane* untuk melakukan monitoring komunikasi *ad-hoc* antar *node*. Analisis yang didapatkan dalam penelitian ini adalah sebuah

Copyright © 2022 **Munandar**, Page 1582
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 4, No 3, Desember 2022 Page: 1582−1591
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v4i3.2538

konsep protokol perutean (*routing protocol)* dengan SDGR setelah di optimasi namun masih mempertimbangkan arah rute (SDGR+R) [1].

Jaringan VANET memiliki teknologi nirkabel dengan representasi node sebagai kendaraan dan rute pada jalan raya yang dilewati oleh kendaraan. Klasifikasi VANET terdiri dari protocol routing yang termasuk didalamnya adalah reaktif, proaktif dan *hybrid*. Dalam protocol routing untuk kinerja dipengaruhi oleh setiap model propagasi sehingga analisis protokol routing dilakukan pengujian dengan tambahan parameter yang terdiri dari *Packet Delivery Ratio* (PDR), *Packet Loss, End to End Delay*, dan *Throughput* [2].

Sistem komunikasi kendaraan dukungan infrastruktur harus memperhatikan *Road Side Unit (RSU),* dimana jaringan vanet dengan penggunaan protocol yang tidak sesuai kinerja. Protocol GSR atau AODV merupakan hasil perbandingan dalam kepadatan kendaraan, kecepatan serta jumlah dari berbagai macam RSU dilakukan penerapan pada jaringan VANET. peroleh hasil yang didapatkan dengan parameter pengujian terdiri dari *throughput, end-to-end delay serta packet delivery ratio* [3]. Kemampuan Jaringan VANET dengan mobilitas yang tinggi memungkinkan antar kendaraan di jalan dapat berinteraksi secara langsung antar kendaraan lainnya baik dalam keadaan bergerak maupun tanpa dukungan ketetapan yang dimiliki infrastruktur. Jaringan VANET memiliki karakteristik untuk mengatur node- node dengan kecepatan yang cepat sehingga dapat meningkatkan keamanan dan mengurangi angka kecelakaan pengguna kendaraan dijalan. Perbandingan *Ad-hoc On-demand Distance Vector* (AODV) dan *Fisheye State Routing* (FSR) dengan parameter pengujian berdasarkan *packet delivery ratio, throughput, end-to-end delay,* serta *routing overhead* [4].

Pengembangan jaringan VANET adalah untuk peningkatan efesiensi dalam berlalu lintas dan keselamatan pada jalan. Rancangan dari jaringan VANET disesuaikan untuk pertukaran pesan antar kendaraan dimana keselamatan pengguna dan informasi layanan. *Protocol Medium Access Control* (MAC) sangat efesien untuk diterapkan pada jaringan vanet dengan mempertimbangkan arsitektur, dan karakteristik yang berlaku pada standar jaringan VANET [5]. Jaringan single relay dengan parameter *Bit Error Rate* (BER) dan *throughput* pada sistem komunikasi kooperatif antar kendaraan dengan dua kondisi yaitu secara langsung dan secara tidak langsung. Pengujian ini mengukur tingkat system komunikasi untuk antar kendaraan secara kooperatif [6].

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka masalah yang menjadi fokus penelitian ini adalah penggunaan metode single relay pada saat melakukan analisis system jaringan VANET antar kendaraan baik saat terjadi hambatan maupun saat tidak ada hambatan. Penelitian ini melakukan perbandingan pada jaringan vehicle to vehicle (antar kendaraan) baik secara kondisi secara langsung maupun secara tidak langsung dengan parameter BER dan *Throughput* menggunakan system komunikasi modulasi 16 QAM. Kaitan dengan penelitian [6] adalah hasil yang diperoleh pada penelitian tersebut merupakan solusi dalam system komunikasi kooperatif. Sehingga setelah dilakukan analisis, penelitian ini fokus pada hasil perbandingan saja yang menggunakan metode *single relay* untuk menampilkan perbedaan hasil saat terjadi secara langsung dan secara tidak langsung antar kendaraan.

Perumusan masalah diatas dapat menggambarkan tujuan Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis serta membandingkan komunikasi antar kendaraaan pada kondisi ada hambatan dan kondisi tidak ada hambatan dengan metode *single relay* menggunakan modulasi 16 QAM yang mana penggunaan modulasi ini pada literature [6] dilakukan pengujian ruang lingkup komunikasi kooperatif.

Penelitian ini melakukan kajian beberapa *literature* sebelumnya yang telah dilakukan seperti literature [6] pengujian dengan parameter *Bit Error Rate* dan *throughput* dalam jaringan komunikasi kooperatif antar kendaraan saat terjadi hambatan maupun secara langsung. *Literature* [7] *protocol routing* untuk menentukan rute adalah *destination sequenced distance vector* (DSDV) yang dapat menganalisis saat terjadi adanya node baru dan paket saat silakukan transmit data dengan menggunakan *routing protocol* DSDV yang ada pada jaringan vanet.

Metode *single relay* merupakan salah satu cara untuk dapat mengirim data *rate* dari pengirim ke penerima supaya jaringan wireless berfungsi secara optimal [8]. Jaringan VANET merupakan sebuah jaringan antar kendaraan yang dapat melakukan komunikasi saling bertukar informasi di jalan serta bagian dari *Mobile Ad-hoc Network* (MANET) yang mengatur setiap *node* kendaraan dengan *Road Side Unit* (RSU) berdasarkan system jaringan nirkabel. Jaringan VANET didedikasikan juga untuk kemajuan teknologi yang berbasis *Intelligent Transportation Systems* (ITS) yang memerlukan penelitian secara dalam pada bidang transportasi sehingga dapat mengurangi angka kecelakaan antar kendaraan. Perpaduan komunikasi antar kendaraan dan infrastruktur jalan yang mendukung untuk dapat berkomunikasi sesama kendaraan dalam ruanglingkup yang jauh [9].

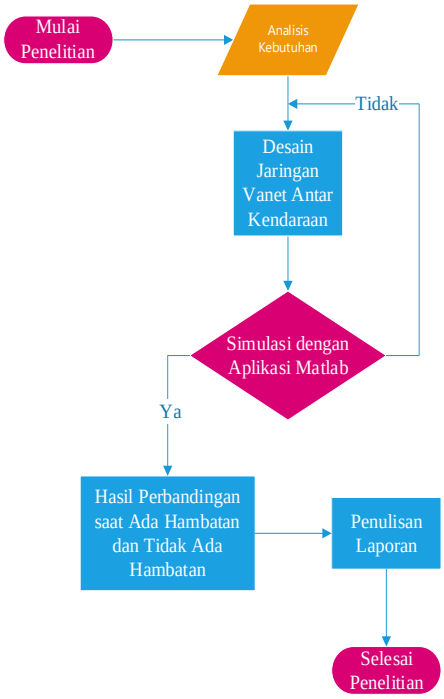
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan melalui beberapa tahapan seperti yang terlihat pada Gambar 1 diagram alur. Tahapan pertama dimulai dengan melakukan review studi literature dan analisis sesuai dengan kebutuhan penelitian yaitu analisa perbandingan jaringan VANET antar kendaraan. Tahapan kedua selanjutnya melakukan desain untuk kondisi tanpa hambatan dan adanya hambatan melalui aplikasi MATLAB untuk menghasilkan coding matlab yang sesuai dengan fokus penelitian. Tahapan ketiga, setelah mendapatkan *coding software matlab* yang sesuai ditambahkan metode *single relay* dan modulasi 16-QAM baik pada saat ada hambatan maupun tidak ada hambatan. Pada tahapan akhir dilakukan penulisan laporan penelitian, untuk lebih jelas berikut Gambar diagram alur penelitian.

This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 4, No 3, Desember 2022 Page: 1582−1591
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v4i3.2538



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Gambar 1 diatas menjelaskan secara lebih detail alur penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahapan yang dilalui, menariknya dari alur diagram diatas adalah analisis kebutuhan dimana pada tahap ini ditentukan penggunaan jaringan VANET antar kendaraan baik pada kondisi tidak ada hambatan dan kondisi dengan adanya hambatan. Tahapan desain penelitian yaitu proses untuk menentukan parameter yang digunakan yaitu parameter *Bit Error Rate* (BER) dan *Throughput* terhadap beberapa komponen yang terdiri dari jarak, *Signal To Ratio* (SNR) dan kecepatan kendaraan. Selanjutnya dilakukan simulasi dengan menggunakan Aplikasi Matlab untuk mendapatkan hasil perbandingan yang tepat, apabila terjadi kesalahan dalam penulisan coding maka proses akan ditolak dan kembali ketahapan sebelumnya dan untuk kondisi berhasil akan ditampilkan hasil dalam bentuk grafik.

2.2 Analisis Kebutuhan

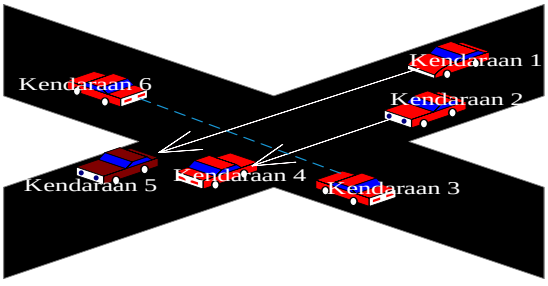
Pada tahapan analisis kebutuhan mempunyai 2 bagian yang memerlukan pemahaman yang lebih detail untuk penelitian ini. Berikut ini tahapan yang akan dibahas, yaitu:

2.2.1 Studi Literature

Tahapan untuk studi literature pada penelitian ini memiliki beberapa referensi yang diperoleh dari kajian dan pengujian berkaitan permasalahan penelitian antara lain adalah buku, jurnal, dan artikel. Referensi sangat penting untuk mengatasi permasalahan penelitian ini sehingga dapat mendukung menyelesaikan penelitian dengan baik dan cukup untuk penulisan laporan penelitian.

2.2.2 Desain Jaringan VANET antar Kendaraan

Perkembangan system jaringan VANET memiliki berbagai macam bentuk dan model, salah satu model penelitian ini adalah komunikasi jaringan vanet antar kendaraan yang berbasis single relay. Beberapa penelitian relevan sebelumnya juga menjadi referensi penulisan laporan untuk melengkapi penelitian ini. Jaringan Vanet antar kendaraan saat terjadi hambatan dan tidak ada hambatan menjadi desain yang terbaru apabila dilakukan perbandingan dengan penelitian sebelumnya. Literature **[6]** menjadi perbandingan dengan penelitian ini dianggap memerlukan perbandingan saat terjadi hambatan dan tidak ada hambatan. Gambar berikut menunjukkan desain dari penelitian:



Gambar 2. Desain Jaringan VANET antar kendaraan saat ada hambatan dan tidak ada hambatan

Copyright © 2022 **Munandar**, Page 1584
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 4, No 3, Desember 2022 Page: 1582−1591
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v4i3.2538

2.3 Metode Pengujian

Pengujian simulasi menggunakan aplikasi matlab dengan veriabel terdiri dari *Bit Error Rate* dan *throughput* sebagai pembanding penelitian. Jaringan VANET antar kendaraan dilakukan pengujian berdasarkan BER dan *Troughtput* terhadap rasio jarak, SNR dan kecepatan kendaraan. kedua variable dilakukan perbandingan sehingga akan didapatkan nilai yang yang baik saat terjadi hambatan dan tidak ada hambatan. *Node Access Point* (AP) dan *node Station* (STA) memiliki support WLAN IEEE 802.11n, namun saat dilakukan simulasi kedua *node* terus bergerak dengan fleksibelitas yang tinggi. Kedua *node* saling mengalami perubahan jarak secara perlahan dan terus menerus, sehingga pada akhir penelitian akan terlihat kondisi yang dihasilkan baik dalam posisi ada hambatan dan tidak ada hambatan.

Kinerja dari *routing protocol* proaktif dianggap cocok untuk mendukung dari karakteristik jaringan VANET, dimana routing ini memiliki *multi-path dynamic address routing* dan *fishseye state* saat dilakukan *transmite* dan *receiver* data *rate* TCP dan SCTP dengan memperhitungkan *packet delivery ratio, packet loss, throughput, delay* dan *energy* **[10]**. Jaringan wireless memiliki gangguan yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan jaringan *local area network* (LAN) ini sangat memungkinkan gangguan dari sebuah kanal yang sedang digunakan. Faktor Kehilangan Ruang Bebas **(***Free space loss)* merupakan sebuah kondisi dimana kanal yang digunakan mempunyai kelemahan dalam pengiriman paket data rate pada jalur yang ada hambatan (NLOS). Penggunaan ruang bebas dalam keadaan ada hambatan pada kanal transmisi dapat mengakibatkan terhalangnya sinyal pada saat proses transmisi terjadi. Saat terjadi transmisi data rate dari pengirim ke penerima juga dipengaruhi oleh buruknya kondisi kanal yang disebabkan jarak antar kendaraan yang terhalang, kondisi kanal serta adanya frekuensi radio. Pengukuran FSL secara matematika dapat ditulis seperti dibawah **ini [11]:**

$$FSL_{dB} = 32.44 + 20log\,D_{km} + 20log\,f_{MHz} \quad (1)$$

Penggunaan *Multipath* pada jaringan vanet antar kendaraan dapat menyebabkan sinyal mengalami beberapa proses yang terdiri dari refleksi (pemantulan), *refraksi* (pembiasan), atau *scattering* (penghamburan). Dampak yang dihasilkan dari multipath dapat mempengaruhi kondisi kanal sehingga sinyal mengalami penurunan daya jelajah untuk sampai kepada penerima dan kondisi yang lebih fatal sinyal akan hilang pada sisi penerima **[12]**. Unsur yang mempengaruhi tingkat kestabilan pada sebuah jaringan *wireless* maupun jaringan *Lokal Area Network* (LAN) adalah *Throughput*. Pengertian dari throughput sendiri merupakan kemungkinan yang terjadi saat jumlah paket data dikirim dari titik akses point ke station dalam satuan waktu dan diterima oleh penerima data rate setiap detik. Pada jaringan wireless *Throughput* di pengaruhi oleh keadaan baik buruknya kanal dan jarak antara akses poin dengan station penerima. Sehingga dengan pengertian diatas maka dapat di jabar secara matematis rumusannya adalah sebagai berikut: [13]:

$$E(r) = \big(1 - BER(r)\big)r \quad (2)$$

Keterangan untuk rumus diatas adalah:

$E(r)$: simbul dari sebuah *Throughput* dengan satuan *bit per second* (BPS)
BER : singkatan dari *Bit error rate* dengan satuan decibel
r : bit rate yang ditransmisikan dari akses *point* ke *station* (BPS)

Dari rumus matematis di atas dapat diartikan *Bit rate* dipengaruhi oleh berapa besar paket dikirim dengan kecepatan bit antar *node* kendaraan dalam satuan detik. Penentuan sebuah nilai *Bit rate* yaitu dengan adanya jarak antar *node* ke *node* kemudian dikalikan dengan *bandwidth* yang digunakan **[14]**. Jumlah paket data yang dikirim saat proses transmisi berlangsung terdapat sejumlah rasio kesalahan yang dipengaruhi kanal yang buruk sehingga terjadi *error* pada saat penerima melakukan akses terhadap *data rate* yang diterima. Parameter ini pada jaringan *wireless* Vanet antar kendaraan sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi kanal saat berlangsung transmisi data rate sampai pada penerima dengan lengkap. Peluang data rate dari transmisi ke penerima pada bit error rate menggunakan sinyal BPSK untuk setiap kanal yang akan digunakan. Secara matematika dapat dijabarkan rumusnya adalah **[15]**. System lalulintas untuk kecepatan kendaraan oleh pemerintah Indonesia sangat diperhatikan, ini terbukti dengan adanya aturan perundang-udangan dimana kecepatan kendaraan dalam kota dibatasi pada angka 50 Km/Jam. Jarak dan kecepatan antar kendaraan pada system jaringan *vanet* antar kendaraan di asumsikan titik *(node)*, kemudian metode *single relay* digunakan untuk melakukan komunikasi antar kendaraan baik saat tidak ada hambatan maupun saat ada hambatan **[16]**. Data rate WLAN IEEE 802.11n terdiri dari beberapa bagian yaitu *Modulation Coding Scheme (MCS), Coding Rate, Number of Spatial Stream* (Nss), *Guard Interval* (GI), *Short Guard Interval* (SGI), *Binary Phase Shift Keying* (BPSK), *Quadrature Phase Shift Keying (*QPSK), *Quarature Amplitude Modulation (16 bits per symbol)* (16 QAM), *Quarature Amplitude Modulation (64 bits per symbol* (64-QAM) **[17]**. Penambahan pada beberapa koefesien kanal yang bersumber dari *source* ke beberapa destinasi yang dituju untuk menguatkan sinyal yang akan diterima pada receiver. Penggunaan metode *single relay* untuk menguatkan sinyal pada *receiver* supaya informasi yang diterima setelah melalui kanal dapat ditransmisi dengan baik **[18]**. Komunikasi jaringan *Wireless Local Area Network* (WLAN) dan lebih sering kita mengenalnya dengan nama *Wireless- Fidelity* (WIFI) yaitu jaringan yang melakukan kmunikasi data baik mengirim maupun menerima secara nirkabel yang melalui signal frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz. Berkembangnya teknologi nirkabel yang mendukung komunikasi pada jaringan ini terhubung juga system teknologi *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) sampai dengan 4 spatial streams dalam system WLAN 802.11 **[19]**.

This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 4, No 3, Desember 2022 Page: 1582−1591
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v4i3.2538

2.4 Peralatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa peralatan untuk mendukung selama keberlangsungannya, di antaranya adalah:

a. Laptop dengan spesifikasi yang mendukung untuk system operasi dan aplikasi simulasi
b. Operating system Windows 10
c. Aplikasi Matlab (R2015a).

Selanjutnya tahapan yang dilakukan yaitu identifikasi parameter pengaruh kondisi tidak ada hambatan (LOS) dan ada hambatan (NLOS). Pada tahap ini menganalisa faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja jaringan antar kendaraan dengan mempertimbangkan jarak antar kendaraan, SNR dan kecepatan kendaraan.
Penelitian ini direncanakan akan menggunakan Laboratorium jaringan Komputer STMIK Indonesia Banda Aceh. Penggunaan laboratorium disamping memenuhi untuk dapat mendukung penelitian juga dapat berfungsi untuk tempat tukar informasi praktikum antara dosen. Faktor lainnya diharapkan untuk mengikutsertakan mahasiswa dalam penelitian ini, supaya dalam penulisan karya ilmiah mahasiswa mampu memahaminya.
Alur penelitian ini adalah melakukan simulasi menggunakan aplikasi MATLAB dengan 2 buah parameter diantaranya adalah *Throughput* dan *Bit error rate* (BER) terhadap:

a. Rasio jarak dengan kondisi tidak ada hambatan (LOS) dan ada hambatan (NLOS)
b. SNR dengan kondisi tidak ada hambatan (LOS) dan ada hambatan (NLOS)
c. Kecepatan dengan kondisi tidak ada hambatan (LOS) dan ada hambatan (NLOS)

Beberapa parameter penelitian yang terdiri dari jumlah data yang dipakai untuk mendukung penelitian berjumlah 100.000 Bit dimana data tersebut di *transmite* dari *Access Point* (AP) ke *Station* (STA) sebagai *receiver* dimana kondisi ini dapat bersifat fleksibel. Penggunaan modulasi 16 QAM dan relay bersifat tunggal ini dikarenakan pada saat tidak ada hambatan dan ada hambatan hasil yang didapat tidak berubah. Jenis *relay* ditentukan dengan *protocol relay* dengan amplitude frekuensi. Berikut Terlampir beberapa parameter yang akan digunakan dalam penelitian:

Tabel 1. Parameter yang digunakan dalam Simulasi [2]

Parameter	Nomor	Keterangan
bit data	1	100.000 Bit
Jumlah AP	2	1 Unit
Jumlah relay	3	1
Jumlah STA	4	1 Unit
Model Modulasi	5	16-QAM
Protokol relay	6	AF
Jarak sumber – relay- tujuan	7	Tetap dan bergerak
Rasio jarak	8	0.1 Meter – 1 Meter
Data rate	9	600 Mbps
SNR (dB)	10	0 – 10 db
Bandwidth kanal	11	20/40 MHz

Jarak simulasi terdiri dari jarak sumber ke *relay* dan di*transmite* ke tujuan bersifat tetap dan bergerak (berubah-ubah). Rasio jarak antar kendaraan memiliki jarak yang terdekat dari 0,1 Meter sampai jarak 1 Meter ini memungkinkan kendaraan tidak terjadi tabrakan antar kendaraan. Data rate yang digunakan adalah 600 Mbps dengan SNR antara 0 sampai 10 decibel yang didukung kanal yang dipakai baik 20 Mhz Maupun 40 Mhz.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan parameter pengukuran *Bit Error Rate* (BER) dan *Throughtput* terhadap dengan jarak, *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan Kecepatan kendaraan. Analisis lebih lanjut dilakukan terhadap penggunaan beberapa patameter yang telah disiapkan dari awal penelitian untuk mengamati perubahan pada saat terjadi hambatan dan tidak ada hambatan. Penggunaan modulasi 16 QAM digunakan untuk melihat kinerja dari parameter di atas pada model jaringan VANET dengan memakai metode *single relay*. Berikut ini hasil yang di dapatkan dalam bentuk grafik:

3.1 Pemakaian Metode Single Relay

Single relay pada jaringan nirkabel (*wireless*) dengan pertimbangan kondisi tidak ada hambatan dan ada hambatan diperlukan untuk dapat menganalisis hasil dari penelitian, pertimbangan tersebut dapat membatasi dan hasil yang didapat akan lebih detail. Pengaruh sinyal saat terjadi transmisi *data rate* dari *Access Point* (AP) ke *Station* (STA) sangat memungkin penurunan *data rate* yang diterima oleh *Station* sebagai penerima. Penyebab dari kejadian ini sangat tinggi karena jaringan nirkabel memiliki kondisi yang harus disesuaikan, sehingga saat adanya penurunan kinerja dari AP ke STA dapat diketahui lebih cepat.

3.2 Perbandingan *Bit Error Rate* (BER)

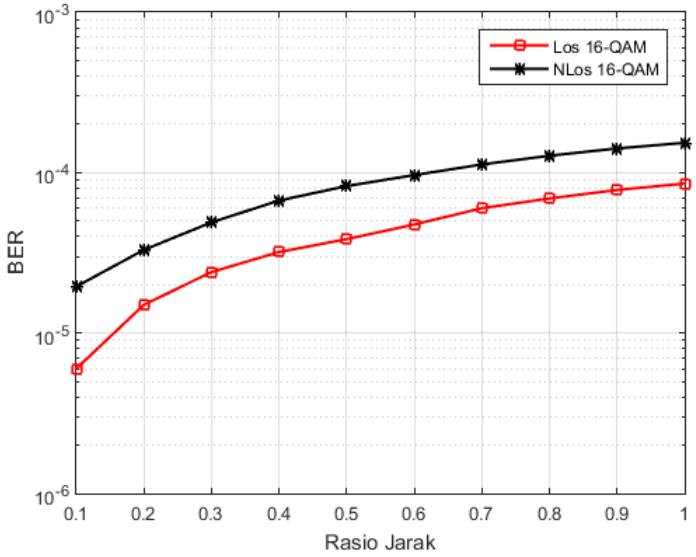
Copyright © 2022 **Munandar**, Page 1586
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 4, No 3, Desember 2022 Page: 1582−1591
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v4i3.2538

Hasil perbandingan setelah melakukan simulasi memakai aplikasi MATLAB dengan parameter BER teridiri dari beberapa kondisi seperti dibawah ini:

a. Analisis perbandingan *Bit Error Rate* terhadap rasio jarak Kendaraan

Pengujian parameter *Bit Error Rate* terhadap rasio jarak kendaraan akan dilakukan analisis setelah didapatkan hasil dengan menggunakan aplikasi Matlab, komunikasi antar kendaraan akan terjadi pada dua kondisi yaitu kondisi tidak ada hambatan dan kondisi ada hambatan. *Single relay* digunakan sebagai metode dalam penelitian didukung oleh modulasi 16 QAM untuk mendapatkan hasil seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.

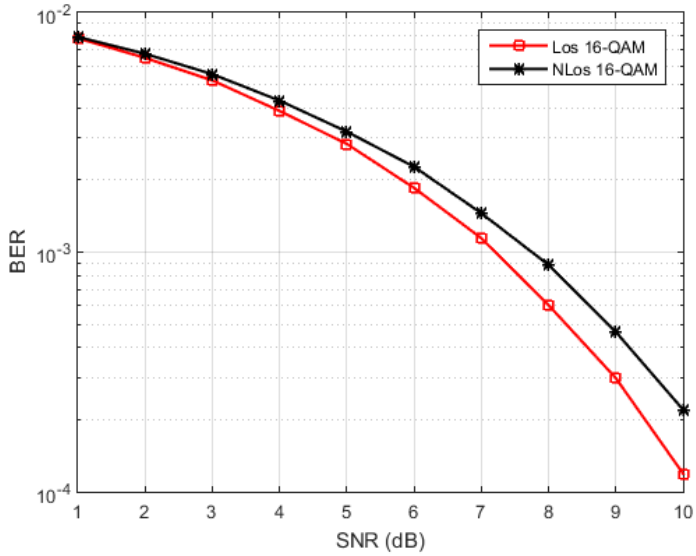


Gambar 3. Perbandingan BER terhadap rasio jarak pada jaringan vanet antar kendaraan

Grafik yang ditampilkan pada Gambar 3 menunjukkan perbandingan *bit error rate* (BER) terhadap rasio jarak antar kendaraan jika terjadi hambatan dan saat tidak ada hambatan. Parameter yang diukur adalah BER dan jarak dalam satuan meter. Perbandingan jaringan vanet antar kendaraan *(Vehicle to Vehicle)* terlihat saat penggunaan modulasi 16 QAM dimana jarak antar kendaraan berada dalam kondisi tidak ada hambatan (LOS) menunjukkan BER yang dihasilkan lebih rendah dari kondisi ada hambatan (NLOS).

b. Analisis Perbandingan *bit error rate* terhadap *signal to noise ratio*

Pengujian untuk *Bit Error Rate* terhadap *signal to noise ratio* pada jaringan VANET antar kendaraan dengan tidak ada hambatan dan ada hambatan menggunakan metode *single relay* berdasarkan dukungan dari modulasi 16 QAM. Penggunaan modulasi ini menandakan perbandingan yang akan dihasilkan nanti tediri dari tidak ada hambatan dan ada hambatan seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan BER terhadap SNR pada jaringan Vanet antar kendaraan

Untuk kondisi BER terhadap SNR hasil simulasi yang diperoleh seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4 dengan asumsi jaringan vanet antar kendaraan yang berada pada kondisi ada hambatan dan tidak ada hambatan dengan

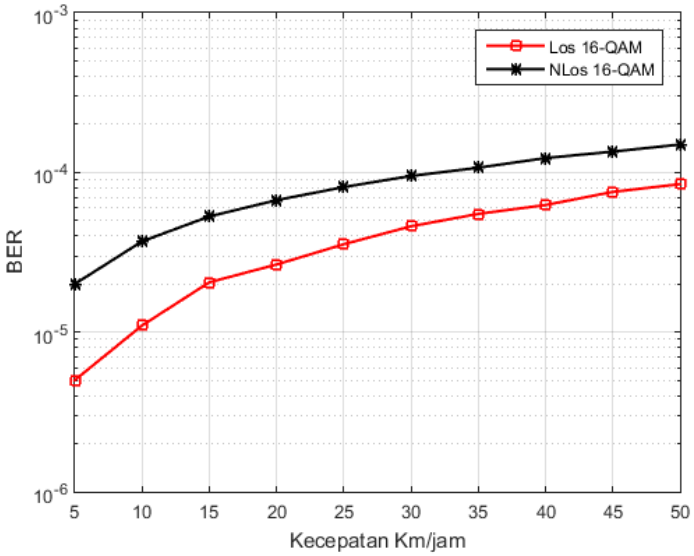
Copyright © 2022 **Munandar**, Page 1587
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 4, No 3, Desember 2022 Page: 1582−1591
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v4i3.2538

menggunakan metode single relay menunjukkan hasil perbandingan kondisi tidak ada hambatan (LOS) lebih baik dari pada kondisi ada hambatan (NLOS).

c. Analisis Perbandingan *Bit Error Rate* Terhadap Kecepatan Kendaraan

Tahapan yang ketiga pada parameter Bit Error Rate terhadap kecepatan kendaraan jaringan VANET antar kendaraan baik pada kondisi tidak ada hambatan dan kondisi ada hambatan dengan menggunakan metode *single relay*. Modulasi 16 QAM yang digunakan untuk kondisi tidak ada hambatan dan ada hambatan pada tahapan ini menunjukkan hasil seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan BER terhadap kecepatan pada jaringan vanet antar kendaraan

Perbandingan hasil yang didapatkan untuk BER terhadap kecepatan pada jaringan vanet antar kendaraan pada kondisi tidak ada hambatan (LOS) dan ada hambatan (NLOS) dengan menggunakan metode single relay menunjukkan hasil yang diperoleh kondisi tidak ada hambatan (LOS) lebih baik atau lebih rendah dai pada kondisi ada hambatan (NLOS). Setelah menganalisis satu persatu gambar diatas maka dapat secara detail dilihat hasil dari simulasi yang telah dilakukan pada sistem jaringan vanet antar kendaraan baik pada kondisi tidak ada hambatan maupun ada hambatan dengan menggunakan metode *singel-relay*. Penggunaan modulasi adalah modulasi 16-QAM, pengujian simulasi dilakukan untuk mendapatkan nilai dari parameter BER terhadap rasio jarak antar kendaraan, BER terhadap SNR antar kendaraan dan BER terhadap kecepatan kendaraan. Hasil simulasi tersebut didapatkan un tuk perbandingan jaringan vanet antar kendaraan pada kondisi tidak ada hambatan lebih baik dari pada kondisi ada hambatan. Untuk lebih jelas berikut nilai yang didapatkan setelah melakukan analisis pada jaringan vanet antar kendaraan dengan kondisi tidak ada hambatan dan kondisi ada hambatan sehingga didapatkan perbandingannya adalah:

a. BER terhadap rasio jarak dengan kondisi tidak ada hambatan $4.54\ x\ 10^{-5}$.
b. BER terhadap rasio jarak dengan kondisi ada hambatan $7.17\ x\ 10^{-5}$.
c. BER terhadap SNR dengan kondisi tidak ada hambatan $3.00\ x\ 10^{-3}$.
d. BER terhadap SNR dengan kondisi ada hambatan $3.28\ x\ 10^{-3}$
e. BER terhadap kecepatan dengan kondisi tidak ada hambatan $5.39\ x\ 10^{-5}$.
f. BER terhadap kecepatan dengan kondisi ada hambatan $9.56\ x\ 10^{-5}$

3.3 Perbandingan *Throughput*

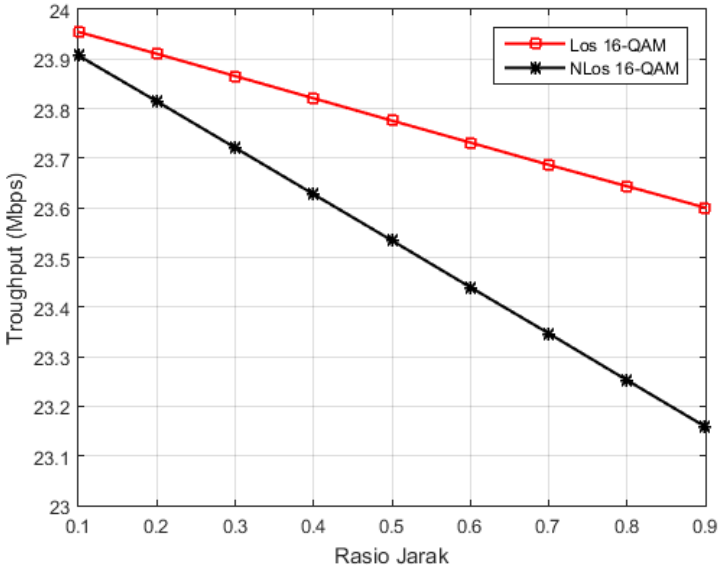
Pada jaringan vanet antar kendaraan dalam kondisi tidak ada hambatan dan ada hambatan mempertahankan kestabilan jaringan *wireless* sangat penting untuk dapat mengirim data dari akses *point* (pengirim) ke *station* (penerima). *Throughput* diperlukan dalam system jaringan wireless untuk melihat jumlah paket yang terkirim dari AP ke STA dalam kurun interval sehingga mudah untuk pengamatannya. Analisis dilakukan pada setiap gambar yang telah berhasil dilakukan simulasi jaringan vanet antar kendaraan baik dalam kondisi tidak ada hambatan maupun kondisi ada hambatan dengan menggunakan metode *single relay*, Sehingga hasil perbandingan yang diuraikan lebih detail. Berikut terdapat beberapa hasil perbandingan *throughput* terhadap rasio jarak, SNR dan kecepatan setelah melalui simulasi dengan menggunakan aplikasi matlab dalam bentuk grafik:

a. Analisis Perbandingan *Throughput* terhadap rasio Jarak Kedaraan

Parameter *Throughput* pada jaringan VANET antar kendaraan baik dalam kondisi tidak ada hambatan dan kondisi ada hambatan dilakukan simulasi terhadap rasio jarak kendaraan dengan menggunakan aplikasi MATLAB. Parameter *throughput* dilakukan pengujian terhadap rasio jarak kendaraan dengan menggunakan metode *single relay*. Modulasi 16 QAM digunakan pada kedua kondisi tersebut untuk mendapatkan hasil seperti pada Gambar 6.

Copyright © 2022 **Munandar**, Page 1588
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 4, No 3, Desember 2022 Page: 1582−1591
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v4i3.2538

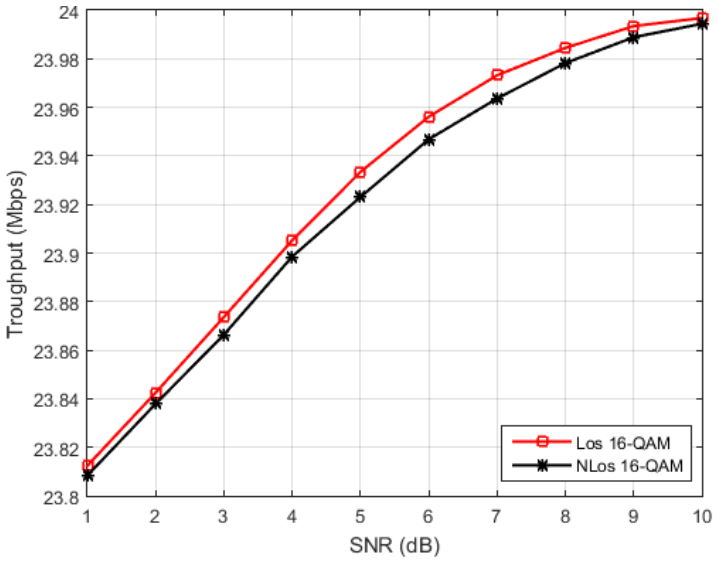


Gambar 6. Perbandingan *Throughput* terhadap jarak pada jaringan vanet antar kendaraan

Analisis dari Gambar 6 menunjukkan perbandingan *throughput* yang dihasilkan terhadap rasio jarak pada kondisi tidak ada hambatan (LOS) lebih tinggi daripada ada hambatan (NLOS). *Throughput* yang lebih bagus pada saat kondisi tidak ada hambatan sesuai dengan perkiraan awal penelitian. Sehingga pengujian dilakukan dengan adanya metode single relay dapat memberikan perbedaan pada saat kondisi ada hambatan dan tidak ada hambatan dalam system jaringan vanet antar kendaraan ini.

b. Analisis Perbandingan *Throughput* Terhadap *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Tahapan kedua pada parameter *Throughput* ini menjelaskan perbandingan *throughput* terhadap *signal to noise ratio* (SNR). Pada tahap ini jaringan VANET antar kendaraan dengan kondisi tidak ada hambatan dan ada hambatan dengan menggunakan metode *single relay* dilakukan simulasi menggunakan aplikasi MATLAB yang sudah termasuk didalamnya modulasi 16 QAM. Sehingga hasil yang didapatkan setelah simulasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan *Throughput* terhadap SNR pada jaringan vanet antar kendaraan

Analisis perbandingan *throughput* terhadap SNR pada Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi yang diperoleh pada jaringan vanet antar kendaraan dengan kondisi tidak ada hambatan (LOS) lebih baik *throughput*nya jika dibandingkan dengan kondisi ada hambatan (NLOS). Pengujian ini menandakan bahwa penggunaan metode *single relay* lebih efektif pada *throughput* untuk mengirim dan menerima data *rate* dari akses poin (pengirim) ke station (penerima) atau sebaliknya.

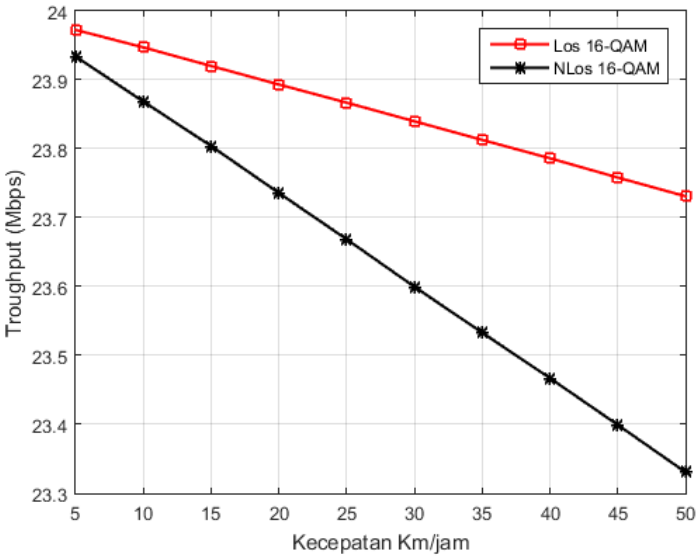
c. Analisis Perbandingan *Throughtput* Terhadap Kecepatan kendaraan

Tahapan terakhir dari parameter *Throughput* dilakukan pengujian sehingga didapatkan perbandingan *throughput* terhadap kecepatan kendaraan pada jaringan vanet antar kendaraan baik dalam kondisi tidak ada hambatan dan ada

Copyright © 2022 **Munandar**, Page 1589
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 4, No 3, Desember 2022 Page: 1582−1591
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v4i3.2538

hambatan dengan menggunakan metode *single relay*. Modulasi 16 QAM yang digunakan pada kedua kondisi mendapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan *Throughput* terhadap Kecepatan pada jaringan vanet antar kendaraan

Pada Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian menggunakan simulasi matlab dengan parameter *throughput* terhadap kecepatan kendaraan pada kondisi tidak ada hambatan (LOS) lebih tinggi *throughput* yang dihasilkan apabila dibandingkan dengan kondisi ada hambatan (NLOS). Maka ini membuktikan bahwa analisis system jaringan vanet antar kendaraan pada kondisi tidak ada hambatan dapat mempertahankan kestabilan *throughput* terhadap kecepatan kendaraan.

Pengujian sistem jaringan vanet antar kendaraan telah dilakukan dan hasil yang didapatkan seperti pada beberapa Gambar diatas. Hasil simulasi yang dilakukan untuk meganalisis perbandingan jaringan *vanet* antar kendaraan baik pada kondisi tidak ada hambatan maupun ada hambatan dengan menggunakan metode *single relay*. Parameter Modulasi 16-QAM digunakan pada simulasi untuk melihat nilai dari perbandingan *throughput* terhadap *rasio jarak* antar kendaraan pada jaringan *vanet* pada saat tidak ada hambatan dan ada hambatan, perbandingan parameter *throughput* terhadap SNR antar kendaraan dan perbandingan *throughput* terhadap kecepatan antar kendaraan.

Keseluruhan nilai secara detail setelah dilakukan simulasi tersebut menunjukan nilai pada kondisi tidak ada hambatan (LOS) lebih baik dibandingkan dengan kondisi ada hambatan (NLOS) sehingga didapatkan perbandingan untuk semua kondisi seperti dibawah ini:

a. *Throughput* terhadap rasio jarak dengan kondisi tidak ada hambatan (LOS) 23.750 Mbps.
b. *Throughput* terhadap rasio jarak dengan kondisi ada hambatan (NLOS) 23.486 Mbps.
c. *Throughput* terhadap SNR dengan kondisi tidak ada hambatan (LOS) 23.927 Mbps.
d. *Throughput* terhadap SNR dengan kondisi ada hambatan (NLOS) 23.920 Mbps.
e. *Throughput* terhadap kecepatan dengan kondisi tidak ada hambatan (LOS) 23.849 Mbps.
f. *Throughput* terhadap kecepatan dengan kondisi ada hambatan (NLOS) 23.633 Mbps.

4. KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa: Pengujian dilakukan dengan 2 parameter yaitu *Bit Error Rate* (BER) dan *Throughput* terhadap rasio jarak, SNR dan kecepatan kendaraan. Simulasi dengan aplikasi MATLAB menghasilkan perbandingan dari kedua parameter tersebut dan selanjutnya dilakukan analisis dalam bentuk grafik. Jaringan Vanet antar kendaraan pada kondisi tidak ada hambatan dengan nilai yang didapatkan untuk *Bit Error Rate* adalah BER terhadap rasio jarak $4.54\ x\ 10^{-5}$, BER terhadap SNR $3.00\ x\ 10^{-3}$, BER terhadap kecepatan $5.39\ x\ 10^{-5}$. Sedangkan untuk *Throughput* saat tidak ada hambatan didapatkan nilai *Throughput* terhadap rasio jarak 23.750 Mbps, *Throughput* terhadap SNR 23.927 Mbps. *Throughput* terhadap kecepatan 23.849 Mbps. Selanjutnya perbandingan pada saat ada hambatan, didapatkan nilai untuk Bit Error Rate adalah BER terhadap rasio jarak $7.17\ x\ 10^{-5}$, BER terhadap SNR $3.28\ x\ 10^{-3}$, BER terhadap kecepatan $9.56\ x\ 10^{-5}$. Selanjutnya untuk nilai *Throughput* saat ada hambatan adalah *Throughput* terhadap rasio jarak 23.486 Mbps. *Throughput* terhadap SNR 23.920 Mbps, *Throughput* terhadap kecepatan 23.633 Mbps. Dari hasil di atas maka dapat disimpulkan untuk nilai yang didapatkan pada saat tidak ada hambatan lebih bagus dari pada ada hambatan. Penggunaan modulasi 16 QAM sebagai pembanding untuk melakukan simulasi pada saat ada hambatan dan pada saat tidak ada hambatan menjadi pilihan yang terbaik dari modulasi yang lainnya.

Copyright © 2022 **Munandar**, Page 1590
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 4, No 3, Desember 2022 Page: 1582−1591
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v4i3.2538

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Ristek melalui LLDIKTI 13 Wilayah Aceh yang telah memberi dukungan dengan hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun 2022 terhadap penelitian ini.

REFERENCES

[1] E. A. Manapa, S. Wahjuni, and S. N. Neyman, "Rancang Bangun Protokol Perutean SDGR+R pada Vehicular AD-HOC Network Berbasis Arah," J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 7, no. 6, 2020.
[2] N. Nazibullah, A. H. Jatmika, and F. Bimantoro, "Dampak Variasi Model Propagasi Terhadap Protokol Routing Reaktif, Proaktif, dan Hybrid di Jaringan VANET (Studi Kasus Kota Bima)," J. Teknol. Informasi, Komputer, dan Apl. (JTIKA), vol. 3, no. 1, 2021.
[3] "Implementasi Protokol Geographic Source Routing(GSR) Pada Vehicular Ad-Hoc Network(VANET) untuk Komunikasi Kendaraan Dengan Road Side Unit(RSU) - https __j-ptiik.ub.ac.id_index.php_j-ptiik_article_download_3827_1512_.pdf." .
[4] G. G. Sitompul, R. M. Negara, and D. D. Sanjoyo, "Analisis Performansi Protocol Routing AODV dan FSR (Studi Kasus : Skenario Jalan Raya)," e-Proceeding Eng., vol. 5, no. 1, pp. 267–274, 2018.
[5] R. T. Jurnal, "JARINGAN AD-HOC VEHICULAR (VANET) : TINJAUAN TENTANG ARSITEKTUR, KARAKTERISTIK, APLIKASI, DAN PROTOKOL MEDIUM ACCESS CONTROL (MAC)," Petir, vol. 9, no. 1, 2019.
[6] W. Count, T. Submitted, and P. Id, "Pengaruh Link Relay Terhadap Kinerja Komunikasi Kooperatif pada Vehicle to Vehicle (V2V)," 2021.
[7] M. U. Wicaksono, "Analisis Pengaruh Penambahan Node Dalam Kinerja Routing Protocol Destination Sequence Distance Vector (DSDV) Pada Jaringan Vanet," 2020.
[8] E. Renaldi, P. H. Trisnawan, and K. Amron, "Optimasi Posisi Relay Node pada Wireless Sensor Network menggunakan Algoritma Genetika," vol. 4, no. 10, pp. 3753–3762, 2020.
[9] D. Nur, "Perancangan Sistem Peringatan Antar Kendaraan Untuk Peningkatan Keselamatan Berkendara di Jalan," no. November, pp. 56–61, 2019.
[10] P. Studi, T. Informatika, F. Sains, D. A. N. Teknologi, U. Islam, and N. Syarif, "Analisis Kinerja Multi-Path Dynamic Address Routing Dan Fisheye State Routing Dengan Pengiriman Paket Data Tcp Dan Sctp Pada Vanet (Vehicular Ad-Hoc Network) Analisis Kinerja Multi-Path Dynamic Address Routing Dan Fisheye State Routing Dengan Pengiriman," 2019.
[11] D. Hall, "{Introduction to RF and Communications : Challenges in the RF Environment}," Natl. Instruments.
[12] J. M. Energy, S. Sendra, J. Lloret, R. Lacuesta, and J. M. Jimenez, "Document downloaded from : This paper must be cited as : Copyright Springer-Verlag Additional Information Energy Efficiency in Cooperative Wireless Sensor," vol. 24, pp. 678–687, 2019.
[13] K. W. Sowerby, "RESEARCH PAPERS BER EXPRESSION FOR MAXIMUM RATIO COMBINING IN By," vol. 5, no. 3, p. 2016, 2016.
[14] A. Mahmood, "Cooperative diversity in wireless networks," J. Eng. Sci. Technol. Rev., vol. 3, no. 1, pp. 184–187, 2010.
[15] V. Kumar, S. Mishra, and N. Chand, "Applications of VANETs: Present & Future," Commun. Netw., vol. 05, no. 01, pp. 12–15, 2013.
[16] R. L. Freeman, "Fundamentals of Telecommunications," Fundam. Telecommun., 2005.
[17] T. Y. Arif, Munandar, R. Adriman, and R. Munadi, "CARA-OHT: Collision-Aware Rate Adaptation for Optimal High-Throughput in IEEE 802.11s Wireless Mesh Networks," Int. J. Interact. Mob. Technol., vol. 14, no. 13, pp. 171–199, 2020.
[18] D. C. Bunday, "Advanced Digital Communications," Electron. Power, vol. 33, no. 9, p. 587, 1987.
[19] K. Vasudevan, "Digital Communications and Signal Processing," pp. 1–86, 2008.

This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License