

ANALISA PERANCANGAN KOMUNIKASI UNTUK KENDARAAN DENGAN INFRASTRUKTUR (V2I)

ANALYSIS DESIGN OF VEHICLE TO INFRASTRUCTURE (V2I) COMMUNICATION

Vita Azrina Aulia¹, Uke Kurniawan Usman², Doan Perdana³

1,2,3Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung

¹vitaazrina.student.telkomuniversity.ac.id, ²ukeusman@telkomuniversity.ac.id,

³doanperdana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada saat ini, komunikasi *machine to machine* semakin berkembang saat ini telah dirancang dapat menjalankan sistem komunikasi *vehicle to infrastructure* (V2I) yang merupakan layanan *intelligent transportation system* (ITS) dengan menggunakan teknologi nirkabel. V2I dikembangkan agar dapat memberikan solusi dari masalah transportasi, komunikasi V2I digagas dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan transportasi masa depan dengan memberikan informasi lalu lintas kepada pengendara secara *real time*. Pada perancangan komunikasi V2I ini dilakukan pada infrastruktur *traffic light* untuk memberikan informasi lalu lintas berupa perpindahan warna lampu lalu lintas, dari merah ke hijau ataupun sebaliknya kepada pengendara agar pengendara dapat bereaksi dengan cepat untuk melanjutkan perjalanan sehingga dirasa dapat mengurangi efek kemacetan. Komunikasi V2I dilakukan pada infrastruktur *traffic light* di jalan terusan buah batu bandung dikarenakan jalan tersebut yang terpantau padat, pada komunikasi V2I ini terdapat tiga perangkat yang digunakan yaitu On-board Unit (OBU) yang terpasang pada kendaraan, sedangkan pada infrastruktur dipasang Roadside Unit (RSU), untuk komunikasi V2I menggunakan standar *Dedicated Short Range Communication* (DSRC) pada frekuensi 5,9 GHz, dengan luas cakupan 1 km² dan jarak simulasi yang digunakan 300 meter, 600 meter, dan 900 meter dengan kecepatan rata-rata kendaraan saat memasuki area *traffic light* 10 km/jam.

Berdasarkan hasil simulasi, didapatkan nilai analisis simulasi *Throughput* yang terbaik yaitu 3214,117 Mbps untuk jarak 300 meter dan nilai terendah yaitu 1990,094 Mbps untuk jarak 900 meter. *end-to-end delay* sebesar 0,80904 ms untuk jarak 300 meter dan 0,99939 ms untuk jarak 900 meter. *Reliability* sebesar 48,720% untuk jarak 300 meter dan 26,331% untuk jarak 900 meter. Berdasarkan nilai terbaik dari tiga jarak simulasi yang digunakan, pada komunikasi V2I tersebut, adalah pada jarak 300 meter.

Kata Kunci : Komunikasi V2I, OBU, RSU, DSRC, 5G

Abstract

Communication machines for machines that are increasingly developing now can be applied to communication (V2I), which is an intelligent transportation system (ITS) service using wireless technology. V2I was developed in order to provide solutions to transportation problems, V2I communication in order to meet future transportation needs by providing traffic information to drivers in real time. The V2I communication design is carried out on the traffic light infrastructure to provide traffic information in the form of traffic lights, from red to green or vice versa to the driver so that the driver can react quickly to continue the trip so that it can reduce the effects of congestion. V2I communication is carried out on the traffic light infrastructure on the road of terusan buah batu channel because the road is observed dense, V2I communication there are three devices used, namely the On-board Unit (OBU) installed on the vehicle, while the Roadside Unit (RSU) is installed on infrastructure, for V2I communication uses the standard *Dedicated Short Range Communication* (DSRC) at a frequency of 5.9 GHz, with a coverage area of 1 km² and the simulation distance used is 300 meters, 600 meters and 900 meters with the average speed of the vehicle when entering the traffic light area 10 km / hour.

Based on the simulation results, the best *Throughput* simulation analysis value is 3214.117 Mbps for a distance of 300 meters and the lowest value is 1990.094 Mbps for a distance of 900 meters. *end-to-end delay* of 0.80904 ms for distances of 300 meters and 0.99939 ms for 900 meters. *Reliability* is 48.720% for a distance of 300 meters and 26.331% for a distance of 900 meters. Based on the best value of the three simulation distances used, the V2I communication is at a distance of 300 meters.

Keyword : V2I communication, OBU, RSU, DSRC, 5G

1. PENDAHULUAN

Dengan perkembangan zaman, maka pertumbuhan penduduk di kota besar semakin meningkat sehingga menyebabkan tingkat penggunaan alat transportasi semakin tinggi. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan setiap tahunnya sehingga menjadi tidak sebanding dengan ruas jalan yang ada, sehingga menimbulkan kemacetan lalu lintas yang semakin parah, maka dari itu dibutuhkan komunikasi yang dapat membantu pengemudi untuk mendapatkan informasi lalu lintas seperti *traffic light* agar dapat menyebarkan informasi lampu lalu lintas pada kondisi kemacetan secara cepat pada kendaraan. Komunikasi yang dapat digunakan ialah *vehicle to infrastructure* V2I, komunikasi V2I dilakukan secara wireless antara kendaraan dan infrastruktur dengan menggunakan perangkat *road side unit* (RSU) pada infrastruktur. Analisa komunikasi V2I dilakukan pada infrastruktur *traffic light* di jalan terusan buah batu bandung Diambil nya jalan terusan buah batu bandung karena lokasi yang terpantau padat dan merupakan salah satu akses jalan keluar dari tol buah batu tersebut. Sehingga dengan adanya komunikasi V2I ini dapat membantu pengendara untuk mendapatkan informasi lampu lalu lintas dengan cepat ketika berada dalam area *coverage* infrastruktur *traffic light*.

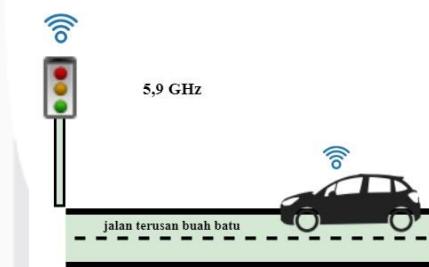
Pada penelitian [5], telah dilakukukan analisa kinerja sistem komunikasi *vehicle to infrastructure* (V2I) pada frekuensi 5,9 GHz di Surabaya. Penelitian tersebut pada perangkat RSU diletakan pada jembatan penyeberangan pada jalan protokol Surabaya. Pada analisa komunikasi V2I ini, nilai frekuensi dari *enode B* ke infrastruktur yang digunakan 24,25 GHz sedangkan frekuensi pada perangkat V2I yang digunakan yaitu 5,9 GHz dan parameter kualitas yang digunakan ialah *throughput*, *realibility*, *delay* dan *latency*. Analisa komunikasi V2I dapat dikategorikan layak apabila nilai *delay* < 1 ms, *high throughput* dan nilai *realibility* maksimal adalah 99%. Pada analisa komunikasi V2I menggunakan jarak 300 ,600 dan 900 Meter dengan kecepatan konstan 10 km/jam.

2. Dasar Teori

A. Vehicle To Infrastructure (V2I)

Vehicle To Infrastructure atau V2I merupakan model komunikasi yang memungkinkan kendaraan untuk berbagi informasi dengan infrastruktur seperti *traffic light*, tempat parkir, jalan raya. Komunikasi V2I dilakukan pada jaringan nirkabel dan dua arah, data dari infrastruktur dapat dikirimkan ke OBU pada kendaraan maupun sebaliknya. Pada V2I menggunakan frekuensi komunikasi jarak pendek (DSRC) khusus untuk mentransfer data, pada sistem transportasi cerdas (ITS) sensor dapat mengirimkan data dari infrastruktur seperti kondisi jalan, kemacetan lalu lintas, kecelakaan sehingga dapat menetapkan batas kecepatan pada kendaraan tersebut [1]. Pada V2I kali ini infrastruktur yang digunakan ialah pada *traffic light* pada jalan terusan buah batu, dimana dengan komunikasi infrastruktur *traffic light* ini diharapkan dapat mendukung keamanan dan keselamatan bagi pengendara seperti melakukan pengereman secara otomatis agar dapat mengurangi kecelakaan dan kelalaian pada saat situasi di *traffic light* yang mana biasanya kecelakaan dan kelalaian terhadap antar kendaraan karena tidak fokus nya pada perpindahan *traffic light* tersebut. Maka dengan Sistem yang digunakan pada V2I bergantung pada kecepatan pertukaran informasi antara kendaraan dan infrastruktur.

Pertukaran informasi yang terjadi antara kendaraan dan infrastruktur ialah antara perangkat OBU pada kendaraan dengan perangkat RSU DSRC pada infrastruktur yang mengirimkan informasi kepada kendaraan. Sehingga kendaraan dapat menerima informasi *traffic light* dengan secara *real time*.



Gambar 2 komunikasi V2I

B. Dedicated Short-Range Communications

Dedicated short-range communications atau DSRC Merupakan teknologi nirkabel yang dikembangkan untuk memfasilitasi berbagai bentuk komunikasi antar kendaraan, penggunaan teknologi DSRC seperti pada komunikasi V2V dan V2I, pada teknologi DSRC yang digunakan ini menggunakan frekuensi 5,9 Ghz.

Dengan menggunakan *wireless* standar IEEE 802.11p, untuk komunikasi keselamatan lalu lintas publik dan keamanan kendaraan maka DSRC dapat digunakan pada komunikasi V2I dengan RSU dan juga OBU yang berada pada kendaraan dimana RSU yang diletakan pada infrastruktur, agar OBU dan infrastruktur dapat berkomunikasi dan berdasarkan *federal communication commission* (FCC) 5,9 Ghz dan dialokasikan pada chanel plan (5,860-5,925 Ghz) [3].

Tabel 2.1 Parameter DSRC[3]

PARAMETER	VALUE
Frequency	5,850 – 5,925 GHz
Data Rate	6 – 27 Mbps
IEEE Standard	802.11p
Maximum Range	1000m (~ 3000ft)
Power (Uplink)	Less than 33dbm
Modulation Scheme	64 QAM

C. Road Side Unit

Road Side Unit atau RSU merupakan jenis infrastruktur yang digunakan yaitu RSU DSRC untuk memperoleh kecepatan, waktu dan lokasi kendaraan setelah memperoleh data tersebut, maka informasi tersebut ditampilkan pada OBU yang terdapat pada kendaraan dan yang berada dalam jangkauan cakupan RSU DSRC tersebut. Sehingga fungsi utama RSU DSRC tersebut ialah untuk memfasilitasi komunikasi antar kendaraan dan infrastruktur transportasi dengan mentransfer data melalui RSU DSRC dengan jarak hingga 1 km [4], RSU DSRC juga dapat diintegrasikan dengan sistem backhaul untuk memungkinkan jarak yang jauh.

Pada kali ini RSU DSRC diletakan pada area *traffic light* jalan terusan buah batu sehingga dapat memberikan informasi keadaan *traffic light* pada kendaraan untuk membantu pengemudi mengambil keputusan apakah harus memperlambat dan mempercepat kendaraan tersebut.

Tabel 2.2 Spesifikasi RSU [5]

Merk Dsrc	Power Transmit	Frekuensi Operasi	Gain	Antenna
Kapsch MTX-9450	33 dBm	5,9 GHz	10 dBi	GPS Antenna omni directional

D. On-Board Unit

On- Board Unit atau OBU merupakan perangkat unit elektronik khusus yang terpasang pada kendaraan sebagai penerima informasi dari perangkat RSU DSRC tersebut. OBU secara teratur menyiarkan pesan yang terkait dengan informasi dari sisi pengemudi, yaitu kecepatan, posisi dan waktu untuk mencapai persimpangan, kondisi lalu lintas. Biasanya informasi yang ditampilkan dari perangkat OBU terletak pada bagian *dashboard* depan mobil untuk memudahkan dilihat saat pengemudi menerima informasi tersebut. OBU melakukan penukaran informasi secara *wireless* antara OBU dan *traffic light* melalui DSRC RSU tersebut.

Tabel 2.3 Spesifikasi OBU [5]

Jenis Obu	Frekuensi	Power Transmit	Gain	Panjang Gelombang
Unex OBU102	5,9 GHz	30 dBm	5 dBi	0,0508 m

E. End-to-End delay

End-to-End delay adalah jumlah waktu total yang dibutuhkan oleh paket data yang dikirim dari ujung sumber ke tujuan akhir, pada parameter ini semakin kecil waktu yang digunakan, maka performansi yang didapat semakin baik. berikut persamaan yang digunakan

$$EED = (\text{waktu terima} - \text{waktu kirim}) \quad (1)$$

F. Kapasitas kanal

Kapasitas kanal merupakan media transmisi yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal dari transmitter ke receiver sehingga dapat memberikan nilai rata rata maksimum pada informasi yang dapat dikirimkan tanpa ada kesalahan, kapasitas kanal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Shannon:

$$C = B \times \log_2 \times (1 + SNR) \quad (2)$$

G. Reliability

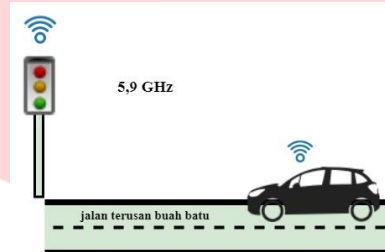
Reliability atau dikenal juga dengan istilah kehandalan yang mampu memberikan keberhasilan transmisi jumlah byte yang telah ditentukan dalam suatu penundaan[12], pada *reliability* ini nilai standar yang ingin dicapai sebesar 99% dengan persamaan[13]

$$R = \frac{\text{Daya terima} + \text{daya pancar}}{\text{daya terima}} \times 100 \% \quad (3)$$

H. Latency

Latency merupakan waktu tunda oleh proses transmisi, pada *latency* nilai standar yang diinginkan 1ms, dengan proses transmisi waktu tunda yang telah ditetapkan pada OBU sebesar 0,3 ms dan waktu tunda yang didapat selama pengiriman sebesar 0,2 ms .Sehingga nilai yang didapat untuk *latency* 0,5 ms

3. Pemodelan Sistem



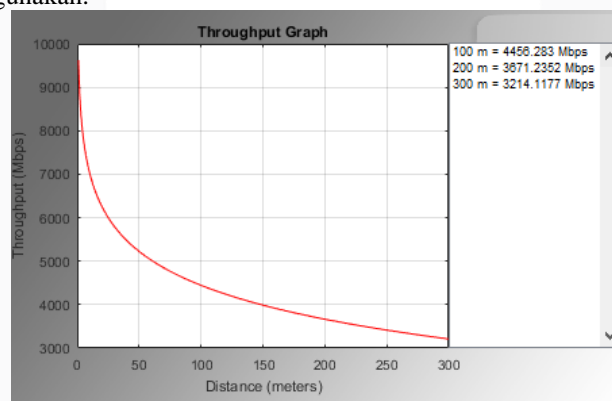
Gambar 4 Model Sistem

Pada pemodelan komunikasi V2I kali ini dengan menggunakan infrastruktur pada *traffic light* pada jalan terusan buah batu, komunikasi V2I yang terjadi ialah antara kendaraan dan infrastruktur antara RSU DSRC dengan OBU pada kendaraan, pada komunikasi V2I ini dirancang dapat mengirimkan informasi kepada kendaraan. Sehingga kendaraan dapat menerima informasi keselamatan lalu lintas dengan secara *real time*, ketika RSU DSRC mengirimkan informasi lalu lintas kepada OBU, sehingga pengemudi dapat bereaksi dengan informasi yang diterima oleh OBU pada kendaraan saat itu. Dimana simulasi ini dilakukan untuk mengetahui kinerja pada komunikasi V2I pada jaringan 5G menggunakan RSU DSRC di frekuensi 5,9 GHz dengan standar *wireless 802.11p* pada lokasi yang digunakan, sedangkan RSU DSRC diletakkan pada infrastruktur *traffic light* menghadap ke arah datangnya kendaraan agar dapat memberikan pesan kepada OBU yang terpasang pada kendaraan. kecepatan pada kendaraan untuk melewati infrastruktur yang digunakan adalah 10 km/jam serta jarak yang digunakan 300,600 dan 900 meter, penentuan kecepatan sendiri berdasarkan rata - rata saat kendaraan memasuki area *traffic light* sehingga diharapkan hasil yang didapat nantinya sesuai dengan keadaan yang *real*. Simulasi ini di lakukan pada *traffic light* jalan terusan buah batu dengan luas area cakupan 1 km².

4. Analisis Hasil Simulasi Sistem

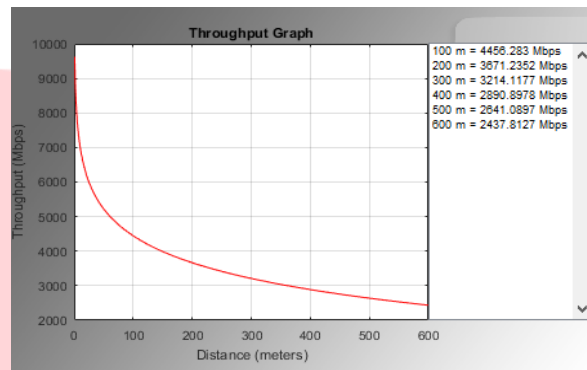
A. Analisis *Throughput*

Pada analisis hasil *throughput* ini dilakukan untuk melihat laju data yang ditransmisikan pada komunikasi V2I yang dilakukan dari infrastruktur kepada kendaraan dengan jarak yang digunakan ialah 300 meter, 600 meter dan 900 meter. Pada 3 grafik *throughput* dibawah ini dijelaskan hasil yang didapat berdasarkan jarak yang digunakan.



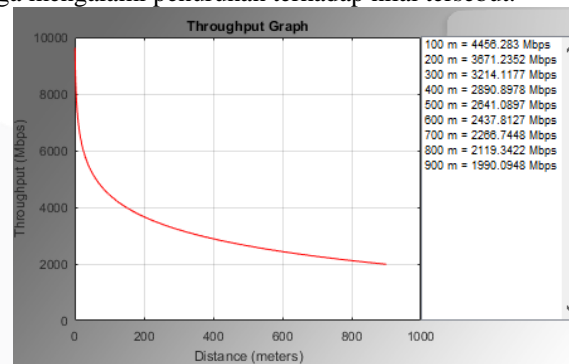
Gambar 4.1 Hasil Simulasi *Throughput* Jarak 300 Meter

Pada gambar 4.1 merupakan grafik *Throughput* dengan jarak 300 meter dari infrastruktur dengan kendaraan, hasil *throughput* yang didapatkan dari jarak 300 meter sebesar 3214,117 Mbps. Hasil tersebut merupakan laju data yang ditransmisikan dari perangkat RSU DSRC pada infrastruktur dan diterima oleh perangkat OBU pada kendaraan dengan jarak 300 meter pada komunikasi V2I ini, dari hasil yang didapat maka dapat dikategorikan hasil tersebut memenuhi nilai parameter yang diinginkan yang berada pada 2 Gbps. Pada hasil simulasi jarak 300 meter ini dapat dikategorikan memberikan hasil *throughput* yang baik pada komunikasi V2I tersebut.



Gambar 4.2 Hasil Simulasi *Throughput* Jarak 600 Meter

Pada gambar 4.2 merupakan hasil simulasi *Throughput* yang ke dua dengan jarak yang digunakan 600 meter dari infrastruktur dengan kendaraan, pada jarak 600 meter hasil yang didapatkan sebesar 2437,812 Mbps. Hasil tersebut merupakan laju data yang ditransmisikan dari infrastruktur dengan menggunakan perangkat RSU DSRC dan diterima oleh perangkat OBU yang terdapat pada kendaraan dengan jarak 600 meter pada komunikasi V2I ini. Pada jarak 600 meter tersebut hasil yang didapatkan mengalami penurunan dari simulasi jarak sebelumnya yaitu 300 meter, namun masih berada diatas 2 Gbps dari nilai parameter *throughput* yang digunakan. penurunan hasil *throughput* tersebut dikarenakan jarak pada kendaraan yang semakin jauh dari infrastruktur tersebut sehingga mengalami penurunan terhadap nilai tersebut.

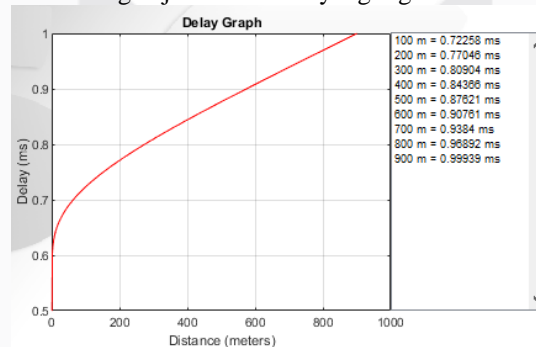


Gambar 4.3 Hasil Simulasi *Throughput* Jarak 900 Meter

Dari gambar 4.3 merupakan hasil simulasi *Throughput* yang terakhir dengan jarak yang digunakan 900 meter dari infrastruktur dengan kendaraan, pada jarak 900 meter hasil *throughput* yang didapatkan ialah 1990,094 Mbps. Hasil tersebut merupakan hasil yang ditransmisikan dari perangkat RSU DSRC pada infrastruktur dan diterima oleh perangkat OBU pada kendaraan dengan jarak 900 meter pada komunikasi V2I ini. Hasil simulasi pada jarak 900 meter mengalami penuruna dari simulasi jarak sebelumnya yaitu pada jarak 300 meter dan 600 meter, pada hasil simulasi jarak 900 meter sudah berada dibawah nilai parameter analisa *throughput* yang digunakan. penurunan hasil *throughput* tersebut disebabkan oleh bertambah jauhnya jarak yang digunakan sehingga berpengaruh terhadap nilai *throughput* yang dihasilkan.

B. Analisis *End-to-End delay*

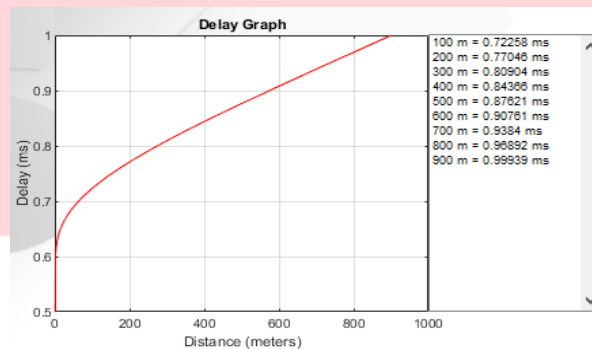
Pada analisis simulasi *End-to-End delay* ini digunakan untuk melihat waktu yang dibutuhkan saat proses pengiriman informasi dari infrastruktur dengan menggunakan perangkat RSU DSRC kepada perangkat OBU yang terdapat pada kendaraan. Dengan jarak simulasi yang digunakan 300 meter,600 meter dan 900 meter.



Gambar 4.4 Hasil Simulasi *Delay* Jarak 300 Meter

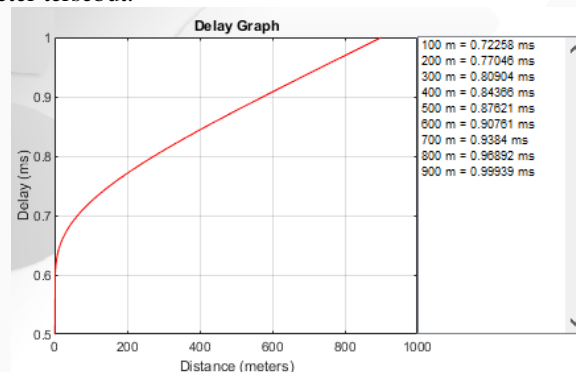
Pada gambar 4.4 merupakan hasil simulasi *delay* dengan jarak 300 meter dari infrastruktur dengan kendaraan, pada jarak 300 meter tersebut hasil *delay* yang didapatkan pada komunikasi V2I sebesar 0,80904 ms.

Hasil *delay* tersebut merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk informasi yang dikirimkan dari perangkat RSU DSRC pada infrastruktur ke perangkat OBU yang berada pada kendaraan, dari hasil yang didapat pada jarak 300 meter ini maka dapat dikategorikan hasil tersebut memenuhi standar parameter *delay* yang digunakan, yang mana untuk nilai standar *delay* yaitu dibawah 1 ms. Pada simulasi jarak 300 meter ini dapat dikategorikan memberikan hasil yang terbaik dari ke dua jarak simulasi berikutnya yang dilakukan pada komunikasi V2I tersebut.



Gambar 4.5 Hasil Simulasi *Delay* Jarak 600 Meter

Pada gambar 4.5 merupakan hasil simulasi *delay* pada jarak 600 meter dari infrastruktur dengan kendaraan, pada simulasi ini hasil *delay* yang didapatkan pada jarak 600 meter ini ialah 0,90761 ms. Dari hasil *delay* yang didapatkan pada jarak 600 meter ini mengalami peningkatan dari hasil simulasi jarak 300 meter sebelumnya, dikarenakan waktu pengiriman informasi dari perangkat RSU DSRC dari infrastruktur dengan perangkat OBU pada kendaraan semakin jauh, sehingga membuat waktu informasi yang ditransmisikan pada komunikasi V2I semakin besar. Pada jarak 600 meter hasil *delay* yang didapatkan yaitu 0,90761 ms dengan standar *delay* 1 ms, hasil tersebut masih berada dalam standar sehingga informasi masih dapat diterima oleh perangkat OBU pada kendaraan dari jarak 600 meter tersebut.

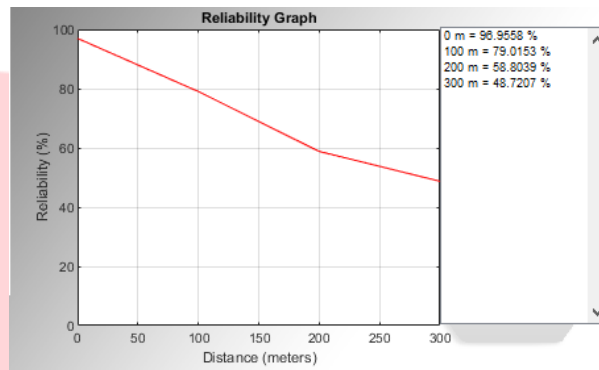


Gambar 4.6 Hasil Simulasi *Delay* Jarak 900 Meter

Pada gambar 4.6 merupakan hasil simulasi *delay* dengan jarak 900 meter dari infrastruktur dengan kendaraan, pada jarak 900 meter hasil *delay* yang didapatkan pada komunikasi V2I semakin meningkat yaitu 0,99939 ms. Meningkatnya hasil *delay* yang didapat dikarenakan dipengaruhi oleh jarak yang digunakan untuk mentransmisikan informasi yang diberikan kepada kendaraan, informasi yang ditransmisikan dari infrastruktur dengan menggunakan perangkat RSU DSRC kepada perangkat OBU yang terdapat pada kendaraan. Dengan hasil *delay* yang didapatkan semakin meningkat hingga mencapai nilai standar yaitu 1 ms, maka dapat berpengaruh terhadap keakuratan informasi yang diberikan sehingga membuat informasi yang didapat oleh kendaraan menjadi kurang optimal.

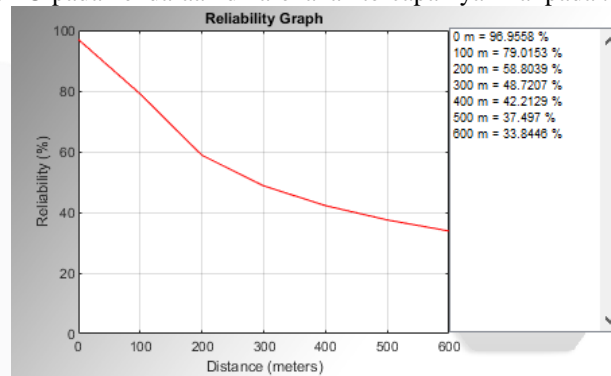
C. Analisis Reliability

Pada analisis simulasi *reliability* ini dilakukan pada jarak 300 meter, 600 meter dan 900 meter pada komunikasi V2I, dengan menggunakan perangkat RSU DSRC pada infrastruktur dan perangkat OBU pada kendaraan dengan nilai standar 99%.

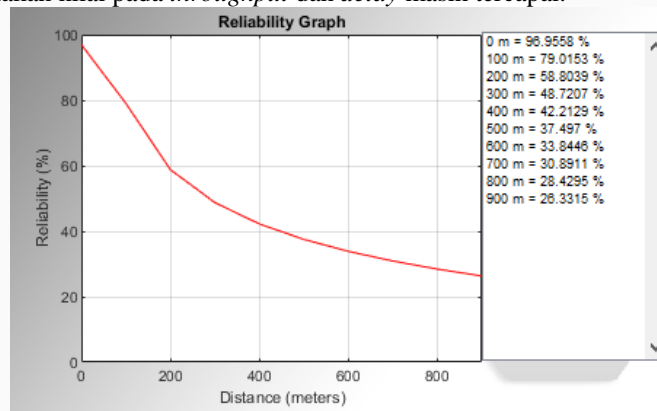


Gambar 4.7 Hasil Simulasi *Reliability* Jarak 300 Meter

Pada gambar 4.7 merupakan hasil simulasi *reliability* pada jarak 300 meter dari infrastruktur dengan kendaraan, dari hasil simulasi *reliability* jarak 300 meter nilai yang didapatkan sebesar 48,720%. Dengan nilai standar yang ditetapkan ialah 99%, maka pada hasil *reliability* jarak 300 meter ini berada dibawah nilai standar tersebut. *reliability* sendiri merupakan kehandalan perangkat dalam mentransmisikan informasi yang telah ditentukan dalam suatu penundaan. Sehingga dari nilai simulasi *delay* yang didapat sebelumnya dapat mempengaruhi nilai *reliability* yang didapat, semakin besar nilai *delay* yang didapat maka semakin kecil pula nilai *reliability* yang dihasilkan. Dikarena adanya penundaan pada proses transmisi dan pada jarak yang digunakan. Dari hasil simulasi *reliability* pada komunikasi V2I ini meskipun hasil *reliability* yang didapatkan pada jarak 300 meter dibawah nilai standar parameter yang diinginkan, namun informasi yang ditransmisikan tetap dapat diterima oleh OBU pada kendaraan dikarenakan tercapainya nilai pada *throughput* dan *delay*.



Pada gambar 4.8 merupakan hasil simulasi *reliability* jarak 600 meter dari infrastruktur dengan kendaraan, pada jarak 600 meter hasil simulasi *reliability* yang didapatkan ialah 33,844% dari hasil *reliability* yang didapatkan pada jarak 600 meter maka hasil tersebut mengalami penurunan dari jarak simulasi sebelumnya yaitu 300 meter, menurunnya hasil simulasi tersebut disebabkan dari hasil simulasi *delay* yang didapatkan semakin tinggi dan jarak yang digunakan semakin besar. Dari hasil simulasi *reliability* pada komunikasi V2I ini meskipun hasil yang didapatkan menurun namun informasi yang ditransmisikan tetap dapat diterima oleh OBU pada kendaraan di karenakan nilai pada *throughput* dan *delay* masih tercapai.



Gambar 4.9 Hasil Simulasi *Reliability* Jarak 900 Meter

Pada gambar 4.9 diatas merupakan hasil simulasi *reliability* pada jarak 900 meter dari infrastruktur dengan kendaraan, pada jarak 900 meter hasil simulasi *reliability* yang didapatkan ialah 26,331% dari hasil simulasi *reliability* tersebut maka nilai *reliability* pada jarak 900 meter semakin menurun dari jarak simulasi

sebelumnya, menurunnya hasil *reliability* pada jarak 900 meter dikarenakan nilai *delay* pada jarak 900 meter yang dihasilkan semakin besar dan bertambahnya jarak yang digunakan, sehingga berpengaruh terhadap nilai *reliability* yang dihasilkan. Dari hasil simulasi *reliability* pada komunikasi V2I ini, pada jarak 900 meter hasil yang didapatkan semakin menurun, sehingga informasi yang dikirimkan akan menjadi kurang optimal dikarenakan nilai *throughput* yang tidak tercapai dan hasil nilai *delay* yang mendekati 1 ms.

5. Kesimpulan

hasil akhir dari simulasi perancangan pada komunikasi V2I yang telah dilakukan. Berdasarkan tabel diatas hasil simulasi dilakukan pada tiga jarak yang digunakan 300 meter, 600 meter dan 900 meter, pada jarak 300 meter hasil simulasi *throughput* yang didapat sebesar 3214,117 Mbps, untuk hasil simulasi *end-to-end delay* yang didapat yaitu sebesar 0.80904 ms yang mana hasil tersebut merupakan hasil *delay* yang terbaik jika dibandingkan dengan hasil *delay* dengan jarak simulasi lainnya, dan hasil simulasi *reliability* yang didapatkan ialah sebesar 48.720%, hasil *reliability* tersebut merupakan hasil yang cukup baik dibandingkan kedua jarak simulasi lainnya. Meskipun dari hasil *reliability* tidak mencapai 99% jika mengacu sesuai dengan ketentuan pada nilai standar parameter yang digunakan, tetapi dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa komunikasi V2I ini tetap dapat dijalankan, dikarenakan tercapainya nilai pada parameter *throughput* dan *end-to-end delay* tersebut. Sehingga informasi dikirimkan pada komunikasi V2I tetap dapat diterima oleh perangkat OBU pada kendaraan. Untuk hasil terburuk dari simulasi didapat pada jarak 900 meter, dimana hasil yang didapatkan untuk nilai *throughput* 1990,094 Mbps, untuk hasil simulasi *end-to-end delay* yang didapatkan sebesar 0.99939 ms dan nilai hasil simulasi *reliability* sebesar 26.331% maka dengan hasil yang semakin menurun tersebut dapat diartikan pada jarak 900 meter informasi yang didapat oleh kendaraan menjadi kurang optimal dibandingkan dengan jarak 300 meter tersebut. Sehingga hasil jarak terbaik dari simulasi yang dilakukan pada komunikasi V2I ini, dengan menggunakan frekuensi 5,9 Ghz dan luas cakupan 1 km² ialah jarak 300 meter.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Martin E., "V2X communication overview and V2I traffic light demonstrator", Munich University of Applied Sciences Department of Computer Science and Mathematics Munich, Germany
- [2] Noboru Y., "Possible network parameters on IMT-2020/5G transport network16th", Japan, 2017
- [3] Kurihara, T.M., "Dedicated Short Range Communication (Dsrc) Standards- Ieee 1609 Wireless Access In Vehicular Environment (Wave) Standard- Ieee 802.11p", Japan, 2016
- [4] Shivaldova V., "On Roadside Unit Antenna Measurements for Vehicle-to-Infrastructure Communications", Institute of Telecommunications, Vienna University of Technology, Vienna, Austria
- [5] A. wijayanti, Adi Nur, "analisa kinerja sistem komunikasi vehicle to infrastructure (V2I) pada frekuensi 5,9 GHz", Surabaya, 2017
- [6] 802.11p, "Wireless communication system, on board unit", 2016
- [7] Theodore S. Rappaport, "Overview of Millimeter Wave Communications for Fifth-Generation (5G) Wireless Networks-with a focus on Propagation Models", IEEE
- [8] W. Andreas, S. Veronika, "Signal-to-Noise Ratio Modeling for Vehicle-to-Infrastructure Communications", 2012
- [9] Huawei, "LTE Radio Network Coverage Dimensioning", April 2013
- [10] Huawei Technologies Co., Ltd., LTE Radio Network Planning Introduction: Huawei
- [11] H. Alfin, I. Fitria, "Studi Perancangan Jaringan Worldwide Interoperability For Microwave Access (Wimax) Di Area Banyumas", 2012
- [12] Soldani, D., Guo, Y. J., Barani, B., Mogensen, P., I, C.-L., & Das, S. K. "5G for Ultra-Reliable Low-Latency Communications". IEEE Network, 32(2), 6-7. (2018).
- [13] ITU T Recommendation G 827, "Reliability Performance Parameters And Objectives For End-To-End International Constant Bit-Rate Digital Paths", Sept. 2003.