

SIMULASI DAN ANALISIS QUALITY OF SERVICE AUDIO FILE SHARING PADA JARINGAN VANET MENGGUNAKAN PROTOKOL FSR

SIMULATION AND ANALYSIS OF QUALITY OF SERVICE AUDIO FILE SHARING ON VANET NETWORK USING FSR PROTOCOL

¹Jhosua Jerico Pangaribuan, ²Agus Virgono, ³Randy Efra Saputra

¹²³Program Studi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹jericojhosua@gmail.com, ²avirgono@telkomuniversity.ac.id, ³resaputra@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Di era zaman yang semakin canggih manusia ingin berkomunikasi dengan cepat dan efisien, dimana komunikasi digital sebagai alat yang mampu berhubungan satu dengan yang lainnya. Didalam berkembangnya komunikasi manusia dapat berhubungan dengan cepat seperti industri *automobile* sudah berkembang sangat pesat. Pada tugas akhir ini, dilakukan sebuah penelitian tentang komunikasi data pada kendaraan, yang dinamakan VANETs (*Vehicular Ad-Hoc Network*). VANETs adalah suatu teknologi yang akan digunakan di masa yang akan datang yang berguna untuk menginformasikan lalu lintas, peringatan kecelakaan, hiburan, kemacetan, dan lain-lain. Pada penelitian ini metode digunakan adalah Fisheye State Routing (FSR), yang membahas tentang pengiriman data berupa audio file format mp3. Hasil dari sistem yang dibuat menunjukkan hasil "bagus" dengan nilai delay sebesar 150-300 ms. Hasil tersebut berdasarkan aturan dari ITU-T-Rec G.1010.

Kata kunci : FSR, mp3, File Sharing

Abstract

In the era of an increasingly sophisticated era of human want to communicate quickly and efficiently, where digital communication as a tool capable of connecting with each other. the rapid development of human communication is also associated with the rapid development as the automobile industry has grown very rapidly. In this thesis, conducted a study of data communication on the vehicle, called VANETs (*Vehicular Ad-Hoc Network*). VANETs is a technology that will be used in the future, that will be useful to inform traffic, accident alerts, entertainment, congestion, and more. In this research the method used is Fisheye State Routing (FSR), which discusses about sending data in the form of audio file format mp3. The results of the system created show "good" results with a delay value of 150-300 ms. The results are based on the rules of ITU-T-Rec G.1010.

Keywords : FSR, mp3, File Sharing

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Hiburan (*entertainment*) merupakan salah satu bentuk aktivitas yang dapat menghasilkan kesenangan untuk penikmatnya, hal tersebut dikarenakan entertainment selalu dapat menarik perhatian dan diperlukan setiap saat. Entertainment itu sendiri dapat berbentuk musik, film, opera, drama, ataupun berupa permainan, dan olahraga. Pada saat ini, orang lebih menikmati semua hiburan tersebut di dalam suatu teknologi yang bernama internet. Sekarang teknologi semakin canggih untuk membantu manusia berkomunikasi salah satu layanannya seperti *file sharing*, dimana *file sharing* ini biasa menyediakan hiburan, berupa teks, audio, gambar, dan video yang dikemas dalam bentuk sebuah file. *File sharing* adalah berbagi *file/folder* pada suatu jaringan untuk dapat diakses bersama. Mobil saat ini mempunyai teknologi yang canggih untuk membantu pemiliknya untuk melakukan berbagai hal seperti hiburan untuk bersantai di mobil karena kemacetan yang berada di jalan.

Teknologi *wireless* lebih sering digunakan saat ini karena teknologi *wireless* bersifat fleksibel dan manusia dapat melakukan berbagai macam aktivitas dengan sangat mudah, seperti komunikasi, mendengarkan musik, mengirim video dan mengetahui berita dan sebagainya, untuk memenuhi kebutuhan tersebut teknologi VANET dapat membantu pengendara untuk saling berhubungan tanpa menggunakan jaringan data. Dengan teknologi vanet ini manusia dapat menghemat biaya untuk

mengeluarkan uang membeli data selular karena di VANET ini kita berkomunikasi tanpa server sehingga kita tidak memerlukan *entral base station* atau *controller*

Untuk melakukan penelitian ini menggunakan protokol *Fisheye State Routing* (FSR) dan menggunakan komunikasi *Dedicated short Range Communication* (DSRC). DSRC mempunyai frekuensi 5.9 GHz, jarak jangkauan jangkauan sekitar 1 km, data rate 6-27 Mbps, dan mendukung komunikasi antar kendaraan (V2V) juga komunikasi kendaraan dengan infrastruktur (V2I).

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis hasil simulasi dalam melakukan *file sharing* audio dengan format *lossy mp3* yang mengacu pada permasalahan, yaitu untuk mengetahui performansi berdasarkan parameter yang akan diujikan yaitu *throughput*, dan *packet delivery delay* pada jaringan VANET dengan menggunakan protocol FSR.

1.3 Identifikasi Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah bagaimana pengukuran kualitas pada pengiriman *file audio* dengan *format.mp3* dan *file audio* dengan *format.ALAC* pada jaringan VANET dengan parameter QoS tertentu.

2 Dasar Teori

Bagian ini berisi tentang dasar teori yang digunakan untuk simulasi dan analisis protokol FSR (Fisheye State Routing) di VANET yang menggunakan teknologi pengiriman DSRC (Dedicated Short Range Comunnication). Adapun teori-teori yang digunakan adalah sebagai berikut.

2.1. Vehicular Ad-Hoc Network (VANETs)

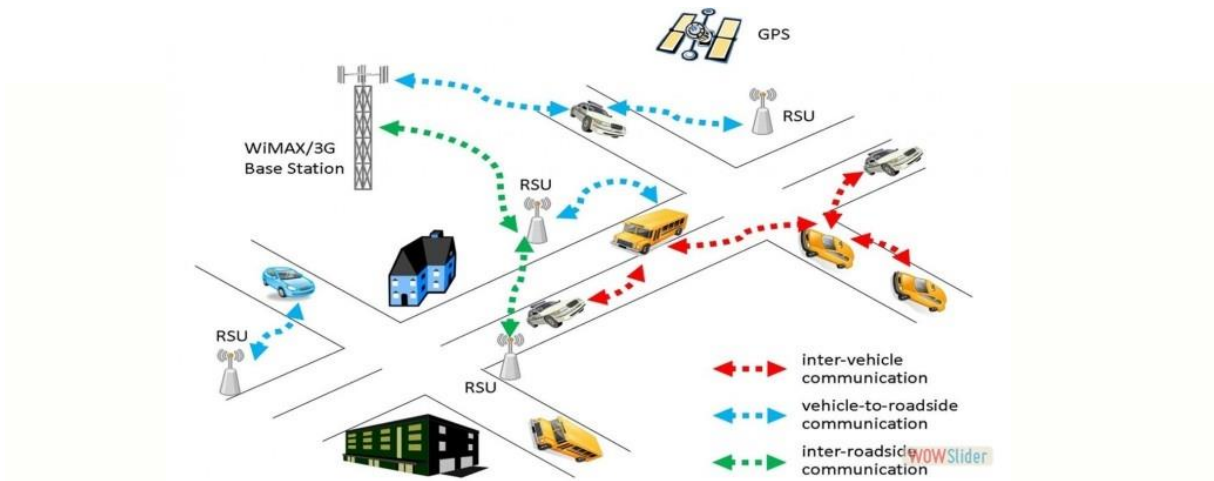
VANET (*Vehicular Ad Hoc Network*) adalah teknologi komunikasi yang diterapkan untuk antar kendaraan dengan menggunakan prinsip *wireless ad-hoc network* (WANET). *Wireless Ad-Hoc network* adalah jenis koneksi nirkabel yang bersifat sementara untuk antar perangkat, karena tidak mengandalkan infrastruktur yang sudah ada sebelumnya. Teknologi ini berbasis *wireless* Teknologi VANET yang mempunyai kesamaan dengan MANET (*mobile Ad-hoc Network*). VANET mempunyai *protocol* untuk pencarian data, yaitu:

1. *Unicast Protokol* : Fungsi kendaraan untuk kendaraan dalam membangun routing dari sumber ke tujuan (*source to destination*). *Unicast routing* terbagi 2 kategori, yaitu : *Min-delay routing* protokol dan *Delay-bounded routing protocol*.
2. *Multicast protocol* : Rute yang menyampaikan banyak paket data secara serentak dari satu sumber ke seluruh *host* dalam jaringan melalui koneksi *multi-hop*.
3. *Geocast protocol* : Rute yang menyampaikan paket berdasarkan pada lokasi spesifik *host* tujuan. Jadi kendaraan yang berada pada regional tertentu akan menerima dan meneruskan paket *Geocast*, jadi tidak akan mengalami penurunan.
4. *Mobicast Protocol* : Rute yang memadukan *multicast routing* dan *Geocast routing*. Rute ini akan menyampaikan informasi ke semua *node* yang terhubung dengan jaringan pada sebuah regional tertentu pada jangka waktu tertentu.
5. *Broadcast Protocol* : Rute yang memiliki kemampuan untuk menyebarluaskan sebuah pesan broadcast ke semua perangkat pada VANET.

Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) adalah sebuah lingkungan jaringan yang bersifat sementara, dan menggunakan kendaraan sebagai *node*. Pada jaringan VANET, mendukung 2 jenis komunikasi, antara lain : *Vehicle-Vehicle* (V2V) atau komunikasi antara kendaraan, dan *Vehicle-infrastructure* (V2I) atau komunikasi kendaraan-infrastruktur. VANET mempunyai karakteristik yang unik, dibandingkan dengan jenis-jenis WANET lainnya, antara lain:

1. Pergerakan (mobilitas) yang sangat tinggi pada *node* (kendaraan) sehingga terjadi perubahan topologi yang sangat cepat.
2. Distribusi *node* (kendaraan) yang tidak beraturan, menyebabkan perutean paket sulit untuk diprediksi.
3. Kepadatan *node* yang tidak menentu, terkadang menyebabkan pengiriman paket (*link*) antar kendaraan yang tidak beraturan.

Dari karakteristik di atas, dapat disimpulkan pengiriman paket yang sukses dilingkungan VANET sangat jarang terjadi. Dibutuhkan protokol FSR yang menjamin efisiensi pengiriman paket. Tujuan utama dari teknologi VANET adalah membuat antar kendaraan saling komunikasi satu sama lain, untuk mencapai tujuan tertentu. Contoh aplikasi yang dapat diterapkan pada VANET antara lain *driver assistance*, *collision avoidance*, *warning alert*, *file sharing*, dan lain-lain. Arsitektur VANET dapat dijabarkan pada gambar dibawah [1].



Gambar 2.1 Ilustrasi Konfigurasi VANET

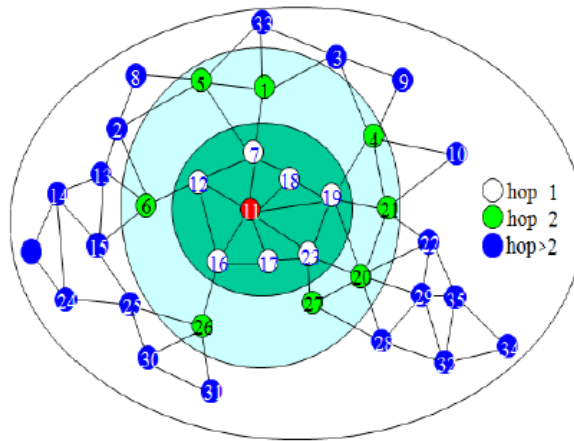
Gambar 2.1 Arsitektur VANET menjelaskan bahwa VANET bekerja dengan cara terhubung dengan satu dan yang lain yang disebut dengan *node*. *Node* disini adalah mobil atau benda-benda yang berada di sekitar jaringan yang saling berhubungan. VANET tersebut bekerja tanpa memiliki *server*, jaringan tersebut akan memberikan informasi antar *node-node* untuk sampai ke tujuan.

2.2 Fisheye State Routing (FSR)

Protokol *Fisheye State Routing* (FSR) adalah salah satu protokol komunikasi yang digunakan pada jaringan VANET. FSR didesain untuk jaringan tanpa infrastruktur yang mempunyai banyak *node*. Protokol FSR terdiri dari 2 fase yaitu fase pencarian rute (*route discovery*) dan fase pemeliharaan rute (*route maintenance*). *Fisheye State Routing* adalah *routing protocol* proaktif (*table-driven*). Dasar dari FSR adalah *link State protocol* yang memiliki kemampuan untuk segera memberikan informasi rute (*link state*) ketika diperlukan. FSR dapat mengurangi banyaknya update pesan *link-state* yang dapat mengakibatkan pembanjiran pada kanal oleh masing-masing sumber.

Pengurangan jumlah update informasi *link-state* dilakukan dengan cara *Fisheye State Routing* yang lebih sering menyiarkan pesan topologi dengan *node* tetangga yang lebih dekat (dalam cakupan *scope*). Rute FSR untuk setiap paket data sesuai dengan *table routing*. *Table routing* selalu menggunakan informasi topologi yang terbaru, saat *update routing* sedang dilakukan pada ruang lingkup *fisheye*, *node* yang berada didalam lingkup tidak akan kehilangan akurasi.

Pertukaran informasi *node* untuk *update link state* dengan *node* terdekat dikendalikan oleh parameter *scope* (pada dasarnya jumlah *hop*) untuk *node* yang berada di luar lingkup, akurasi informasi routing bias berkurang dikarenakan jarak yang lebih jauh, *update* dengan *node* tetangga yang berada diluar *scope* dikendalikan oleh parameter *Time Period of Update* (TPU). Pada saat jaringan yang berkembang dengan jumlah *node* yang banyak, pesan update menggunakan *bandwidth* dalam jumlah besar dipengaruhi akurasi routing [2]-[3]. Berikut gambar ruang lingkup *Fisheye State Routing*



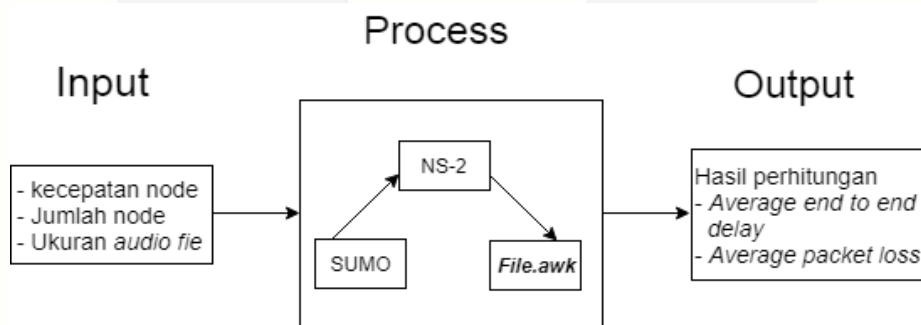
Gambar 2.2 Protokol FSR

Gambar 2.2 Protokol FSR mempunyai ketetanggaan yang saling berhubungan dengan tetangga terdekatnya. Lingkaran dengan warna hijau tua adalah lingkup *fisheye* yang berhubungan langsung dengan *node* pusat. Ruang lingkup didefinisikan sebagai himpunan *node* yang dapat dicapai oleh jumlah *hop* tertentu.

3 Perancangan

3.1 Gambaran Umum Sistem

Pada gambaran umum sistem ini akan dilakukan simulasi dengan *mengambil* peta di jalan Dipatiukur Bandung dan sekitarnya. Untuk pengambilan peta di www.openstreetmap.org yang telah di konversi ke bentuk *script rou.xml*. Pada simulasi ini menggunakan SUMO (*simulator of Urban Mobility*) yang akan menghasilkan *mobility* dan *traffic* dari lingkungan dan kendaraan. Pada SUMO akan melakukan proses pengiriman data berupa (*audio file*) untuk melihat *mobility* (pergerakan) dan *traffic* (lalu lintas). Protokol yang akan digunakan FSR (*Fisheye State Routing*) menggunakan NS-2 (*Network Simulator*) pada lingkungan perkotaan (*highway*). Pengiriman data berdasarkan *input* kecepatan node, perubahan jumlah dan ukuran *audio file* (*loseless* dan *lossy*) yang akan menentukan hasil uji performansi.



Gambar 3.1 Diagram Blok Proses Simulasi

Gambar 3.1 Diagram blok proses simulasi terdiri dari 3 blok yaitu *input*, *proses* dan *output*. Berikut ini penjelasan dari masing-masing blok diantaranya adalah:

1. *Input*

Data yang akan diproses adalah data yang berdasarkan perubahan jumlah kendaraan (*node*) dan kecepatan kendaraan.

2. *Proses*

Pada tahap ini memiliki 3 proses yang akan dilakukan simulasi yaitu:

a. Penggunaan aplikasi SUMO

Pada aplikasi SOMO ini dilakukan proses untuk menentukan jumlah kendaraan (*node*), kecepatan kendaraan dan membuat mobilitas kendaraan secara dinamis.

- b. Penggunaan NS-2
Pada NS-2 digunakan untuk dilakukan scenario VANET berupa *audio file* berdasarkan penggunaan protokol *routing* FSR.
- c. Proses perhitungan *script .awk*
Proses perhitungan *awk* untuk mengetahui proses dimana dilakukan perhitungan menggunakan *file.awk* berupa rata-rata packet delivery delay dan throughput.
3. Output
Hasil *output* berupa hasilperformansi berdasarkan rata-rata packet delivery delay dan throughput dari protokol routing FSR.

4 Pengujian

Pada bab ini akan membahas tentang pengujian dan analisis pada jaringan VANET dengan menggunakan protokol *Fisheye State Routing*. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa parameter yaitu jumlah *node*, kecepatan *node* dan file audio yang akan dikirim, untuk pengujian di Tugas Akhir ini menghitung *Average end to end delay* dan *Average Throughput*. Proses pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil peta di *openstreetmap* yang menghasilkan scenario perancangan peta dan mobilitas *node* pada simulator SUMO, SUMO akan memberikan jalur pada *node* secara random sesuai data yang telah dimasukkan. Data tersebut berbentuk *file trace* (tr) yang dapat diolah berdasarkan perumusan *Average end to end delay* pada *file awk*. Hasil implementasi dijalankan dalam simulator NS-2 yang menghasilkan data-data.

Pada pengujian dan analisis ini *file .awk* adalah Bahasa pemograman yang berfungsi untuk extrasi data dan alat pelaporan pengujian. Fungsi dari *awk* untuk menganalisis log yang panjang lalu dimodifikasi dengan beberapa baris kode. Hasil perhitungan pengujian *Average end to end* dan *Througput* akan digambarkan dalam bentuk grafik.

4.1 Analisis Performansi Protokol *Fisheye State Routing*

Analisis pengujian dilakukan dengan 2 skenario, yaitu perubahan jumlah *node* dan perubahan kecepatan *node*.

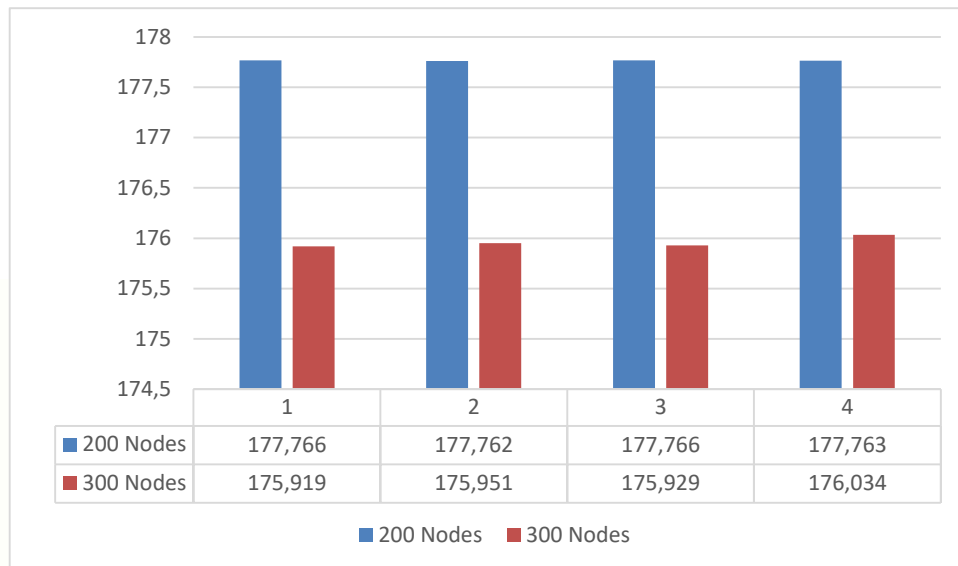
Tabel 4. 1 Parameter Pengujian

Jumlah Node	Kecepatan	Ukuran File
- 200	50 km/jam	Format mp3
- 300		2 menit (2.88 MB)
		3 menit (4.32 MB)
- 400	40 km/jam	
- 500		Format <i>alac</i>
- 600	50 km/jam	2 menit (11.355 MB)
- 900		3 menit (17.033 MB)

Tabel 4.1 Parameter pengujian dilakukan dengan menentukan jumlah *node*, kecepatan dan ukuran *file*. Ketiga parameter tersebut akan di uji dengan berbagai pengujian yaitu setiap *node* terebut akan diuji dengan keempat file yang telah ditentukan sesuai dengan jumlah *node* dan kecepatan. Pengujian ini menggunakan teknologi DSRC (*Dedicated Short Range Communication*) 5.9 GHz, yaitu 6-27 Mbps, pergerakan *node* tersebut diatur dengan SUMO yang bergerak secara random sesuai dengan protokol *Fisheye State Routing*. Hasil simulasi pengujian ini akan dianalisis dengan menggunakan standar ITU-T Rec G.1010 (*End-user multimedia QoS categories*).

4.2 Pengujian Berdasarkan Ukuran *File*

Pengujian dalam penelitian ini diambil dari beberapa ukuran file yaitu 2.88 MB, 4.32 MB, 11.355MB, 17.033 MB. Dari ukuran file tersebut akan diuji dengan jumlah *node* yang telah ditentukan



Gambar 4. 1 Average Packet Delivery Delay

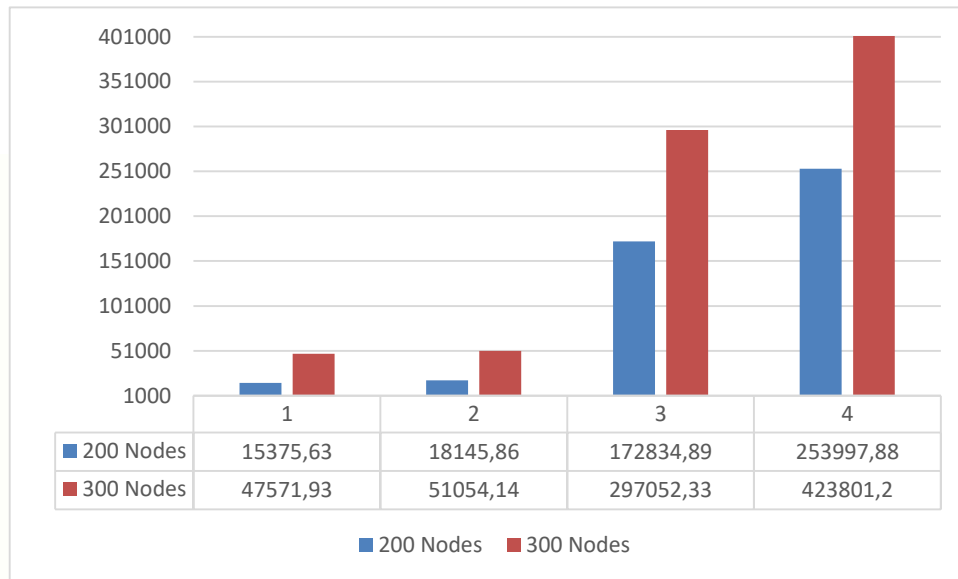
Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian *delay* menjelaskan bahwa hasil pengujian *delay* dari beberapa pengujian, dari berbagai ukuran *file* dan jumlah *node* dengan kecepatan 50 km/jam. Grafik tersebut menjelaskan bahwa hasil *delay* 200 *node* dan 300 *node* dengan ukuran *file format.mp3* 2.88 MB menghasilkan nilai 177.766 ms, 300 *node* dengan ukuran *file format.mp3* 2.88 MB dengan nilai 175.919 ms. Di pengujian selanjutnya hasil *delay* 200 *node* dan 300 *node* dengan ukuran *file format.mp3* 4.32 MB menghasilkan nilai 177.762 ms, 300 *node* dengan ukuran *file format.mp3* 4.32 MB dengan nilai 175.951 ms. Di pengujian selanjutnya hasil *delay* 200 *node* dan 300 *node* dengan ukuran *file format.alac* 11.355 MB menghasilkan nilai 177.766 ms, 300 *node* dengan ukuran *file format.alac* 11.355 MB dengan nilai 175.929 ms. Di pengujian selanjutnya hasil *delay* 200 *node* dan 300 *node* dengan ukuran *file format.alac* 17.033 MB menghasilkan nilai 177.763 ms, 300 *node* dengan ukuran *file format.alac* 17.033 MB dengan nilai 176.034 ms. Dari nilai hasil *Average packet Delivery delay* tersebut grafik yang dihasilkan cenderung menurun dikarenakan jumlah *node* semakin bertambah. Dari cara kerja protokol *Fisheye State Routing* tersebut dapat mencari jalur tercepat dari tetangganya sehingga dapat dihasilkan *delay* yang cenderung rendah dikarenakan jumlah *node* semakin bertambah, semakin banyak *node* protokol *Fisheye State Routing* maka cara kerja di protokol ini semakin efisien dikarenakan *node* di protokol ini dapat berkomunikasi antar tetangganya sehingga data yang dikirim ke tujuan sampai lebih cepat.

Dari pengujian di atas memiliki waktu pengujian yang berbeda-beda. Untuk pengujian 200 *node* membutuhkan waktu sekitar 20 menit untuk sekali pengujian, untuk pengujian 300 *node* membutuhkan waktu 60 menit untuk sekali pengujian, untuk pengujian 400 *node* membutuhkan waktu 120 menit untuk sekali pengujian, untuk pengujian 500 *node* membutuhkan waktu 360 menit untuk sekali pengujian, untuk pengujian 600 *node* membutuhkan waktu 480 menit untuk sekali pengujian, untuk pengujian 900 *node* membutuhkan waktu 840 menit untuk sekali pengujian. Seluruh dilakukan sebanyak tiga kali di setiap satu percobaan. Pengujian sebanyak tiga kali tersebut dilakukan dengan ukuran data yang berbeda-beda yaitu 2.88 MB, 4.32 MB untuk *file format.mp3*. Dua percobaan lainnya yaitu 11.355 MB dan 17.033 MB untuk *file format.ALAC* (*Apple Lossless Audio Codec*). Semakin besar jumlah *node* dalam pengujian, maka mobilitas dari *table routing* pun meningkat. Hal ini yang menyebabkan setiap jumlah *node* naik, maka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengujian juga semakin naik.

Dari hasil pengujian *propagation delay* terhadap jumlah 200 *node* – 900 *node* dengan ukuran *file audio* dan jumlah *node* yang berbeda menghasilkan hasil yang sesuai dengan sifat dari protokol FSR (*Fisheye State Routing*). Sifat dari protokol tersebut adalah komunikasi antar *node* yang terjadi, dilakukan dengan pencarian jarak yang terdekat dengan posisinya atau tetangga terdekat. Dengan jumlah *node* semakin banyak maka, ketetanggaan antar *node* pun semakin dekat yang mengakibatkan *delay* menjadi lebih kecil dibandingkan pada saat jumlah *node* sedikit yang artinya tetangga antar *node* berjauhan sehingga hasil *delay*nya menjadi besar.

4.3. Pengujian Berdasarkan *Throughput*

Pengujian dalam penelitian ini mengambil dari data yang telah ditentukan sesuai dengan *average end to end delay*. Data pengujian *average throughput* ini sama seperti data *Average end to end delay*.



Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Average Throughput

Gambar 4.3 menunjukkan hasil pengujian *Throughput* dengan rentang 200 *node* sampai 300 *node* dengan kecepatan 50 km/jam. Hasil dari pengujian menunjukkan pada saat jumlah *node* semakin banyak, maka hasil *throughput* semakin besar. Semakin besar ukuran *file format.mp3* dan *file format.ALAC* yang dikirim maka nilai *throughput* semakin besar. Hal ini dapat dilihat dari grafik yang semakin meningkat, karena pada saat jumlah 200 *node* dengan ukuran *file format.mp3* yang dikirim sebesar 2.88 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 15.375 MBPS. Sedangkan, pada saat jumlah 300 *node* dengan ukuran *file audio* yang sama menghasilkan nilai *throughput* sebesar 47.571 MBPS. Percobaan pada saat jumlah 200 *node* dengan ukuran *file format.ALAC* yang dikirim sebesar 11.355 MB menghasilkan nilai *throughput* sebesar 172.834 MBPS. Sedangkan, pada saat jumlah 300 *node* dengan ukuran *file audio* yang sama menghasilkan nilai *throughput* sebesar 297.052 MBPS yang artinya hasil *throughput* semakin besar. Hal ini juga berlaku untuk *file format.ALAC* ketika jumlah *node* semakin banyak dan ukuran *file audio* semakin besar maka nilai *throughput* semakin meningkat.

Dapat disimpulkan dari hasil pengujian *throughput* bahwa semakin banyak jumlah *node* dan semakin besar ukuran *file audio* yang dikirim, maka nilai *throughput* yang dihasilkan semakin besar, dan ukuran *file audio* semakin besar maka nilai *throughput* semakin meningkat. Nilai *throughput* dari jumlah 200 *node* – 900 *node* memiliki jumlah pengiriman *audio file* yang berbeda-beda dan kecepatan dari 30 km/jam sampai 50 km/jam.

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada simulasi, dapat diambil kesimpulan yaitu, pada protokol FSR (*Fisheye State Routing*) jumlah *node* menentukan besar dan kecilnya nilai *Average end to end delay*, diikuti dengan area simulasi, kecepatan *node*, luasnya area simulasi. Hasil pengujian yang didapatkan dari rentang 175.919 ms - 178.841 ms. Untuk *node* yang digunakan dari rentang 200 – 900 *node*, maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian yang telah dilakukan dalam kategori “Bagus”, berdasarkan acuan dari ITU-T-Rec G .1010, yang menjelaskan bahwa nilai dalam rentang 150 s/d 300 ms.
2. Dari hasil pengujian dan analisa *Average Troughput* pada protokol FSR (*Fisheye State Routing*) dapat diambil kesimpulan bahwa semakin bertambahnya jumlah *node* dan ukuran audio file pada saat pengujian akan menambah jumlah nilai *throughput*. Nilai *throughput* yang dihasilkan pada pengujian ini dari rentang 1.173 – 894.324 MBPS.

3. Dari hasil pengujian, bahwa protokol FSR (*Fisheye State Routing*) dapat diterapkan pada pengiriman file audio yang bersifat *lossy compression* maupun *lossless compression* yang diberikan oleh radio DSCR(*Dedicated Short Range Communication*) berdasarkan aturan ITU-T-Rec G .1010.

Daftar Pustaka:

- [1] Tjarta, Achmad. 1993. Kanker Kulit di Indonesia, Antisipasi peningkatan pada masa mendatang. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [2] Fitzpatrick's. 2003. *Dermatology In General Medicine*. 6th Edition. McGraw-Hill Professional.
- [3] Friedman RJ, Rigel DS at all. 1983. *Favorable prognosis for malignant melanoma associated with acquired melanocytic nevi*. Arch Dermatol.
- [4] Priyanto Hidayatullah. 2017. Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata. Penerbit INFORMATIKA.
- [5] Eko Prasetyo, 2017. Pengolahan Citra Digital dan aplikasinya menggunakan Matlab. Penerbit ANDI.
- [6] Rigel, D.S, Friedman R.J. 2005. *ABCDE- An Envolving Concept in the Early Detection of Melanoma*. American Medical Association.
- [7] Yu-Ichi Ohta; Takeo Kanade; Toshiyuki Sakai (1980). "Color information for region segmentation". *Computer Graphics and Image Processing*.
- [8] Dhinagar, Nikhil J. Celenk, Mehmet. 2016. *Early Diagnosis and Predictive Monitoring of Skin Diseases*. Mexico : IEEE.
- [9] Karagyris, Alexandros. Karagyris, Orestis. Pantelopoulou, Alexandros. 2012. *An Advanced Image-Processing Mobile Application for Monitoring Skin Cancer*. Greece: IEEE.
- [10] Wuwanjie Septian, Dwiza Riana, Maulana Jodi Prayogo. 2016. Deteksi Diameter Tumor pada Kulit Menggunakan Segmentasi Citra Berdasarkan Karakteristik ABCDE. Jakarta : Informatika, Vol. 3.