

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 453 / Teknik Telekomunikasi  
Bidang Fokus : Teknologi Informasi dan Komunikasi

## **LAPORAN AKHIR**

### **PENELITIAN DOSEN PEMULA**



## **ANALISIS QUALITY OF SERVICE APLIKASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL PADA JARINGAN MOBILE ADHOC NETWORK**

**Tahun ke-1 dari rencana tahun 2017**

### **TIM PENGUSUL**

**Ketua Tim: Riklan Kango, ST., MT / NIDN 0901019006**

**Anggota : Irawan Ibrahim, ST., M.Kom / NIDN 0911048306**

**UNIVERSITAS MAHAMMADIYAH GORONTALO**

**SEPTEMBER 2018**



## RINGKASAN

Tujuan jangka panjang penelitian ini adalah sebagai bagian dari realisasi komunikasi jaringan masa depan (*next generation network*) di Indonesia yang berbasis IP. Trend perkembangan jaringan komputer saat ini lebih cenderung kepada jaringan *wireless* karena kepraktisannya jaringan *wireless* dan performansinya hampir sama dengan jaringan kabel. Salah satu pengaplikasian dari jaringan Wireless adalah pertukaran informasi suara atau yang lebih dikenal dengan *Voice over Internet Protocol* (VoIP). Penelitian ini memiliki urgensi untuk pengembangan media komunikasi antara pengirim dan penerima informasi suara dengan memanfaatkan teknologi VoIP (*Voice over Internet Protocol*) dengan meminimalis komponen jaringan kabel yaitu menggantinya dengan jaringan *Mobile Adhoc Network* (MANET).

Jenis penelitian yang digunakan mengetahui kualitas VoIP penelitian experimental yaitu penelitian *laboratory-based-research*. Metode yang digunakan untuk pengujian ini adalah NDLC (*Network Development Life Cycle*). Adapun faktor-faktor kualitas yang diuji adalah *delay*, *jitter*, *throughput* dan *packet loss*.

Model yang ditawarkan berupa implementasi jaringan computer dengan teknik MANET dan aplikasi serta layanan yang dimungkinkan untuk dimanfaatkan bagi dukungan proses pertukaran informasi suara VoIP. Teknik MANET merupakan suatu teknik pengembangan model komunikasi *ad-hoc* berbasis *wireless network* yang dapat mengalihfungsikan sebuah terminal komputer dalam jaringan wireless agar berperan sebagai sebuah *backwarding/fowarding devices* yang umumnya dikenal sebagai *access-point*.

Penelitian ini, implementasi Teknologi VoIP dengan menggunakan jaringan MANET dimana media transmisi adalah Wireless sehingga durasi adalah hal yang berpengaruh. Oleh sebab itu durasi percobaan dalam penelitian ini 180 *second*. Pengambilan data pada pengujian menggunakan *Software Wireshark* Data diperoleh dari pengujian sistem dan perhitungan secara teoritis..

Hasil penelitian menunjukkan komunikasi VoIP pada jaringan MANET dengan standar durasi yang ditetapkan menghasilkan performansi yang tergolong baik.

**Kata Kunci:** Ad-Hoc, MANET, VoIP, QoS.

## PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan kemajuan kegiatan penelitian yang berjudul “Analisis *Quality of Service* Aplikasi *Voice Over Internet Protocol* pada Jaringan *Mobile Adhoc Network*”.

Laporan kemajuan kegiatan ini dapat diselesaikan dengan baik, tidak lepas daribantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankanlah kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Gorontalo.
2. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Muhammadiyah Gorontalo.
3. Kepala Lab. Sistem Informasi Universitas Muhammadiyah Gorontalo.
4. Pihak-pihak yang telah membantu dan mensukseskan pelaksanaan kegiatan ini.

Kami berharap kegiatan yang telah terlaksana ini dapat bermanfaat untuk pengembangan Program Studi Sistem Informasi dan Universitas Muhammadiyah Gorontalo, serta masyarakat pada umumnya.

Gorontalo, 12 Agustus 2018  
Ketua Tim Peneliti

Riklan Kango, S.T., MT

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUT.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Batasan Penelitian.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Rumusan Masalah.....</b>	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Kajian Pustaka.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Landasan Teori.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1 Aplikasi dan Layanan VoIP.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2 Jaringan MANET Berbasis Wireless.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Road Map Penelitian.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Diagram Fish Bone Penelitian.....</b>	<b>8</b>
<b>BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Tujuan Penelitian dan Luaran Penelitian.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>9</b>
<b>BAB 4. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Tahapan Penelitian.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Peubah yang diamati/digunakan.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Model yang digunakan.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5 Rancangan Penelitian.....</b>	<b>13</b>
<b>3.6 Teknik Pengumpulan Data.....</b>	<b>14</b>
<b>3.7 Analisa Data.....</b>	<b>14</b>
<b>BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Hasil Penelitian.....</b>	<b>15</b>
<b>BAB 6. RENCANA DAN TAHAPAN BERIKUTNYA.....</b>	<b>19</b>
<b>BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>20</b>
<b>7.1 Kesimpulan.....</b>	<b>20</b>
<b>7.2 Saran.....</b>	<b>20</b>

**DAFTAR PUSTAKA..... 21**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	Rencana target Capaian Tahunan	3
---------	--------------------------------	---

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Rod Map Penelitian	8
Gambar 2	Diagram Fish Bone Penelitian	8
Gambar 3	Diagram alir tahap penelitian	10
Gambar 4	Model topologi MANET	12
Gambar 5	Flowcart rancangan sistem	13
Gambar 6	Grafik Delay	15
Gambar 7	Grafik Jitter	16
Gambar 8	Grafik Throghput	17
Gambar 9	Grafik Packet Loss	18



## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Teknologi jaringan komputer sebagai media komunikasi antar perangkat telah banyak mengalami kemajuan signifikan dari segi media komunikasi. Saat ini kita dapat melakukan komunikasi melalui jaringan ini dengan memanfaatkan teknologi yang bernama VoIP (Voice Over IP). VoIP adalah salah satu aplikasi internet yang tumbuh dan berkembang paling cepat sekarang (Wahyu, 2017). Peningkatan itu dalam penyebaran VoIP sebagai ganti telepon kabel ataupun telepon genggam karena alasan-alasan sebagai berikut: pertama, dengan memanfaatkan teknik dan luas bidang voice compression dalam packet-switched networks (Wahyu, 2017), VoIP dapat meningkatkan efisiensi bandwidth. Kedua, hal itu membolehkan komunikasi suara dikombinasikan dengan media lain dan aplikasi data lain seperti video atau file bersama (Pradipta, dkk 2012).

Voice over Internet Protocol (VoIP) merupakan suatu teknologi yang melewatkan trafik suara, video, dan data yang berbentuk paket melalui jaringan IP (Qustoniah, 2012). Biasanya menggunakan jaringan akses yang umumnya berupa kabel. Namun penggunaan media transmisi kabel ini memiliki beberapa kekurangan dari sisi coverage dan cost. Bila penggunaan VoIP dikombinasikan dengan jaringan wireless. Jaringan Wireless LAN sangat efektif digunakan di dalam kawasan atau gedung (Wahyu, 2017). Dengan performa dan keamanan yang dapat diandalkan pengembangan jaringan wireless LAN menjadi tren baru pengembangan jaringan menggantikan kabel (Firmasyah, 2014). Seperti pada umumnya 802.11 wireless networks disebar tidak hanya pada gedung tetapi juga di taman dan jalan. Kepentingan penggunaan dari VoIP dari wireless sedang meningkat, dan banyak penelitian telah dilakukan untuk memperbaiki QoS dan kapasitas VoIP traffic (Wahyu, 2017).

Penelitian yang dilakukan (Firmasyah, 2014) mengusulkan implementasi dari Power Line Communication (PLC) sebagai media transmisi untuk komunikasi data dengan metode Peer to Peer (P2P) arsitektur. Dengan menggunakan perangkat Power Line Adapter, setiap ruangan dalam satu gedung tersebut dapat terhubung dengan jaringan melalui kabel listrik yang ada. Selain itu, tidak diperlukan ahli dan peralatan khusus untuk instalasi karena dapat dilakukan dengan mudah sehingga menghemat biaya anggaran. Jaringan komputer dengan PLC dapat digunakan untuk membangun jaringan komputer lokal dengan menggunakan media kabel listrik yang sudah ada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan komputer dengan PLC sebagai media transmisi untuk komunikasi data memberikan kemudahan dan meningkatkan efisiensi bagi pemakai sesuai dengan kebutuhannya dibandingkan dengan membangun infrastruktur jaringan yang besar. Namun penelitian ini terdapat beberapa kekurangan yaitu

kebutuhan infrastruktur jaringan komputer terhadap media transmisi kabel masih dibutuhkan dan harga PLC masih cukup tinggi. Oleh karena itu, dalam penelitian yang dilakukan ini mengusulkan jaringan komputer dengan memanfaatkan Teknik MANET dimana media transmisi data yang digunakan adalah media wireless.

Penelitian yang dilakukan (Tedyyana, 2016) mengusulkan perancangan jaringan komputer untuk menyediakan layanan komunikasi sebagai pertukaran informasi berbasis wireless yang memiliki infrastruktur perangkat Acces Point. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jika user device ingin berkomunikasi dengan device yang lain, maka jalur transmisi melewati sebuah acces point untuk dapat berkomunikasi dalam satu jaringan. Namun penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu kebutuhan akan infrastruktur jaringan komputer terhadap perangkat Acces Point masih dibutuhkan dan harga sebuah Access Point yang masih cukup tinggi. Oleh karena itu, dalam penelitian yang dilakukan ini mengusulkan perancangan jaringan komputer dengan memanfaatkan Teknik MANET dimana masing-masing device dapat langsung berkomunikasi secara langsung tanpa melalui Infrastruktur Acces Point.

Penelitian (Firmasyah, 2014) dan (Tedyyana, 2016) menunjukkan bahwa implementasi jaringan computer untuk layanan VoIP masih sangat membutuhkan penyediaan infrastruktur jaringan yang lengkap, seperti: media-transmisi (yakni cable), node (yakni komputer/laptop), dan backwarding/fowarding devices (yakni: hub, switch, atau access-point); serta untuk koneksi ke jaringan internet dibutuhkan modem nirkabel. Oleh sebab itu penelitan ini akan melakukan pendekatan masalah kebutuhan infrastruktur berkaitan dengan implementasi layanan VoIP menggunakan Teknik MANET yang merupakan solusi efektif karena tidak bergantung pada penyediaan infrastruktur untuk dukungan dalam layanan komunikasi (Putra, 2016). Teknik MANET mengkondisikan bahwa setiap node-node yang terhubung dalam jaringan wireless dapat berperan sebagai fungsi sentral, yakni switching, dan routing sehingga elemen backwarding/fowarding terpenuhi (Jabeen *et al.*, 2016). Di samping itu peranan kabel digantikan oleh koneksi gelombang radio (yakni wireless coonnection) dan komputer di sisi client pada jaringan sendiri yang telah memainkan peranan sebagai workstation, server, dan cell-station. Dalam bidang jaringan wireless, berdasar (Simamora, dkk., 2013a) bahwa Mobile Ad-hoc Network (MANET) merupakan solusi teknologi penyedia infrastruktur jaringan pada kondisi minim fasilitas telekomunikasi, dan kebutuhan yang mendesak (Simamora, dkk., 2011). Teknologi MANET memungkinkan setiap node dalam jaringan dapat berperan sebagai backwarding/fowarding devices; dimana hal ini umumnya diistilahkan sebagai cell-station, yakni access-poitnt. Penelitan ini juga melakukan evaluasi performa kinerja Teknologi VoIP (kualitas aliran data) yang diterapkan pada jaringan MANET.

**Tabel 1. Rencana Target Capaian Tahunan**

No.	Jenis Luaran				Indikator Capaian		
	Kategori	Sub Kategori	Wajib	Tambahan	TS <sup>1</sup>	TS+1	TS+2
1	Artikel Ilmiah dimuat di jurnal <sup>2)</sup>	Internasional Bereputasi					
		Nasional Terakreditasi					
		Nasional Tidak Terakreditasi	Published			√	
2	Artikel Ilmiah dimuat diprosiding <sup>3)</sup>	Internasional Terindex					
		Nasional					
3	Invited speaker dalam temu ilmiah <sup>4)</sup>	Internasional					
		Nasional					
4	Visiting Lecturer <sup>5)</sup>	Internasional					
5	Hak Kekayaan Intelektual <sup>6)</sup>	Paten					
		Paten Sederhana					
		Hak Cipta					
		Merek Dagang					
		Rahasia Dagang					
		Desain Produk Industri					
		Indikasi Geografis					
		Perlindungan Variates tanamana					
		Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu					
6	Teknologi Tepat Guna <sup>7)</sup>						
7	Model/Purwarupa/Desain/Karya Seni/Rekayasa Sosial <sup>8)</sup>						
8	Bahan Ajar <sup>9)</sup>						
9	Tingkat Kesiapan Teknologi <sup>10)</sup>		2				

## 1.2 Batasan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah maka untuk menentukan arah studi terkait dibatasi sejumlah hal dalam penelitian ini diantaranya :

1. Penelitian ini dilakukan pada jaringan standar wireless 802.11n.
2. Jumlah *device mobile* (Laptop) 5 unit yang berfungsi sebagai client maupun server.
3. Pemodelan kanal yang diterapkan yaitu pada kondisi line-of-sight (LoS).
4. Pengukuran dan pengambilan data untuk analisis kinerja VoIP pada jaringan MANET di Laboratorium Program Studi Sistem Informasi Universitas Muhammadiyah Gorontalo.
5. Software yang digunakan dalam menganalisis kinerja jaringan VoIP yaitu *software wireshark (open source)*
6. Parameter untuk menganalisis kinerja VoIP pada jaringan MANET yaitu *delay, jitter, throughput* dan *packet loss*.

## 1.3 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang dijadikan fokus studi dalam penelitian ini sesuai latar belakang diatas adalah:

1. Bagaimana melakukan implementasi teknologi VoIP pada jaringan MANET di kawasan bangunan gedung?
2. Bagaimana kinerja performansi VoIP pada jaringan MANET untuk mendukung penyelenggaraan komunikasi pertukaran informasi suara dalam dua arah?

## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Kajian Pustaka**

Layanan komunikasi *Voice over Internet Protocol* (VoIP) merupakan suatu aplikasi yang melewatkan trafik suara, video, dan data yang berbentuk paket melalui jaringan IP (Qustoniah, 2012). Biasanya menggunakan jaringan akses yang umumnya berupa kabel. Bila penggunaan VoIP dikombinasikan dengan jaringan wireless. Jaringan Mobile Adhoc Network sangat efektif digunakan di tempat yang kurang infrastruktur jaringan. Dengan performa dan keamanan yang dapat diandalkan pengembangan *Mobile Adhoc Network* menjadi tren baru pengembangan jaringan menggantikan kabel (Jabeen *et al.*, 2016).

VoIP adalah salah satu contoh aplikasi multimedia Internet yang banyak digunakan pada saat ini. VoIP sudah banyak diaplikasi pada kehidupan sehari-hari diantaranya dalam suatu gedung perkantoran dan universitas yang memiliki beberapa lantai serta terdiri dari beberapa ruangan memiliki jarak cukup jauh antar satu ruangan (Pradipta, dkk 2012). Aplikasi ini sensitif terhadap waktu transmisi dan dapat mentoleransi terjadinya beberapa packet loss. Oleh karena Aplikasi VoIP belum pernah diimplementasikan dalam kampus (studi kasus; Laboratorium Prodi Sistem Informasi UM Gorontalo). Hal inilah yang menjadi pendorong dilakukannya penelitian ini.

### **2.2 Landasan Teori**

#### **2.2.1 Aplikasi dan Layanan VoIP**

VoIP atau yang juga disebut dengan *IP Telephony System* melakukan transmisi suara sebagai paket data melalui private atau public internet protocol (IP). Beberapa penelitian VoIP telah dilakukan. VoIP menjadi alternatif lain dari layanan telepon yang telah umum digunakan yaitu yang menggunakan jaringan PSTN. Evolusi layanan pengiriman suara dari PSTN ke VoIP dikarenakan kemampuan dari jaringan IP yang dapat mengirim bit data dengan lebih efektif baik dari segi biaya maupun performa. VoIP yang menggunakan paket-switching protocol memungkinkan berjalan di berbagai jenis jaringan, seperti jaringan public, private, kabel, bahkan wireless. Keuntungan yang didapatkan dari penggunaan VoIP antara lain : Harga perangkat keras yang lebih murah, Efisiensi bandwidth, Biaya perawatan rendah, dan perkembangan aplikasi klien yang tinggi.

Dalam bidang Teknologi Informasi, layanan (*services*) yang umum dikenal dan digunakan adalah layanan data, layanan informasi, dan layanan komunikasi (Simamora dkk.,

2012b); dimana penyebutan ketiga jenis layanan ini diposisikan secara hirarki bahwa semakin memungkinkan bersifat real-time (waktu-nyata) atau kontinyu proses yang real berlangsung.

Contoh layanan data adalah FTP (file transfer protocol), download/upload services, data-streaming, live-streaming (Simamora dkk., 2013b); contoh layanan informasi adalah web-site, blog (Simamora dkk., 2011), dan contoh layanan komunikasi adalah VoIP (Voice over Internet Protocol), web-chat, video-chat (Sopandi M. dkk., 2010). Hampir semua layanan yang dikenal dalam Teknologi Informasi khususnya internet dapat dijalankan pada jaringan MANET.

Penelitian VoIP yang dibangun dalam jaringan MANET juga telah dilakukan. Model layanan VoIP menggunakan teknik MANET dapat diartikan sebagai sejumlah host-computer client yang diintegrasikan dalam satu jaringan wireless dimana layanan yang dapat dijalankan oleh masing-masing node client tersebut saling independent (bebas dan tidak saling bergantung) satu-dengan yang lain, sehingga model komunikasi berantai terbentuk dan saling bisa berinteraksi antar end-user tanpa dibatasi oleh jarak dan waktu oleh sebab proses berjalan saling-berantai (Masruroh, dkk 2014).

### **2.2.2 Jaringan MANET Berbasis Wireless**

Salah satu jaringan komputer yang tergolong dalam media-transmisi yang digunakan untuk koneksi adalah wireless network. Kelebihan jaringan ini adalah minimasi cost dalam infrastruktur fisik cable oleh sebab digantikan oleh radio-wave . Jaringan wireless dapat didefinisikan sebagai sejumlah node komputer yang dikoneksikan menggunakan gelombang radio sebagai media-transmisinya dan umumnya skalabilitas yang dimiliki secara lokal (private network). Topologi jaringan yang umum digunakan adalah star, mesh, bus, ring, loop, dan tree. Sedangkan teknologi jaringan wireless yang digunakan adalah mengacu pada standarisasi IEEE 802.11, yakni mengatur perihal koneksi wireless access fixed network yang disebut WiFi (Wireless Fidelity) (Lord Sing V. dkk., 2011). Untuk menghubungkan setiap terminal-terminal komputer client dalam jaringan maka digunakan backwarding/fowarding devices; untuk koneksi menggunakan cable, perangkat yang umum digunakan adalah: switch dan hub. Sedangkan untuk koneksi menggunakan wireless, digunakan access-point.

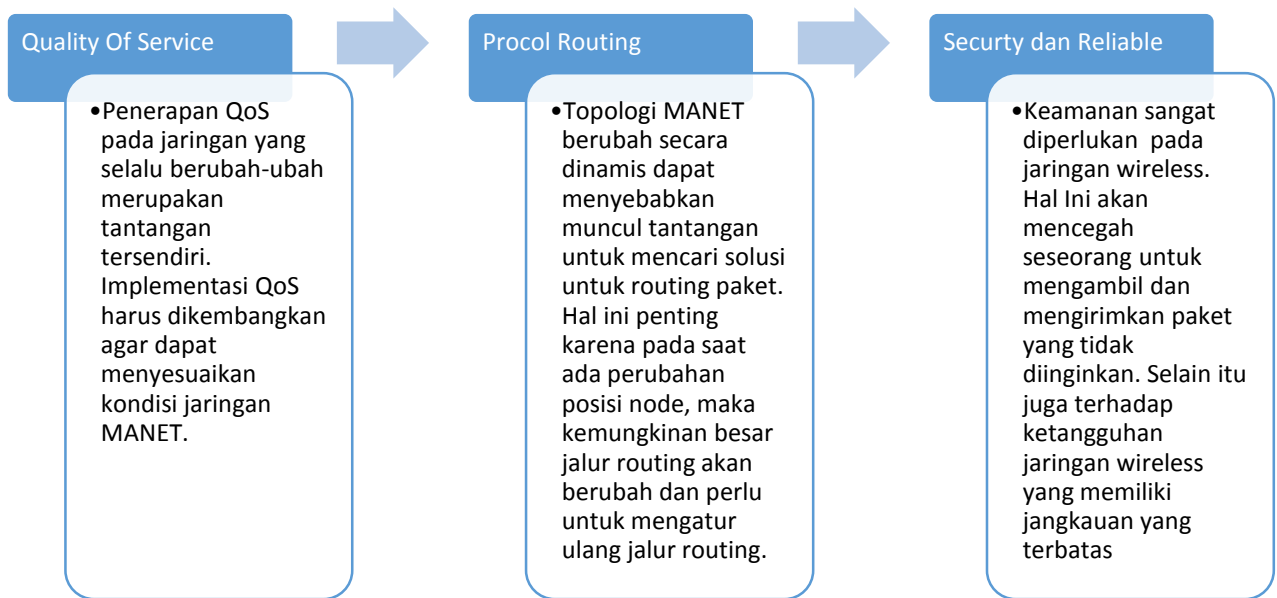
Namun dengan teknik MANET, yang sebelumnya dalam jaringan membutuhkan perangkat backwarding/fowarding devices, setiap komputer client dapat dialihfungsikan sebagai backwarding/fowarding devices (Simamora dkk., 2012a). Hal ini bisa dilakukan oleh sebab peranan penting dari protokol routing yang berjalan di Host-to-Host layer pada struktur lapisan komunikasi data TCP/IP. Umumnya pada teknik MANET protokol routing yang digunakan ada dua jenis yakni: proactive protocol dan reactive protocol. Pada (Simamora dkk., 2013c), menggunakan protokol OLSR (Optimized Link State Routing) yang tergolong

proactive protocol, sedangkan (Simamora dkk., 2013a); menggunakan protokol AODV (Ad-hoc On Demand Distance Vector) yang tergolong dalam reactive protocol.

Mobile Ad-hoc Network (MANET) menggunakan standar regulasi IEEE 802.11 untuk menjalankan standar regulasi IEEE 802.15 yakni personal area network, yang umumnya dalam penggunaan sehari-hari disebut dengan Bluetooth. Topologi jaringan yang dibentuk dalam teknik MANET adalah point-to-point yang bersifat temporary, dynamic dan multi-point-relay (Simamora, S.N.M.P dkk., 2013b). Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa protokol routing yang digunakan secara umum terbagi dua yakni proactive protocol, dimana protokol akan aktif senantiasa tanpa ada permintaan terlebih dahulu panggilan routing dari/antar node yang saling bertetangga (Sopandi M. dkk., 2010), dan reactive-protocol yakni protokol yang bekerja melakukan perutean packet-data apabila ada permintaan dari node-node yang saling bertetangga (Simamora, S.N.M.P dkk., 2013a).

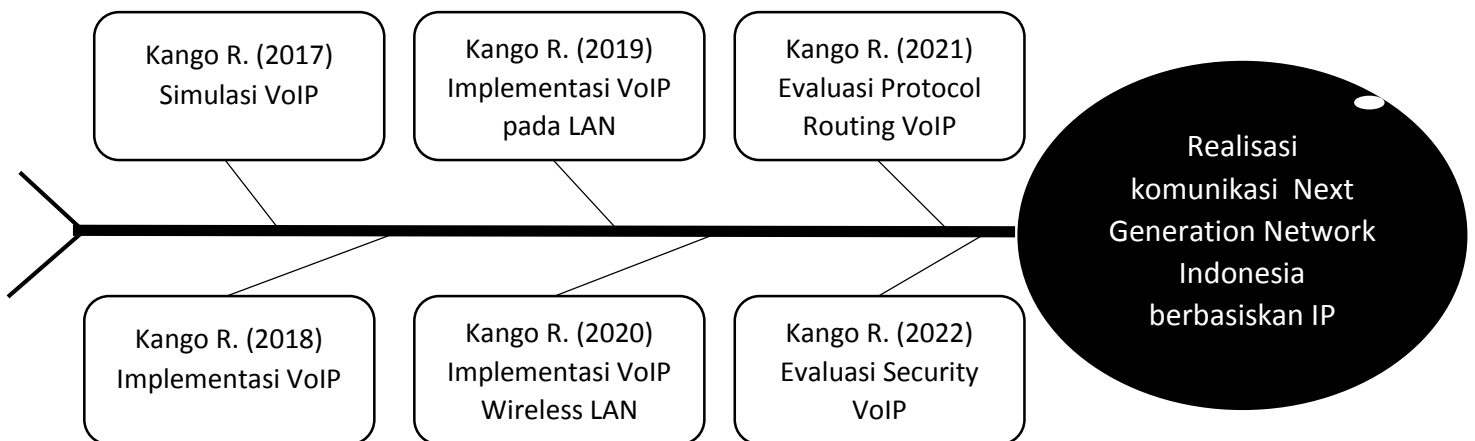
Pergerakan node dalam jaringan MANET bersifat perpindahan bukan pergerakan (Simamora, 2013d); sehingga panggilan yang dibangun hanyalah efektif apabila node terminal client berada pada posisi fixed, oleh sebab teknologi WiFi rentan disconnected apabila terjadi pergerakan (Taneja S. & Bhalla V.K., 2013). Oleh sebab topologi yang terbentuk pada jaringan MANET bersifat dynamic dan flexible, maka teknik komunikasi yang terbangun disebut dengan teknik MANET (Kumar A. & Singla A.K 2011). Dalam hal pengalaman sendiri, teknik MANET tidak bergantung pada hal khusus penggunaan IPv4 dan IPv6 (Simamora, dkk., 2012a) dengan kata lain pengalaman ini dapat baik dijalankan pada jaringan wireless berbasis teknik MANET.

### 2.3 Road Map Penelitian



Gambar 1. Road Map Penelitian

### 2.4 Diagram Fish Bone Penelitian



Gambar 2. Diagram Fish Bone Penelitian



## **BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **1.1 Tujuan Penelitian dan Luaran Penelitian**

Tujuan penelitian yang dijadikan fokus studi dalam penelitian ini sesuai rumusan masalah diatas adalah:

1. Melakukan implementasi teknologi VoIP pada jaringan MANET di kawasan Bangunan gedung.
2. Menganalisis kinerja performansi VoIP pada jaringan MANET untuk mendukung penyelenggaraan komunikasi pertukaran informasi suara dalam dua arah.
3. Penelitian ini menargetkan jenis luaran adalah jurnal nasional yang berISSN

### **1.2 Manfaat Penelitian**

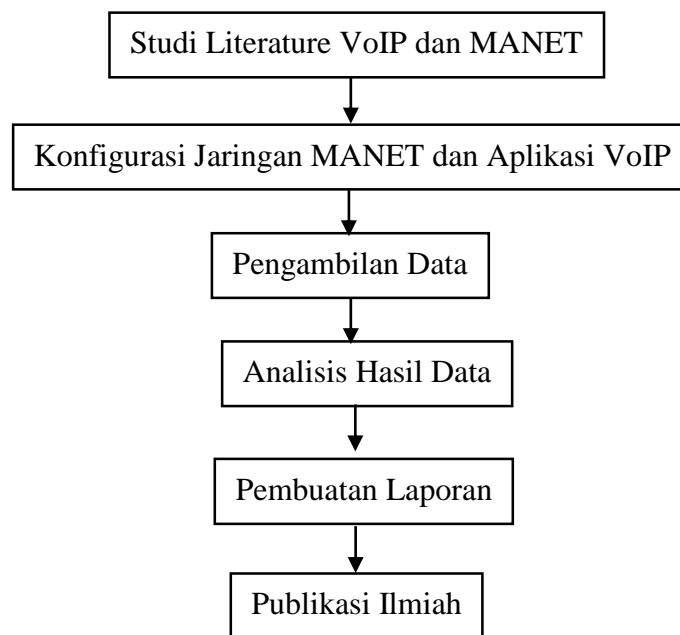
Manfaat penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Bagi masyarakat, penelitian ini bermanfaat untuk menjadi solusi atau cara dalam melakukan komunikasi dengan Teknologi VoIP pada jaringan MANET.
2. Bagi peneliti, penelitian ini berguna untuk menambah pengetahuan dan kemampuan mengenai proses adanya teknik dalam mengimplemntasikan Teknologi VoIP pada jaringan MANET.
3. Bagi institusi pendidikan Universitas Muhammadiyah Gorontalo, dapat digunakan sebagai referensi ilmiah dalam penelitian untuk pengembangan teknik ataupun metode untuk meningkatkan performansi Teknologi VoIP dalam jaringan MANET.

## BAB 4. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian yang dikerjakan pada proposal ini adalah membuat implementasi jaringan MANET dalam penerapan Teknologi VoIP. Gambar 3 di bawah ini tampak diagram alir (*flowcart*) dari tahap penelitian ini.



Gambar 3. Diagram alir tahap penelitian

Berdasarkan tahapan penelitian Gambar 3, tahapan-tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Studi literatur penelitian ini terkait pencarian referensi yang membahas teknologi VoIP dan Jaringan MANET. Studi literatur ini akan menemukan teknik setup pembangunan teknologi VoIP dengan menggunakan jaringan MANET dengan efiseinsi penggunaan komponen infrastruktur (hardware) jaringan.
2. Konfigurasi jaringan MANET dan Aplikasi VoIP. Langkah awal yang dilakukan pada perancangan sistem adalah dengan membuat flowchart sistem penelitian mengenai implementasi Teknolgi VoIP pada jaringan MANET yang akan diimplementasikan pada Laboratorium Prodi Sistem Informasi Universitas Muhammadiyah Gorontalo. Selanjunya dilakukan implementasi berdasakan skenario variable untuk mengukur kinerja jaringan menggunakan *software* wireshark.

3. Pengambilan data hasil implementasi kemudian dilakukan analisa data sehingga dapat ditarik kesimpulan. Pada tahapan ini, sistem yang sudah dirancang selanjutnya diuji untuk melihat kinerja performansi Teknologi VoIP pada jaringan MANET. Selain itu dilakukan juga proses analisa data terhadap parameter-parameter terkait penelitian ini.
4. Analisa Hasil Data. Langkah ini dilakukan setelah data hasil pengujian telah dikumpulkan, kemudian akan dianalisis data terhadap parameter dan peubah terkait yakni delay, jitter, throughput dan packet loss.
5. Pembuatan laporan yang dilakukan adalah melakukan penulisan laporan secara menyeluruh sebagai laporan akhir.
6. Publikasi ilmiah. Langkah ini dilakukan setelah penelitian ini mendapat tujuannya sesuai tujuan penelitian dan kemudian dibuat jurnal yang akan menjadi bahan publikasi pada jurnal ilmiah sesuai target luaran

### 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Perencanaan waktu dan pemilihan lokasi dalam melakukan rencana penelitian ini adalah:

Waktu : Juli – Juni 2017

Lokasi : Lab. Sistem Informasi Universitas Muhammadiyah Gorontalo.

### 3.3 Peubah yang diamati/digunakan

Quality of Service (QoS) digunakan untuk mengukur tingkat kualitas koneksi jaringan TCP/IP intranet atau internet. Ada beberapa metode untuk mengukur kualitas koneksi VoIP seperti konsumsi bandwidth oleh user, delay/latency, jitter, throughput, response time, hop count dan power consumption (Zhang., *et al* 2015). Dalam penelitian ini yang menjadi parameter performansi dari jaringan VoIP yang akan di analisis adalah *delay*, *jitter*, *throughput* dan *packet loss*. Pengertian untuk istilah-istilah tersebut adalah sebagai berikut :

**Delay** adalah interval waktu saat suara mulai dikirimkan oleh pemanggil menuju penerima panggilan yang disebabkan salah satunya oleh konversi suara analog menjadi data-data digital (Zhang., *et al* 2015). Ada beberapa penyebab terjadinya delay, antara lain : 1. Kongesti (kelebihan beban data) 2. Penggunaan paket-paket data yang besar pada jaringan berkecepatan rendah. 3. Ada paket-paket data dengan ukuran berbeda-beda. 4. Perubahan kecepatan antar jaringan LAN.

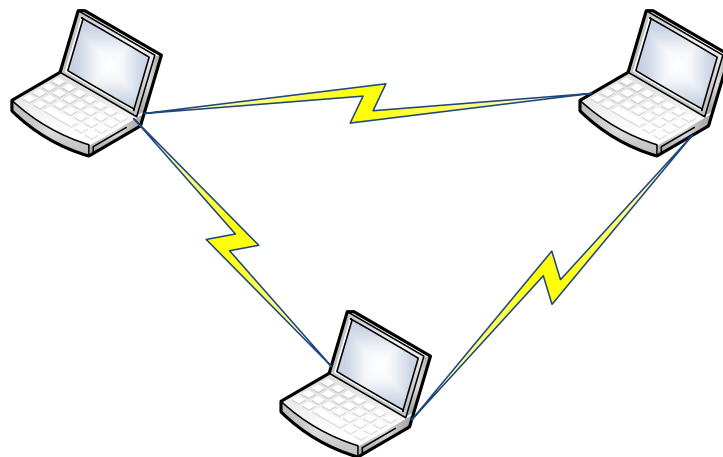
**Jitter** adalah variasi yang ditimbulkan oleh delay, terjadi karena adanya perubahan terhadap karakteristik dari suatu sinyal sehingga menyebabkan terjadinya masalah terhadap data yang dibawa oleh sinyal tersebut (Zhang., *et al* 2015).

**Throughput** adalah jumlah total kedatangan paket IP sukses yang diamati di tempat pengukuran pada destination selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut (sama dengan, jumlah pengiriman paket IP sukses per service-second) (Zhang., *et al* 2015). Throughput dapat terdiri dari banyak satuan, seperti : "bits/second," "bytes/second," or "packets/second", tapi selalu merupakan ekspresi perbandingan dari volume (transfer size) terhadap waktu (transfer time). Dimana transfer time termasuk tidak hanya elemen dari satu jalur latency yang diidentifikasi diawal sub-bab ini, tetapi juga termasuk setiap tambahan waktu request atau pengaturan transfer.

**Packet Loss** didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket mencapai tujuan. Pengujian ini untuk mengetahui berapa besar paket kirim yang ada di jaringan dan berapa besar paket yang diterima maka dalam hal ini akan diukur seberapa besar packet loss yang terjadi sistem yang dibangun (Zhang., *et al* 2015). Packet loss disebabkan beberapa kemungkinan terjadi overload dalam jaringan, tabrakan atau kongesti dalam jaringan, atau error pada media fisik.

### 3.4 Model yang digunakan

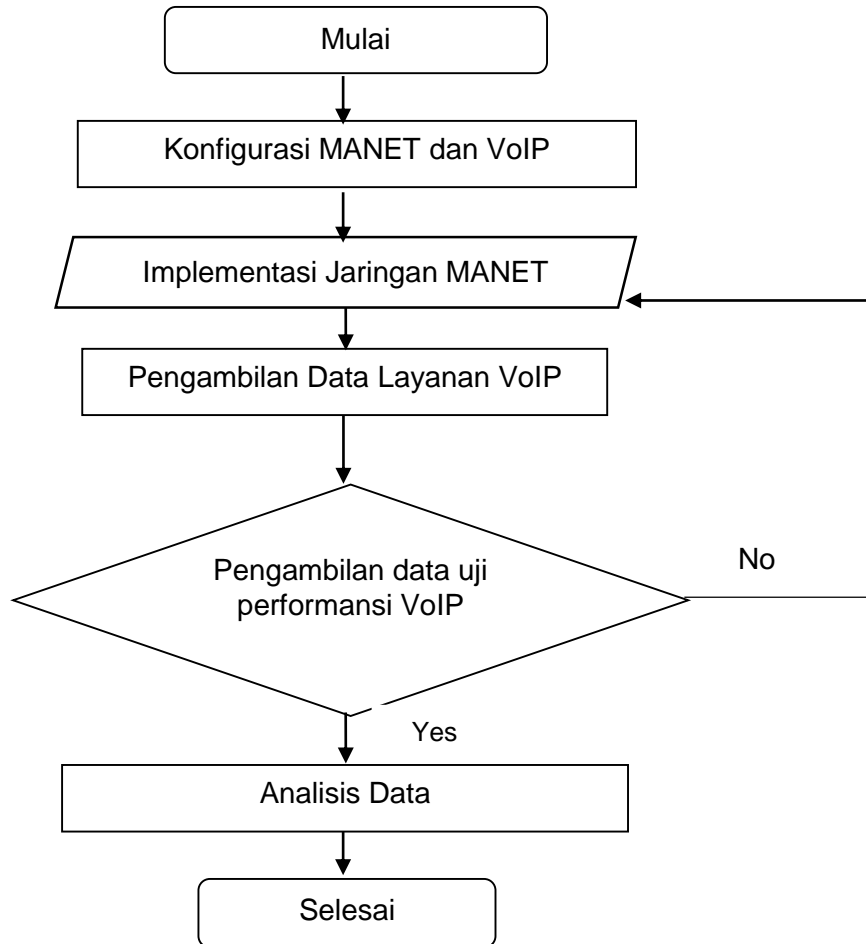
Model topologi jaringan MANET dengan menggunakan 3 device (Laptop) yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah ditunjukkan pada gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Model topologi MANET

### 3.5 Rancangan Penelitian

Sistem yang akan dirancang melalui beberapa tahap, seperti yang ditunjukkan flowcart Gambar 5.



Gambar 5. Flowcart rancangan sistem

Berdasarkan *flowcart* Gambar 5 maka perancangan sistem model Teknologi VoIP menggunakan jaringan MANET dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Implementasi model sistem teknologi VoIP pada Jaringan MANET
2. Permintaan koneksi (routing) antara *source* dan *destination*
3. Penentuan skenario simulasi
4. Pengambilan data hasil implementasi menggunakan wireshark berdasarkan skenario
5. Pemeriksaan kesediaan data parameter (delay, jitter, thgrouhput dan packet loss). Ketika data parameter yang memenuhi tidak ada, maka dilakukan uji koneksi kembali pada penentuan skenario.

6. Langkah terakhir adalah analisis data hasil implementasi Teknologi VoIP pada jaringan MANET berdasarkan skenario sehingga dapat ditarik kesimpulan dari performansi kinerja Teknologi VoIP.

### **3.6 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pengumpulan data primer yaitu data hasil observasi langsung terhadap software simulator. Proses pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali tiap routing pada client 1 dan client 2 dalam waktu komunikasi 1 menit setiap pengujiannya. Berikut adalah tahap-tahap pengumpulan data dalam penelitian ini:

- a. Perancangan topologi jaringan MANET untuk aplikasi VoIP
- b. User melakukan koneksi wireless 802.11n dan mengakses VoIP melalui aplikasi Yahoo! Messenger.
- c. Setelah tersambung dengan Yahoo! Messenger, Wireshark diaktifkan untuk menangkap transmisi data selama kurang lebih 1 menit. Hasil capture Wireshark disimpan kemudian dicatat hasil sesuai parameter yang dibutuhkan.
- d. Analisis data yang telah disimpan meliputi analisis delay, jitter, throughput, dan packetloss. Setelah itu didapat kesimpulan dari hasil analisis data yang telah dilakukan.

### **3.7 Analisa Data**

Tahap ini melakukan analisis kualitas aliran data pada aplikasi VoIP yang menggunakan jaringan MANET. Tujuan analisis adalah untuk memperlihatkan pengaruh aliran data TCP terhadap keberadaan aliran VoIP. Analisis dilakukan berdasarkan data atau hasil eksperimen yang dilakukan. Eksperimen akan menghasilkan nilai Quality of Service (QoS). Analisis ini bertujuan untuk melihat performansi aplikasi VoIP yang diimplementasikan pada jaringan MANET. Adapun parameter-parameter yang berpengaruh dalam kualitas aliran VoIP dalam penelitian ini adalah: delay, jitter, throughput dan packet loss. Parameter QoS yang digunakan dirata-rata tiap parameter. Setiap parameter QoS akan dilakukan analisis terhadap peningkatan atau penurunan kualitas QoS. Hasil eksperimen disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dilakukan penarikan kesimpulan.

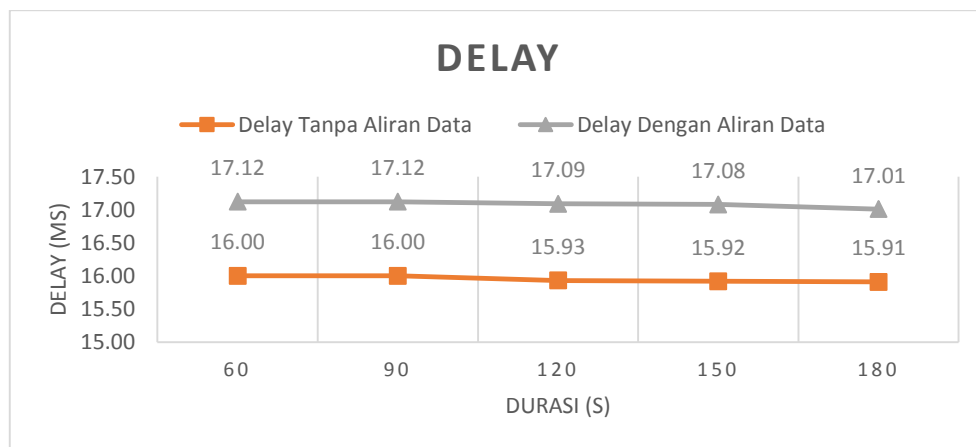
## BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Pada bab ini dilaporkan tentang hasil yang sudah dicapai dalam rangkaian kegiatan penelitian yang dilaksanakan pada bulan September 2017 sampai juni 2018 di Lab. Komputer Sistem Informasi Universitas Muhammadiyah Gorontalo.

### 5.1 Hasil Penelitian

#### 5.1.1 Delay

*Delay* adalah waktu tunda yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan, karena adanya antrian yang panjang, atau mengambil rute yang lain untuk menghindari kemacetan. Delay dapat di cari dengan membagi antara panjang paket (*between first and last packet* (s)) di bagi dengan (*packets*).



Gambar 6. Grafik Delay

Pengukuran ini bertujuan untuk mengevaluasi *delay* satu arah pada system VoIP melalui jaringan MANET dari satu *client* ke *client* lainnya. Merujuk pada rekomendasi yang dikeluarkan oleh STD A-002-2004 VERSION 1.2 bahwa *delay* yang memenuhi standar atau baik adalah kurang dari 150 ms.

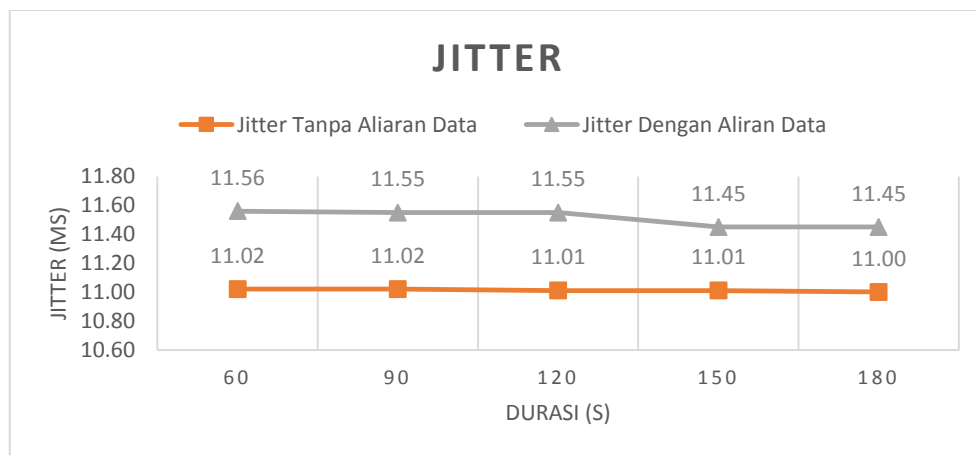
Gambar 6 terlihat bahwa hasil pengukuran *delay* pada saat komunikasi VoIP tanpa aliran data dan dengan aliran data. Perhitungan *delay* ini diperoleh dari hasil jumlah waktu paket yang dikirim kemudian direkam oleh *software wireshark*. Berdasarkan hasil *capture*, pada saat komunikasi VoIP tanpa aliran data nilai *end-to-end delay* menunjukkan nilai yang tidak beraturan namun menunjukkan tren perubahan yang tidak signifikan. Setelah dilakukan percobaan panggilan selama 180 *secon*, di dapat lah nilai rata-rata *end-to-end delay* sebesar

15.95 ms. Pada saat komunikasi VoIP ada aliran data, *end-to-end delay* paling dipengaruhi oleh *processing delay*. Hal ini dikarenakan penambahan aliran data menyebabkan terjadinya *congestion* karena aplikasi VoIP berjalan diatas beberapa struktur lapisan. Berjalan aliran data di atas *browser* akan mempengaruhi performansi jika dibandingkan dengan teknologi VoIP dalam penelitian ini aplikasi *skype* yang berdiri langsung diatas *operating system*. *Delay* dipengaruhi dari lamanya durasi waktu. Pengujian yang dihasilkan oleh VoIP dengan aliran data dengan durasi 180 secon didapatkan nilai *end-to-end delay* 17,08 ms. Gambar 6 terlihat bahwa semakin lama durasi waktu maka *delay* akan semakin menurun

Pengujian VoIP berbasis jaringan MANET dalam skenario tanpa aliran data dan dengan aliran data, didapatkan hasil untuk *end-to-en delay* kedua nilai tersebut bisa dikategorikan dapat diterima untuk kebanyakan aplikasi pengguna.

### 5.1.2 Jitter

*Jitter* merupakan variasi delay yang terjadi akibat adanya selisih waktu atau interval antar kedatangan paket penerima. Perbedaan waktu kedatangan dari suatu paket ke penerima dengan waktu yang diharapkan. *Jitter* dapat menyebabkan *sampling* di sisi penerima menjadi tidak tepat sasaran, sehingga informasi menjadi rusak. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya interval waktu antar paket suara yang dikirim.



Gambar 7. Grafik Jitter

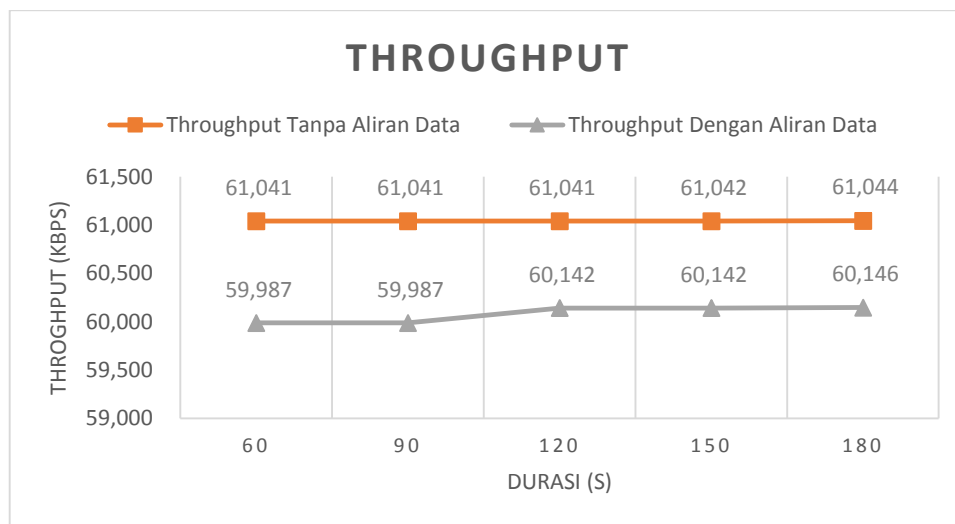
*Jitter* sangat erat kaitannya dengan *delay*. *Jitter* dipengaruhi oleh beberapa kemungkinan besarnya tumbukan antar paket yang ada pada jaringan IP atau semakin besar beban trafik pada jaringan akan menyebabkan semakin besar peluang terjadinya *congestion* dan dengan demikian *jitter* akan semakin besar.



Merujuk pada rekomendasi yang dikeluarkan oleh STD A-002-2004 VERSION 1.2 bahwa *jitter* yang memenuhi standar atau baik adalah kurang dari 75 ms. Parameter *jitter* perlu dianalisis untuk *delay* kedatangan antar satu paket dengan paket lainnya. Gambar 7 hasil pengujian terlihat pada rata-rata *jitter* masih termasuk dalam rekomendasi untuk pengujian tanpa aliran data didapat nilai rata-rata *jitter* sebesar 11,01 ms, sedangkan pengujian menggunakan dengan penambahan aliran data sebesar 11,51 ms sehingga pengujian keduanya, *jitter* masih pada kategori baik. Gambar 7 terlihat bahwa semakin lama durasi waktu maka *jitter* akan semakin menurun.

### 5.1.3 Throughput

*Throughput* adalah kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. *Throughput* dipengaruhi oleh beberapa kemungkinan seperti data yang dikirim, piranti jaringan, lamanya waktu pengiriman atau spesifikasi perangkat pada sisi *client* dan *server*. *Throughput* dipengaruhi oleh lamanya durasi waktu dan jumlah data paket yang terkirim selama proses panggilan antar *client*.



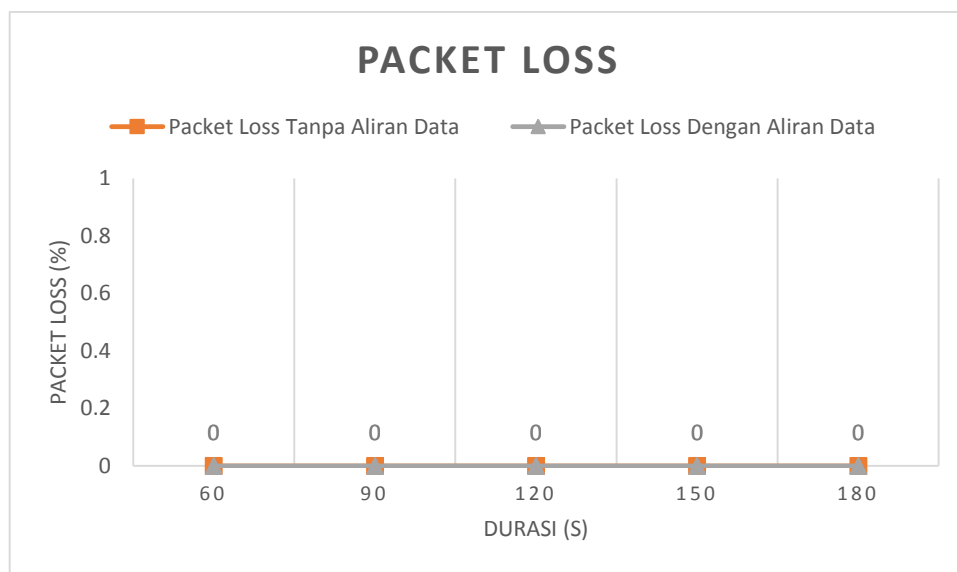
Gambar 8. Grafik Throughput

*Throughput* adalah sejumlah informasi yang berhasil di kirim oleh suatu jaringan selama interval waktu tertentu. *Throughput* merupakan *bandwidth* aktual yang terukur pada suatu waktu tertentu untuk kondisi tertentu. Dari hasil perhitungan didapat besar *throughput* untuk VoIP tanpa aliran data adalah 61,042 kbps sedangkan untuk besar *throughput* dengan aliran data adalah 61,081 kbps. Gambar 8 terlihat bahwa semakin lama durasi waktu maka *throughput* akan semakin naik.

### 5.1.4 Packet Loss

*Packet loss* didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket mencapai tujuan. *Packet loss* dapat disebabkan oleh sejumlah faktor, mencakup penurunan sinyal dalam media jaringan, melebihi batas saturasi jaringan, paket yang *corrupt* yang menolak untuk transit, kesalahan *hardware* jaringan.

Pengujian ini ntuk mengetahui berapa besar paket kirim yang ada di jaringan dan berapa besar paket yang diterima maka dalam hal ini akan diukur seberapa besar *packet loss* yang terjadi pada sistem yang kita bangun. Berikut ini adalah besarnya *packet loss* berdasarkan analisis data dari *wireshark* yang didapatkan saat pengiriman paket dari sumber ke tujuan.



Gambar 9. Grafik Packet Loss

*Packet loss* disebabkan beberapa kemungkinan terjadinya *overload* dalam jaringan, tabrakan atau kongesti dalam jaringan, atau *error* pada media fisik. Merujuk pada STD A-002-2004 VERSION 1.2 bahwa *packet loss* memenuhi standar adalah kurang dari 5%.

Karena selama pengiriman paket VoIP berlangsung *packet loss* yang dihasilkan sebesar 0% pengujian dengan aliran data maupun tanpa aliran data, yang berarti bahwa tidak ada paket data yang hilang saat diterima oleh tujuan. Sehingga dapat dikategorikan memenuhi standar atau baik karena masih dalam range nilai 0-5%.

## **BAB 6. RENCANA DAN TAHAPAN BERIKUTNYA**

Pada tahapan ini rencana tahapan selanjutnya adalah melaksanakan penelitian yang akan dilaksanakan mulai Agustus 2018 sampai Oktober 2018. Pelaksanaan penelitian di laksanakan di Laboratorium Komputer, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Muhammadiyah Gorontalo.

Tahapan berikutnya dalam proses kegiatan penelitian ialah menyusun artikel ilmiah untuk persiapan submit ke jurnal Nasional yang tidak terakreditasi yakni Jurnal Sistem Informasi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo, dan membuat poster serta profil hasil penelitian.

## **BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **7.1 Kesimpulan**

Berdasarkan landasan teori dan didukung oleh analisis data hasil uji instrumen penelitian, maka dapat di simpulkan sebagai berikut.

1. Hasil pengujian *delay* secara menggunakan aliran data maupun tanpa aliran data masih pada kategori dapat diterima untuk kebanyakan aplikasi pengguna, dimana diperlihatkan *delay* <150 ms.
2. Hasil pengujian jitter secara menggunakan aliran data maupun tanpa aliran data masih pada kategori dapat diterima, dimana diperlihatkan jitter  $\leq 75$  ms.
3. Hasil pengujian throughput, pengujian tanpa menggunakan aliran data memiliki nilai rata-rata 61,042 kbps dan pengujian menggunakan aliran data memiliki nilai rata-rata 61,081 kbps
4. Hasil pengujian packet loss secara menggunakan aliran data TCP maupun tanpa aliran data masih pada kategori baik, dimana diperlihatkan packet loss <5 %.
5. Implementasi jaringan VoIP dapat direalisasikan dengan menggunakan MANET dengan seluruh pengujian memenuhi standar yang ditetapkan sehingga layak untuk diimplementasikan pada jaringan MANET.
6. Hasil pengujian secara keseluruhan pengujian secara menggunakan aliran data dan pengujian secara tanpa aliran data didapatkan hasil yang relatif sama dengan demikian dapat disimpulkan jaringan VoIP yang telah dibangun cukup memuaskan.

### **7.2 Saran**

Saran-saran di bawah ini merupakan proses tindak lanjut dari penulis yang belum terealisasikan, adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya penambahan jumlah node dalam dalam jaringan MANET
2. Penggunaan spesifikasi Wireless lain yang mempunyai frekuensi lain.
3. Dapat dilakukan analisis interferensi antar sesama node jaringan MANET.

## DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, R. (2014). Rancang Bangun Jaringan Komputer Dengan Kabel Listrik Sebagai Media Transmisi Untuk Komunikasi Data. *Jurnal Informatika*, 1(2).
- Jabeen Q., Khan F., Jan M. A. (2016). Performance Improvement in Multihop Wireless Mobile Adhoc Network. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*. 6(4S), 82-92.
- Kumar, A., and Singla, A. K. (2011). Performance evaluation of MANET Routing Protocols on the basis of TCP traffic pattern. *International Journal of Information Technology Convergence and Services (IJITCS)*, 1(5).
- Masruroh, S. M., dkk (2014) Perbandingan QoS Routing Protocol OLSR GRP Menggunakan OPNET MODELER 14.5 Pada Mobile Adhoc Network. *Jurnal Teknik Informatika*, 7(2).
- Lord Sing, V., Simamora, S.N.M.P., Siregar, S. (2011). Evaluasi Performansi OLSR (Optimized Link State Routing) pada Mobile Ad-hoc Network. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 7(2),177-186. Fak. Ilmu Komputer, Universitas Pelita Harapan, ISSN: 1412-9523
- Pradipta, A., dkk (2012). Performance of Voice over Internet Protocol in Jenderal Soedirman University Local Network. *Jurnal Dinamika Rekayasa*, 8(2)
- Putra, I.G.N.S., Djuni, I. G. D., dan Sudiarta, P. K., (2016). Analisa Kinerja Manet (Mobile Ad Hoc Network) Pada Layanan Video Conference Dengan Resolusi Yang Berbeda. *E-Jurnal SPEKTRUM*, 3(2)
- Qustoniah, A. dan Siswanto, D (2012). Implementasi Teknologi VoIP pada Jaringan PABX di Lingkungan Universitas Widyagama Malang. *Jurnal Dinamika DotCom*. 6(1).
- Simamora, S.N.M.P. (2013). Dynamics System Modeling Approach in Node Mobility on Mobile Ad-hoc Network. The 1st Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering. 16 November 2013. Departement of Computer Engineering, Univ. Diponegoro. hal.35-39. ISSN: 2338-5154.
- Simamora, S.N.M.P., Juhana, T., Kuspriyanto, Ardianita, W. (2012). Analisis Sistem Waktu-Nyata pada Komunikasi Full-duplex untuk Jalur Komunikasi Data. Proceeding of Conference The Annual Discovery in ICT-M (ADICT). Politeknik TELKOM. Bandung. hal:103-108. ISSN:2302-1896.
- Simamora, S.N.M.P., Juhana, T., Kuspriyanto, Bagjarasa, N. R. (2013). Sistem Pemodelan Perpindahan Terminal-User secara Terpola untuk Mengukur Pola Perubahan Throughput pada Topologi MANET. Seminar Teknologi Informasi dan Sistem Informasi Fak. Teknologi Informasi, April 2013. Univ. Kristen Maranatha, Bandung hal.186-191. ISBN:978-602-98685-3-1

- Simamora, S.N.M.P., Juhana, T., Kuspriyanto, Fajarini, A. L. (2013). Pemodelan Graf Dalam Jalur Komunikasi Data Pada Mobile Ad-Hoc Network. Proceeding Of KNSI, 14–15 Februari 2013, hal.221-226 STMIK Bumi Gora, Mataram, Indonesia. ISBN: 978-602-17488-0-0.
- Simamora, S.N.M.P., Juhana, T., Kuspriyanto, Ruhyani, A. (2013). The Comparative Analysis of Data-streaming Services for Position Variable in Mobile Ad-hoc Network. Proceedings, SITIA (14th Seminar on Intelligent Technology and Its Applications) 2013. 16 Mei 2013. T.Elektro-ITS Surabaya, ISSN:2338-2023
- Simamora, S.N.M.P., Juhana, T., Kuspriyanto, Setiawan, N. (2012). IPv6 Addressing Technique based Dynamic Host Configuration Protocol in Mobile Ad-hoc Network. The 7th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA) 30-31 October 2012, STEI-ITB. Denpasar. Bali. hal:280-283 ISBN: 978-1-4673-4549-1.
- Simamora, S.N.M.P., Thalib, I., Sularsa, A. (2011). MANET As A Solution Network Implementation In The Provision Of Services In Regional Disaster Information. Proceeding Konferensi ICISBC (The 1st International Conference on Information Systems for Business Competitiveness). Graduate School of Information Systems, Univ. of Diponegoro, Semarang, hal:54-60. ISBN: 978-979-097-1981.
- Sopandi, M., Simamora, S.N.M.P., Sularsa, A.. (2010). Membangun Layanan Komunikasi VoIP dan Chat pada MANET (Mobile Ad-hoc Network) dengan menggunakan Protokol OLSR. Proceedings, SITIA2010 T.Elektro-ITS Surabaya. ISSN : 2087-331X.
- Taneja, S. & Bhalla, V. K. (2012). Analysis the Performance of MANET Protocols by Varying the Number of Connections. *International Journal of Mobile & Adhoc Network*, 2(2), 185-191.
- Tedyyana, A., (2016). Rancang Bangun Jaringan Wireless Di Politeknik Negeri Bengkalis Menggunakan MAC Filtering. Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi 2016. Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia. ISSN: 2085-4218
- Wahyu, A.P., (2017). Optimasi Jaringan Local Area Network Menggunakan VLAN dan VOIP. *Jurnal Informatika: jurnal Pengembangan IT*, 2(1).
- Zhang X. M., Zhang Y., Yan F., Vasilakos A.V. (2015). Interference-based Topology Control Algorithm for Delay-constrained Mobile Ad hoc Networks. *IEEE Transactions On Mobile Computing*.