

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Berikut ini merupakan informasi mengenai jurnal-jurnal yang penulis baca sebagai bahan referensi dan acuan dalam melaksanakan penelitian ini :

1. Dwiyatno, Saleh. Nugraheni, Meilia dengan mengangkat permasalahan untuk mengimplementasikan suatu bentuk komunikasi berbasis VoIP dengan menggunakan *raspberry pi* dan RasPBX sebagai penyedia layanan komunikasi. Dengan adanya penerapan komunikasi berbasis VoIP ini, diharapkan dapat memaksimalkan penggunaan jaringan internet dan juga dapat mempermudah antar guru dan staff dalam menyampaikan informasi di lingkungan sekolah melalui telepon genggam yang dimiliki[4].
2. Asriadi dengan mengangkat permasalahan solusi untuk infrastruktur murah pada daerah terpencil menggunakan kombinasi dari *wireless* VoIP dan *optimized link state routing protocol* yang membentuk jaringan *mesh Ad-Hoc* yang diimplementasikan pada *embedded device*. Hasil yang diinginkan dari penelitian ini adalah sebuah *framework* berbentuk *firmware* serta *prototype* yang dapat menyediakan akses telekomunikasi suara melalui *wireless* VoIP langsung pada ponsel pengguna tanpa bantuan operator selular serta dapat beroperasi secara mandiri tanpa adanya pasokan energi listrik dari infrastruktur yang sudah ada. Dari pengujian sistem berupa *benchmarking device*, terjadi peningkatan kinerja setelah memakai *firmware* hasil modifikasi sebesar 6,53% sampai 45,94%. Jarak terjauh pengguna dari *node* adalah 130 meter pada kondisi LOS dan 80 meter pada kondisi NLOS. Pada pengujian *multihop* didapatkan pengurangan *throughput* tertinggi pada hop pertama yaitu 470985 bps pada *server* dan 487587 bps pada *client*. Untuk *packet loss* tertinggi ada pada hop ke-4 sebesar 32,33% dan *jitter* sebesar 44,51%. Untuk pengujian dengan *node* bergerak didapatkan *throughput* tertinggi sebesar 808714 bps pada *server* dan 832307 bps pada *client*. *Packet loss* tertinggi sebesar 6,71% pada

kondisi 1 *node* dan 8,46 ms untuk *jitter* pada kondisi 2 *node*. Untuk pengujian kapasitas pengguna per *node* didapatkan rata-rata *throughput* sebesar 0.473 Mbit/s dengan kondisi 12 pasang berkomunikasi secara simultan[5].

3. Mulyana dengan mengangkat permasalahan perancangan jaringan *Ad-Hoc* yang dibentuk oleh *smartphone* dan laptop, pada jaringan *Ad-Hoc* setiap *node* tidak hanya berfungsi sebagai pengirim dan penerima informasi tetapi juga berfungsi sebagai pendukung jaringan seperti *router*. *Smartphone* dapat melakukan panggilan ke salah satu *smartphone*. Dalam percobaan yang dibuat, skenario panggilan antar *smartphone* tertentu dan dengan pengamatan jarak tertentu kemudian di monitor parameter kualitasnya oleh *server* yang menggunakan *raspberrypi*. Hasil yang diperoleh dalam proyek akhir ini adalah dengan uji coba *Ad-Hoc raspberrypi* yang berfungsi sebagai *server* VoIP dengan melakukan panggilan *indoor* dan *outdoor*, didapat hasil QoS, untuk parameter GSM rata-rata *delay voice indoor* (0.0162636 s), *voice outdoor* (0.0134519 s), rata-rata *packet loss voice indoor* maupun *outdoor* (0%), rata-rata *throughput voice indoor* (70116 kbps), *voice outdoor* (73754 kbps), rata-rata *voice jitter indoor* (0.05909 s), *voice jitter outdoor* (0.022350 s), lalu untuk parameter H264, rata-rata *packet loss video indoor* (0.0297866%), *outdoor* (0%), rata-rata *throughput video indoor* (810201 kbps), *video outdoor* (1079618 kbps), rata-rata *video jitter indoor* (0.010250 s), *video jitter outdoor* (0.008551 s), dengan demikian dari hasil QoS nya dapat disimpulkan bahwa VoIP bisa diterapkan pada MANET menggunakan *raspberrypi*[6].
4. Handayani, rini mengangkat permasalahan (*Voice Over Internet Protocol*) VoIP Pada Jaringan *Nirkabel* Berbasis *raspberrypi*. Komunikasi merupakan hal utama yang mendukung seluruh kegiatan yang ada dalam setiap kehidupan manusia. Begitu juga pada kegiatan Praktikum yang berlangsung di Fakultas Ilmu Terapan khususnya pada lantai 4 dan lantai 1 Fakultas Ilmu Terapan. Sebagai sarana bertukar informasi antara laboran,

dosen, dan asisten praktikum yang berada di lantai 4 dan koordinator laboran di lantai 1 maka komunikasi pun harus dengan mudah dilaksanakan. Keterbatasan dalam melakukan komunikasi yang diakibatkan oleh beberapa faktor kecil dapat menghambat kinerja proses belajar mengajar dan praktikum yang ada di lantai 4 dan lantai 1 Fakultas Ilmu Terapan. Kerapnya interaksi antar laboran, asisten praktikum, dan dosen pengampu mata kuliah saat berlangsungnya kegiatan praktikum sering sekali menghabiskan *resource* seperti kredit pulsa dan waktu koordinasi. Sebagai solusi *alternative* dari permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan teknologi komunikasi pada wilayah lokal dengan biaya rendah, yang dalam penggunaannya tidak memerlukan kredit pulsa untuk komunikasi, yaitu dengan membangun VoIP. *Voice over Internet Protocol* (juga disebut *VoIP*, *IP telephony*, *internet telephony* atau *digital phone*) adalah teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh melalui media internet. Data suara diubah menjadi kode digital dan dialirkan melalui jaringan yang mengirimkan paket-paket data[7].

5. Wijayanto dengan mengangkat permasalahan Infrastruktur komunikasi data *nirkabel* diperlukan agar perangkat bergerak *nirkabel* (*wireless mobile device*) dapat berkomunikasi satu dengan yang lain. Pada beberapa kondisi seperti pada pemulihan daerah bencana dan medan perang, di mana *infrastruktur* komunikasi data rusak atau tidak dapat dimanfaatkan, teknologi *mobile Ad-Hoc network* dapat digunakan untuk komunikasi data *alternative*. Salah satu sistem komunikasi adalah model pengiriman pesan dengan menggunakan aplikasi chat berbasis Python. Aplikasi chat digunakan pada setiap *node* dalam MANET untuk berkomunikasi dengan *node* MANET lain dengan menggunakan pesan berbasis teks. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil bahwa aplikasi chat dapat berjalan dengan optimal di *platform* Python pada MANET *Routing Protocol Babel*[8].

**Tabel 2. 1 Jurnal Penelitian Sebelumnya**

NO	Penelitian	Metode	Masalah	Hasil	Perbedaan
1	Layanan Komunikasi VoIP Menggunakan <i>Raspberry PI</i> Dan RasPBX Pada SMK AI-Insan Terpadu.	penelitian ini implementasi jaringan VoIP akan dilakukan di SMK AI-Insan Terpadu Cilegon, untuk memudahkan berkomunikasi dan merekam suara melalui telepon pintar yang dimiliki secara <i>offline</i> menggunakan jaringan lokal yang ada, dengan penambahan <i>raspberry pi</i> berbasis sistem operasi RasPBX	Belum dioptimalkannya penggunaan ke hal lain seperti membuat suatu layanan komunikasi dengan memanfaatkan jaringan komputer bersifat intranet yang ada untuk dijadikan komunikasi berbasis VoIP, baik untuk komunikasi antar ruang guru atau antar gedung tanpa perlu repot bertemu langsung atau mengeluarkan biaya bagi penggunaanya.	Komunikasi berbasis Teknologi VoIP dapat menekan pengeluaran pada masing-masing pemilik telepon genggam karena dilakukan dengan memanfaatkan jaringan komputer LAN yang ada di SMK AI-Insan Terpadu Cilegon	Pada penelitian ini menggunakan telepon <i>seluler</i> sebagai <i>client</i> dan menggunakan jaringan lan.
2	Implementasi <i>Wireless VoIP</i> dan <i>Optimized Link State Routing Protocol</i> Sebagai Sarana Komunikasi Pada Daerah Tertinggal Berbasis Framework <i>OpenVoice</i>	menggunakan Menggunakan perancangan jaringan <i>Ad-Hoc</i> yang dibentuk oleh <i>smartphone</i> dan laptop	Infrastruktur murah pada daerah terpencil menggunakan kombinasi dari <i>wireless VoIP</i> dan <i>optimized link state routing protocol</i> yang membentuk jaringan <i>mesh Ad-Hoc</i> yang diimplementasikan pada <i>embedded device</i> .	Hasil istem ini karena dapat memberikan kontribusi keilmiahan untuk sistem telekomunikasi <i>nirkabel</i> dengan teknologi VoIP pada daerah terpencil serta sebagai solusi terhadap permasalahan infrastruktur telekomunikasi di daerah terpencil dengan <i>design prototype</i> ini.	Pada penelitian ini menggunakan <i>protocol OSLR</i> . Dan menggunakan <i>smartphone</i> dan laptop sebagai alat komunikasi.

3	Perancangan Dan Analisis Jaringan VoIP Pada Mobile Ad-Hoc Network Menggunakan Raspberry PI Sebagai Server Design And Analisis VoIP On Mobile Ad-Hoc Network Using.	Menggunakan perancangan jaringan <i>Ad-Hoc</i> yang dibentuk oleh <i>smartphone</i> dan laptop.	Sistem komunikasi selama ini lebih banyak bersifat tetap atau <i>fixed</i> yang penggelarannya membutuhkan waktu cukup lama dan di saat terjadi bencana seluruh sistem komunikasi yang tergelar lumpuh atau mati mengakibatkan kesulitan dalam koordinasi antar lembaga untuk penyaluran bantuan.	Hasil yang diperoleh dalam proyek akhir ini adalah dengan uji coba <i>Ad-Hoc raspberry pi</i> yang berfungsi sebagai <i>server VoIP</i> dengan melakukan panggilan <i>indoor</i> dan <i>outdoor</i> .	Pada penelitian ini dilakukan dengan <i>routing protocol</i> OLSR dan menggunakan alat <i>smartphone</i> dan laptop sebagai alat komunikasi.
4	<i>Voice Over Internet Protocol (VoIP)</i> Pada Jaringan <i>Nirkabel</i> Berbasis <i>Raspberry Pi</i> .	Dalam membangun sistem ini dimulai dengan menentukan spesifikasi kebutuhan perangkat yang akan digunakan baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Jaringan intranet yang telah dibangun pada Fakultas Ilmu Terapan dapat dimanfaatkan dalam pembangunan ini.	Sebagai sarana bertukar informasi antara laboran, dosen, dan asisten praktikum yang berada di lantai 4 dan koordinator laboran di lantai 1 maka komunikasi pun harus dengan mudah dilaksanakan. Keterbatasan dalam melakukan komunikasi yang diakibatkan oleh beberapa faktor kecil dapat menghambat kinerja proses belajar mengajar dan praktikum yang ada di lantai 4 dan lantai 1 Fakultas Ilmu Terapan.	Menerapkan teknologi komunikasi pada wilayah lokal dengan biaya rendah, yang dalam penggunaannya tidak memerlukan kredit pulsa untuk komunikasi, yaitu dengan membangun VoIP.	Pada penelitian ini menggunakan <i>smartphone</i> dan Tidak menggunakan <i>routing protocol</i>

5	<p>Penerapan Aplikasi Chat berbasis Python pada MANET (<i>Mobile Ad-Hoc Network</i>) Menggunakan <i>Routing Protocol</i> Babel.</p>	<p>Pengujian aplikasi chat berbasis Python pada MANET dengan <i>routing protocol</i> Babel ini dengan menempatkan 4 <i>node</i> secara <i>multihop</i>.</p>	<p>Infrastruktur komunikasi data <i>nirkabel</i> diperlukan agar perangkat <i>nirkabel</i> (<i>wireless mobile device</i>) dapat berkomunikasi satu dengan yang lain. Pada beberapa kondisi seperti pada pemulihan daerah bencana dan medan perang, di mana infrastruktur komunikasi data rusak atau tidak dapat dimanfaatkan.</p>	<p>Dari segi <i>routing protocol</i> Babel dapat berjalan dengan baik, hal ini dibuktikan ketika ada <i>node</i> yang rusak <i>babel</i> dengan cepat membentuk <i>route</i> baru. Sesuai dengan karakteristik MANET yang memiliki topologi yang <i>dinamis</i>, juga menyebabkan jarak poin koneksi yang jauh dan memerlukan <i>node</i> lain untuk berkomunikasi atau <i>multihop</i> memungkinkan pengiriman aplikasi Chat terhambat.</p>	<p>Pada penelitian ini menggunakan media chat dan menggunakan <i>routing protocol</i> Babel.</p>
---	---	---	--	--	--

## 2.2. Landasan Teori

### 2.2.1. Raspberry Pi

*Raspberry Pi* yaitu sebuah komputer kecil yang memiliki ukuran seperti kartu ATM, yang dapat dihubungkan ke televisi atau layar komputer dan *keyboard*. Perangkat ini disebut komputer kecil yang mumpuni. Alat ini dapat digunakan untuk proyek elektronik, serta dapat pula melakukan banyak hal layaknya PC *desktop* atau komputer. Sebagai komputer *desktop mini*, *file server*, *download server*, *access point*, *server DNS*, *multimedia player*.

Pada *raspberry pi 4* terdapat peningkatan yang cukup signifikan di sektor *bluetooth* dan *ethernet*. Pada *raspberry pi 4* sudah menggunakan teknologi *bluetooth* terbaru yaitu *bluetooth 5.0* yang diklaim lebih baik dari

*bluetooth* 4.2 yang digunakan oleh *raspberry pi* 3B+. *Bluetooth* 5.0 mengalami peningkatan di segi kecepatan *transfer* data yaitu mencapai 2 Mbps (*Bluetooth* 4.2 - 1 Mbps), jarak transmisi data lebih jauh hingga 200 meter LoS (*Bluetooth* 4.2 - 50 meter LoS), serta dioptimalkan untuk aplikasi IoT.

*Bluetooth* 5.0 mengalami peningkatan di segi kecepatan *transfer* data yaitu mencapai 2 Mbps (*Bluetooth* 4.2 - 1 Mbps), jarak transmisi data lebih jauh hingga 200 meter LoS (*Bluetooth* 4.2 - 50 meter LoS), serta dioptimalkan untuk aplikasi IoT. Kemudian pada bagian *ethernet*, baik *raspberry pi* 3B+ maupun *raspberry pi* 4 memang sama-sama menggunakan *Gigabit ethernet*[4].

### **2.2.2. Secure Optimized Link State Routing (SOLSR)**

*Secure Optimized Link State Routing* atau SOLSR merupakan *protocol routing* yang diusulkan oleh Andreas Hafslund, Andreas Tonnesen, Roar Bjorgum Rotvik, Jon Andersson dan Oivind Kure yang berdasar pada protokol OLSR dengan tambahan mekanisme keamanan di dalamnya.

OLSR sendiri merupakan pengembangan dari protokol *routing* sebelumnya, yaitu *link state routing* atau biasa disingkat LSR, dengan penambahan mekanisme *Multipoint Relays* (MPR) untuk proses *packet forwarding*. Adanya mekanisme MPR pada OLSR membuat paket-paket OLSR yang diterima tidak akan langsung diteruskan, akan tetapi hanya *node-node* yang terpilih menjadi MPR saja yang berhak untuk meneruskan *packet control* yang diterima.

Secara umum konsep dari *Secure OLSR* (SOLSR) ini memanfaatkan sistem *plugin* yang ada pada OLSR, sehingga pengembang tidak perlu melakukan perubahan pada kode dasar protokol OLSR itu sendiri. Terdapat 2 mekanisme keamanan pada *Secure OLSR*, yaitu mekanisme (*signature message*) untuk membuktikan keaslian paket yang

diterima, dan mekanisme pertukaran (*timestamp*) untuk mengetahui kesegaran dari paket OLSR[9].

### **2.2.3. User Datagram Protocol (UDP)**

UDP yaitu merupakan salah satu sebuah protokol utama di bawah IP, yaitu *transport* protokol yang sangat sederhana dibandingkan dengan TCP. UDP digunakan dalam situasi yang tidak mementingkan dalam sebuah mekanisme reliabilitas. UDP sendiri mempunyai 4 *field* seperti *source port*, *destination port*, *length*, *checksum*. Dan pada sebuah *checksum* bersifat opsional.

Fungsi dari UDP pada sebuah VoIP itu sendiri digunakan untuk mengirimkan sebuah *audio stream* yang dikirimkan secara terus menerus. Dikarenakan mekanisme UDP pada VoIP lebih mementingkan kecepatan sebuah data agar tiba pada tujuan tanpa memperhatikan adanya paket yang hilang (*packet loss*).

UDP mampu mengirimkan sebuah data *streaming* dengan cepat, dalam teknologi VoIP, UDP merupakan sebuah protokol yang cukup penting yang digunakan sebagai sebuah *header* pada suatu pengiriman data[4].

### **2.2.4. Voice over Internet Protocol (VoIP)**

*Voice over Internet Protocol* atau yang disebut dengan *IP Telephony*, *Internet telephony* atau *Digital Phone*. Yaitu teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh melalui media internet, definisi VoIP yang berdasarkan suara yang dikirim melalui protokol internet.

VoIP mempunyai bentuk sederhana yaitu 2 buah komputer yang saling terhubung dengan internet. Untuk memenuhi syarat dari VoIP, komputer harus terhubung dengan jaringan internet yang mempunyai kartu suara yang sudah terhubung dengan alat *speaker* atau *microfone*. Bentuk hubungan bisa berbentuk *file*, suara, gambar.



Dan juga ada beberapa kelebihan dan kekurangan dari VoIP sebagai berikut:

Kelebihan VoIP:

1. Penekanan utama dari VoIP adalah biaya.
2. Memanfaatkan infrastruktur jaringan data yang sudah ada untuk suara.
3. Penggunaan *Bandwidth* yang lebih kecil dari pada telepon biasa.
4. Memungkinkan digabung dengan jaringan telepon lokal yang sudah ada.
5. Berbagai bentuk jaringan VoIP bisa digabungkan menjadi jaringan yang besar.
6. Variasi penggunaan peralatan yang ada, misal dari PC sambung ke telepon biasa, *IP phone handset*

Kekurangan VoIP:

1. Efek dari kompresi suara dengan *Bandwidth* kecil akan menghasilkan penurunan kualitas suara dibandingkan jaringan PSTN konvensional.
  2. Proses perubahan data menjadi suara, jeda jaringan, membuat adanya jeda dalam komunikasi dengan menggunakan VoIP.
  3. Regulasi dari pemerintah RI membatasi penggunaan untuk disambung ke jaringan milik Telkom.
  4. Jika belum terhubung secara 24 jam ke internet perlu janji untuk saling berhubungan.
  5. Jika memakai internet dan komputer di belakang NAT (*Network Address Translation*) proses untuk memodifikasi sumber atau alamat tujuan dalam *header IP* dari sebuah paket saat paket sedang dalam transit, maka dibutuhkan konfigurasi khusus untuk membuat VoIP tersebut berjalan.
  6. Tidak pernah ada jaminan kualitas jika VoIP melewati internet.
- Peralatan VoIP yang menghubungkan antara VoIP dengan PABX (*IP telephony gateway*) relatif berharga mahal.
7. Peralatan VoIP yang menghubungkan antara VoIP dengan PABX (*IP telephony gateway*) relatif berharga mahal.
  8. Berpotensi menyebabkan jaringan terhambat/Stuck.

9. Penggabungan jaringan tanpa dikoordinasi dengan baik akan menimbulkan kekacauan dalam sistem penomoran[4].

#### 2.2.5. *Mobile Ad-Hoc Network (MANET)*

MANET atau yang sering disebut *mesh* kumpulan dari *mobile node* yang sudah terdesentralisasi, yaitu proses penukaran informasi melalui media *transmisi nirkabel* atau *wireless*. MANET memiliki lingkungan jaringan *routable* di atas *link layer* jaringan *Ad-Hoc*, topologi jaringan MANET topologi yang tidak terstruktur. Di mana tiap *node* bisa masuk dan keluar dari jaringan.

Sebuah MANET memiliki kesamaan dengan *wireless mesh network (WMN)*, sebuah konsep teknologi komunikasi antar *node* namun menitik beratkan pada sebuah aspek yang berbeda. MANET memiliki sebuah latar belakang akademis dan memusatkan pada sebuah perangkat pengguna, mobilitas, dan *Ad-Hoc*, sedangkan (WMN) memiliki sebuah latar belakang bisnis dan memusatkan pada sebuah perangkat *statis* biasanya infrastruktur, kehandalan dan kapasitas pada jaringan.

MANET adalah suatu jenis jaringan di mana setiap *node* tidak hanya mengirim atau menerima data saja, tetapi juga berfungsi sebagai *relay* untuk *node* lainnya, dengan kata lain setiap *node* bekerja sama untuk membangun dan mengirimkan data di jaringan.

MANET juga bisa terjadi dengan 2 kemungkinan, yang pertama adalah *full connected* dan yang kedua adalah *partial connected*. *Full connected* adalah di mana semua *node* pada MANET saling terhubung satu sama lain secara langsung. Pada kemungkinan ini koneksi yang terjadi pada sebuah *node* bisa dihitung dengan rumus  $n-1$ , di mana  $n$  adalah jumlah seluruh *node*. *partial connected* adalah di mana semua *node* pada MANET saling terhubung satu sama lain tetapi ada 1 *node* untuk menjadi sebuah perantara dalam komunikasi[8].

### **2.2.6. Asterisk**

*Asterisk* adalah *framework* yang bersifat *open-source* yang digunakan untuk membangun sebuah jaringan komunikasi. *Asterisk* mencakup banyak fitur yang tersedia dalam sistem PBX seperti *voice mail*, *teleconference*, VoIP, dan distribusi panggilan otomatis.

*Asterisk* mendukung berbagai fitur multimedia seperti *Voice over IP protocol*, dengan menggunakan protokol *Session Initiation Protocol (SIP)*, *Media Gateway Control Protocol (MGCP)*, dan H.323. *Asterisk* dapat berperan baik sebagai registrasi atau sebagai *gateway* antara VoIP dan PSTN. Ukuran yang kecil dari aplikasi ini memungkinkan aplikasi ini berjalan pada *embeded system*, seperti *open voice* dan menjadikan *router* biasa menjadi sebuah VoIP *server*.

Pada penelitian, ini penulis menggunakan VoIP *server Asterisk* dengan versi 1.8.10.1. Alasan penulis memilih *Asterisk* sebagai VoIP *server* adalah bahwa *Asterisk* yang sudah banyak dibuktikan handal dan stabil dalam melakukan tugasnya. Konfigurasi yang sederhana dan sifatnya yang *open source* juga menjadi pilihan utama penulis[5].

### **2.2.7. Twinkle**

*Twinkle* adalah aplikasi gratis dan sumber terbuka untuk komunikasi suara melalui *Voice Over IP protocol (VoIP)*. Ini dirancang untuk sistem operasi Linux dan menggunakan *toolkit Qt* untuk antarmuka pengguna grafisnya. Untuk sinyal panggilan itu menggunakan *Session Initiation Protocol (SIP)*.

Iya juga memiliki fitur panggilan IP-ke-IP langsung. Aliran media ditransmisikan melalui *Real-time Transport Protocol (RTP)*, yang dapat dienkrpsi dengan *Secure Real-time Transport Protocol (SRTP)*, dan protokol keamanan (ZRTP).

Fitur yang dimiliki oleh *twinkle* cukup lengkap yaitu *client SIP*, pesan instan dengan lampiran *file* ke *softphones SIP*, lain dengan dukungan

untuk SIMPLE (versi teks SIP). Daftar teman dengan status *online* (jika kontak mendukung status *online*), aplikasi *twinkle* ini juga mendukung ZRTP untuk panggilan aman ke orang lain yang mampu mendukung protokol ini. Artinya, dalam praktiknya, tidak ada. Meskipun ZRTP adalah teknologi hebat, ZRTP tidak didukung oleh perangkat keras apa pun[10].

### 2.2.8. Packet Loss

Suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Dapat terjadi karena (*collision*) ketika paket data bertabrakan dalam waktu yang bersamaan dan (*congestion*) kemacetan dalam suatu jaringan, dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan. Meskipun jumlah *bandwidth* cukup tersedia untuk aplikasi. Kehilangan paket sangat erat kaitannya dengan pertimbangan kualitas sebuah layanan, jumlah *packet loss* yang di terima bergantung dengan jenis data yang kirim, kehilangan data antara 5% sampai dengan 10% dari total paket yang diterima akan mempengaruhi kualitas secara signifikan. Ada 3 faktor penyebab terjadi *packet loss* yaitu kesalahan pada *bit* yang disebabkan oleh *noise* atau kesalahan peralatan, terjadinya *delay* yang disebabkan oleh kepadatan aliran trafik pada jaringan sehingga dapat mempengaruhi *jitter* sehingga akan menyebabkan *buffer* akibat antrian pada paket, *rerouting* paket untuk menghindari kemacetan dalam suatu jaringan[11].

$$\text{Packet loss} = \frac{\text{paket data dikirim} - \text{paket data diterima}}{\text{paket data yang dikirim}} \times 100 \dots(1)$$

### 2.2.9. Jitter

*Jitter* disebut juga dengan variasi *delay*, berhubungan erat dengan *latency*, yang menunjukkan banyaknya variasi *delay* pada transmisi data di jaringan. Variasi *delay* juga disebut tumbukan antar paket atau beban trafik pada jaringan. *Delay* antrian pada *router* dan *switch* dapat menyebabkan *jitter* tinggi, yang akan menghasilkan suara berombak atau gangguan

sementara. Perangkat VoIP menerapkan algoritma *buffering jitter* untuk mengkompensasi paket yang tiba pada variasi waktu yang tinggi, bahkan bisa mengakibatkan turun ketika mereka tiba dengan penundaan yang berlebihan. Definisi *jitter* sendiri dapat diartikan dengan variasi waktu kedatangan suatu paket data, data yang dikirim dalam waktu yang bersamaan, namun kedatangan paket tersebut bisa jadi tidak bersama-sama

jeda waktu inilah yang di namakan suatu *jitter*[11].

$$Jitter = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket yang diterima}} \dots\dots\dots$$

(2)

**2.2.10. Delay**

*Delay* adalah sebuah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama. *Delay* juga dapat disebut sebagian waktu pelaksanaan yang tidak dapat dimanfaatkan sesuai perencanaan, sehingga menyebabkan beberapa rencana atau kegiatan menjadi tertunda atau tidak dapat diselesaikan tepat waktu, sesuai dengan rencana yang sudah di rencanakan. Hal ini mungkin dalam sebuah perjalanan seringnya menjumpai lampu merah, maka perjalanan akan tertunda dari target yang diinginkan. Dalam jaringan internet sering terjadi *delay* pada saat media transmisi mengalami ketidakstabilan pada jaringan

[11].

$$\text{rata - rata delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{total paket yang diterima}} \dots\dots\dots (3)$$

**2.2.11. Throughput**

*Throughput* yaitu kecepatan rata-rata data yang diterima oleh suatu *node* dalam selang waktu pengamatan tertentu. *Throughput* merupakan kecepatan (*rate*) *transfer* data efektif, yang diukur dalam bps. *Throughput* juga merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu, dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. *Throughput* sebenarnya juga disebut sebuah *bandwith* asli.

*Bandwith* suatu nilai konsumsi *transfer* data yang dihitung dalam *bit/detik* atau biasanya disebut dengan *bit per second* (bps), antara *server* dan *client* dalam waktu yang tertentu. Atau definisi *bandwith* yaitu luas atau suatu lebar cakupan frekuensi yang dipakai oleh sinyal dalam medium transmisi. Jadi dapat disimpulkan *bandwith* adalah kapasitas maksimum dari suatu jalur komunikasi yang dipakai untuk *transfer* sebuah data dalam hitungan detik. Jadi berkaitan *throughput* dan *bandwith*, *bandwith* itu sendiri adalah kecepatan maksimum, sedangkan *throughput* itu sendiri adalah kecepatan sebenarnya pada saat terjadinya *transfer* data[11].

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}} \dots(4)$$

$$\text{Persentase Throughput} = \frac{\text{total throughput}}{\text{jumlah bandwidth}} \times 100\% \dots(5)$$

### 2.2.12. Iperf

*Iperf* adalah salah satu *tool* untuk mengukur *troughput bandwidth* dalam sebuah *link network*, agar bisa dilakukan pengukuran diperlukan *Iperf* yang terinstall *point to point*, baik di sisi *server* maupun *client*. *Iperf* sendiri bisa digunakan untuk mengukur performance *link* dari sisi TCP maupun UDP. Di ubuntu bisa menggunakan perintah *apt-get install iperf*, di FreeBSD bisa menggunakan perintah *pkg\_add iperf*. Untuk ujicoba pastikan bahwa komputer tujuan sudah terinstall dengan baik *iperf* dan *client tests*. Syntax yang dapat digunakan dalam ubuntu menggunakan *iperf tests*. -b menunjukkan data format, -r menunjukan *bi-directional bandwidth*, -d *simultaneous bi-directional bandwidth*, -w menunjukan TCP *windows size*, -p, -t, -I menunjukan *port*, *timing* dan interval, -u, -b menunjukan UDP *tests* dan *bandwith settings*, -m menunjukan *segment size display*, -M menunjukan *maximum segment size settings*, -P untuk *parallel tests*, dan -h yaitu *help*[12].

### 2.2.13. *Quality Of Service (QoS)*

Merupakan efek kolektif dan kinerja layanan yang menentukan derajat kepuasan seorang pengguna terhadap suatu layanan. Terdapat beberapa faktor yang dapat menurunkan nilai QoS, seperti: *Redaman*, *Distorsi*, dan *Noise*. *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)* mengelompokkan kualitas QoS menjadi empat kategori berdasarkan nilai parameter-parameter QoS

Mekanisme QoS untuk memesan paket dan mengalokasi sebuah *bandwith* yaitu antrian dan manajemen sebuah *bandwith* itu sendiri, dan sebelum diterapkan QoS pada sebuah komunikasi VoIP, lalu lintas harus dibedakan terlebih dahulu menggunakan sebuah alat klasifikasi.

Mekanisme sebuah antrian memungkinkan sebuah paket dalam arus lalu lintas disimpan dalam sebuah jaringan yang siap untuk memprosesnya. Hal ini memastikan aktifitas yang paling penting dalam sebuah jaringan agar tidak kekurangan *bandwith* oleh aktifitas dengan prioritas yang cukup rendah[13].

