

## **ANALISA PERANCANGAN SERVER VOIP (VOICE INTERNET PROTOCOL) DENGAN OPENSOURCE ASTERISK DAN VPN (VIRTUAL PRIVATE NETWORK) SEBAGAI PENGAMAN JARINGAN ANTAR CLIENT**

**Yetti Yuniati<sup>1</sup>, Helmy Fitriawan<sup>2</sup>, Domiko Fahdi Jaya Patih<sup>3</sup>**  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung  
email : yetti.yuniati@eng.unila.ac.id

### **ABSTRAK**

*Voice over Internet Protocol (VoIP)* merupakan teknologi yang memanfaatkan *Internet Protocol* untuk menyediakan komunikasi *voice* secara elektronik dan *real-time*. Teknologi VoIP merupakan teknologi telekomunikasi masa kini, dimana biaya yang dikeluarkan untuk infrastruktur teknologi ini jauh lebih murah dibanding teknologi telekomunikasi yang umumnya digunakan masyarakat saat ini. Unsur pembentuk VoIP adalah *User agent, Proxy, Protocol* dan *Coder-Decoder (CODEC)*. *Asterisk* merupakan *softswicth* untuk mengoperasikan *proxy*, yang berbasis *session initiation protocol (SIP)*. Sistem operasi Ubuntu 10.10 sebagai *server VoIP* cukup fleksibel untuk mendukung kinerja paket *Asterisk*. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun *server VoIP* berbasis *Asterisk*, agar dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya sesuai dengan kebutuhan. Metodologi penelitian yang dilakukan, secara garis besar terdiri dari dua alur, yaitu studi literatur dan percobaan. Penelitian ini dilakukan pada instalasi yang sudah dibangun jaringan *internet* sebelumnya. Sehingga VoIP disini difungsikan sebagai pemaksimalan jaringan *internet* yang sudah ada tersebut untuk menekan biaya pengeluaran kebutuhan komunikasi. Layanan yang disediakan pada penelitian ini berbentuk *voice* dan *video* dengan layanan *call client to server, call client to client, video call conference, video conference*.

**Kata kunci :** *Voice over Internet Protocol (VoIP), Asterisk, Session Initiation Protocol (SIP), Ubuntu 10.10*

### **ABSTRACT**

*Voice over Internet Protocol (VoIP)* is a technology that utilizes the *Internet Protocol* to provide *voice communication by electronic and real-time*. *VoIP technology* is a today *telecommunication technology*, where the costs of the technology infrastructure is much cheaper than the *telecommunications technology* that is commonly used today. *Forming elements* are *VoIP User Agent, Proxy, Protocol* and *Coder-Decoder (CODEC)*. *Asterisk* is a *softswicth* to operate a *proxy*, which is based on *session initiation protocol (SIP)*. *10.10 Ubuntu operating system* as a *VoIP server* is flexible to support a package of performance *Asterisk*. The goal of this research is to build *Asterisk-based VoIP server*, that can be developed in further research as needed. The methodology of research conducted, is divided by two, the study of literature and experimental. The research was conducted at the installation that has been built before the *Internet network*. *VoIP* so here functioned as maximizing existing *internet network* is to reduce expenses communication needs. Services provided in this study form with *voice and video call services client to server, client to client call, video call conferencing, video conferencing*

**Keywords:** *Voice over Internet Protocol (VoIP), Asterisk, Session Initiation Protocol (SIP), Ubuntu 10.10*

### **PENDAHULUAN**

Seiring pesatnya perkembangan jumlah komputer yang saling terhubung dengan lainnya dan yang biasa disebut dengan jaringan komputer, maka munculah teknologi-teknologi baru, yaitu teknologi yang saling menghubungkan komputer di dunia, yang memungkinkan untuk dapat saling bertukar

informasi dan data, bahkan dapat saling berkomunikasi dan bertukar informasi berupa gambar atau *video*. Perkembangan jaringan komputer yang semakin pesat memungkinkan untuk melewati trafik suara melalui jaringan komputer atau biasa yang disebut VoIP (*Voice Over Internet Protocol*). *Voice Internet Protocol 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, dan bukan lewat sirkuit *analog* telepon biasa. Definisi VoIP adalah suara yang dikirim melalui protokol *internet* (IP). Saat ini terdapat 2 teknologi utama *internet telephony*, yaitu teknologi H.323 dan *Session Initiation Protocol* (SIP), keduanya sering digunakan<sup>1</sup>. Penggunaan jaringan IP memungkinkan penekanan biaya.

Dikarenakan tidak perlu membangun sebuah infrastruktur baru untuk komunikasi suara dan penggunaan lebar data (*bandwidth*) yang lebih kecil dibandingkan telepon biasa. Penggunaan teknologi VoIP yang lebih efisien akan semakin dipermudah karena dapat digabungkan dengan jaringan telepon lokal yang sudah ada. Setiap individu dapat membangun dan mengembangkan infrastrukturnya secara mandiri, dikarenakan penggunaan sistem operasi berbasis *linux / open source Asterisk* yang memang dikhususkan untuk menangani VoIP.

Penggunaan teknologi VoIP sangat menguntungkan bagi penggunanya. Namun, penggunaan komunikasi yang murah dari sisi keamanan kurang begitu di perhatikan. Oleh karena itu keamanan ketika melakukan komunikasi suara merupakan sesuatu yang sangat penting, Karena menyangkut privasi penggunanya. Penggunaan VPN (*Virtual Private Network*) merupakan salah satu alternatif melewati komunikasi suara, yang bersifat *private* atau aman, karena penggunaan koneksi yang telah terenkripsi serta penggunaan *private keys*, *certificate*, *username* atau *password* untuk melakukan autentikasi dalam membangun koneksi.

## 1.1 TINJAUAN PUSTAKA

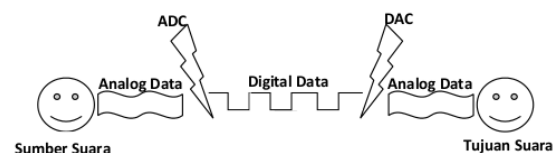
### A. VoIP (Voice over Internet Protocol)

VoIP (Voice over Internet Protocol) adalah teknologi yang mampu melewati trafik suara, video dan data yang berbentuk paket secara real-time dengan jaringan Internet Protocol. VoIP ini dapat

memanfaatkan infrastruktur internet yang sudah ada untuk berkomunikasi seperti layaknya menggunakan telepon biasa dan tidak dikenakan biaya telepon biasa untuk berkomunikasi dengan pengguna VoIP lainnya dimana saja dan kapan saja. Teknik dasar Voice over Internet Protokol atau yang biasa dikenal dengan sebutan VoIP adalah teknologi yang memungkinkan kemampuan melakukan percakapan telepon dengan menggunakan jalur komunikasi data pada suatu jaringan (*networking*). Sehingga teknologi ini memungkinkan komunikasi suara menggunakan jaringan berbasis IP (*internet protokol*) untuk dijalankan diatas infrastruktur jaringan *packet network*. Jaringan yang digunakan data, dikirimkan dan dipulihkan kembali dalam bentuk *voice* dipenerima. *Voice* diubah dulu kedalam format digital karena lebih mudah dikendalikan dalam hal ini dapat dikompresi, dan dapat diubah keformat yang lebih baik dan data digital lebih tahan terhadap noise daripada analog.

### B. Sistem Kerja VoIP

Pengiriman sebuah sinyal ke *remote destination* dapat dilakukan secara digital, yaitu sebelum dikirim data yang berupa sinyal *analog*, diubah dulu ke bentuk data digital dengan ADC (*analog to digital converter*), kemudian ditransmisikan, dan dipenerima dipulihkan kembali menjadi data *analog* dengan DAC (*digital to analog converter*). Begitu juga dengan VoIP, digitalisasi *voice* dala bentuk *packet* data, dikirimkan dan dipulihkan kembali dalam bentuk *voice* dipenerima. *Voice* diubah dulu kedalam format digital karena lebih mudah dikendalikan dalam hal ini dapat dikompresi, dan dapat diubah keformat yang lebih baik dan data digital lebih tahan terhadap noise daripada analog.



Gambar 1. Cara kerja VoIP<sup>2</sup>

### C. Protokol-Protokol Penunjang VoIP

Protokol-protokol yang menunjang terjadinya komunikasi VoIP adalah:

- **TCP (*Transmission Control Protocol*)**  
TCP merupakan protokol yang *connection-oriented* yang artinya menjaga reliabilitas hubungan komunikasi *end-to-end*. Konsep dasar cara kerja TCP adalah mengirim dan menerima *segment-segment* informasi dengan panjang data bervariasi pada suatu datagram *internet*. TCP menjamin *reliabilitas* hubungan komunikasi karena melakukan perbaikan terhadap data yang rusak, hilang atau kesalahan kirim.
- **UDP (*User Datagram Protocol*)**  
UDP merupakan salah satu protokol utama di atas IP dan merupakan *transport protocol* yang lebih sederhana dibandingkan dengan TCP. UDP digunakan untuk situasi yang tidak mementingkan mekanisme *reliabilitas*. Artinya pada protokol UDP ini komunikasi akan tetap berlangsung tanpa memperdulikan koneksi antara sumber dan tujuan.
- **IP (*Internet Protocol*)**  
*Internet Protocol* adalah protokol lapisan jaringan (network layer dalam OSI Reference Model) atau protokol lapisan internet work (internetwork layer dalam DARPA Reference Model) yang digunakan oleh protokol TCP/IP untuk melakukan pengalamatan dan routing paket data antar host-host di jaringan komputer berbasis TCP/IP.

Secara umum, terdapat dua teknologi yang digunakan untuk VoIP, yaitu H.323 dan SIP. H323 merupakan teknologi yang dikembangkan oleh ITU (International Telecommunication Union). SIP (Session Initiation Protocol) merupakan teknologi yang dikembangkan IETF (Internet Engineering Task Force).

#### H.323

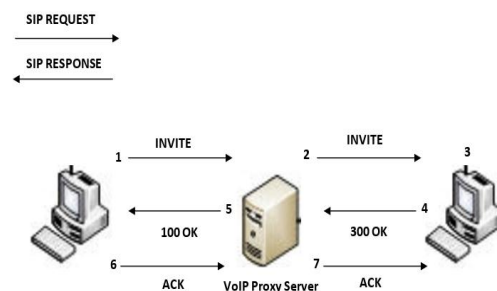
- a. H.323  
H.323 adalah salah satu dari rekomendasi ITU-T (International Telecommunications Union –

Telecommunications). H.323 merupakan standar yang menentukan komponen, protokol, dan prosedur yang menyediakan layanan komunikasi multimedia. Layanan tersebut adalah komunikasi audio, video, dan data real-time, melalui jaringan berbasis paket (packet-based network).

- b. **SIP (*Session Initiation Protocol*)**  
SIP adalah suatu signalling protocol pada layer aplikasi yang berfungsi untuk membangun, memodifikasi, dan mengakhiri suatu sesi multimedia yang melibatkan satu atau beberapa pengguna<sup>3</sup>. Sesi multimedia adalah pertukaran data antar pengguna yang bisa meliputi suara, video, dan text. SIP tidak menyediakan layanan secara langsung, tetapi menyediakan pondasi yang dapat digunakan oleh protokol aplikasi lainnya untuk memberikan layanan yang lengkap bagi pengguna, misalnya dengan RTP (Real Time Transport Protocol) untuk transfer data secara real-time.
- **SIP Server**  
Seperti layaknya HTTP, SIP merupakan client-server protocol yang menggunakan model transaksi request dan response.

### D. Sistem Panggilan dalam VoIP

Sistem panggilan dalam VoIP dapat diuraikan seperti pada Gambar 2. Pada Gambar 2.2 tersebut dapat kita lihat gambaran sederhana dari SIP request seperti INVITE, ACK, SIP response seperti 100 INVITE dan 300 OK.



Gambar 2. Contoh sebuah SIP sederhana<sup>4</sup>  
Secara umum langkah demi langkah standar interaksi *internet telephony* adalah sebagai berikut:

1. Pemanggil akan mengirimkan sinyal INVITE ke *proxy server*
2. *Proxy server* akan meneruskan *message* INVITE ke tujuan
3. Bell akan berbunyi dikomputer tujuan.
4. Jika tujuan ternyata bersedia menerima, maka tujuan akan mengirimkan *message* OK ke *proxy server*
5. *Proxy server* akan meneruskan *message* OK ke pemanggil
6. Telepon pemanggil akan memberikan *message acknowledge* (ACK) ke *proxy server*
7. *Proxy server* akan meneruskannya kemesin tujuan yang benar
8. Setelah proses pembentukan sambungan ini terbentuk, hubungan komunikasi suara akan terjadi.

Tabel 1. Perbandingan protocol H.323 dan SIP<sup>5</sup>

Kriteria	H.323	SIP
Kompeksitas	Sangat kompleks	Sederhana
Jumlah transfer pesan sinyal	Banyak	Sedikit
Debugging	Harus menambah tools jika protokol diperluas	Tools sederhana
Perluasan	Bisa diperluas	Mudah diperluas
Perluasan oleh user	ASN.1 -- Rumit	Teks -- Mudah
Elemen yang harus diperhatikan statenya	Client, GK, MCU, GW, UA, Proxy	-
Pemakaian prosesor	Overhead besar	Overhead kecil
Feature telefoni	Kuat	Kuat
Aplikasi di host	Rumit	Sederhana
Ukuran kode	Besar	Kecil
Pemakaian memori dinamis	Besar	Kecil hingga sedang

### E. Operating System Linux

Linux (diucapkan 'lɪnəks atau /'lɪnəks/) adalah nama yang diberikan kepada sistem operasi komputer bertipe Unix. Linux merupakan salah satu contoh hasil pengembangan perangkat lunak bebas dan sumber terbuka utama. Linux atau

GNU/Linux adalah system operasi yang cara kerja maupun style mirip Unix (Unix-like atau Unix-style)<sup>6</sup>. Seperti perangkat lunak bebas dan sumber terbuka lainnya pada umumnya, kode sumber Linux dapat dimodifikasi, digunakan dan didistribusikan kembali secara bebas oleh siapa saja.

### F. Software Asterisk

Salah satu *software* IP PBX jenis SIP *Proxy Open Source* terbaik di *Internet* adalah *Asterisk*. *Asterisk* adalah "*Software Open Source* PBX" yang mana bila diinstall dalam sebuah PC dengan *interfaces* yang sesuai, fitur lengkap PBX dapat digunakan untuk pengguna rumah, perusahaan, penyedia layanan VoIP dan telekomunikasi<sup>7</sup>. *Asterisk* adalah sebuah simbol yang merepresentasikan sebuah *wildcard* dibanyak bahasa komputer.

### G. Coder-decoder (Codec)

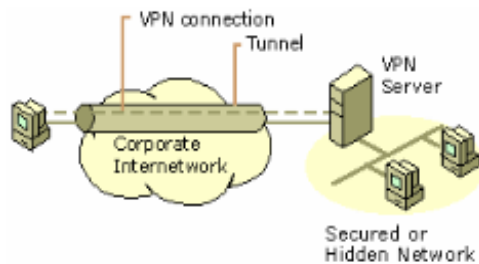
Agar dapat melewati jalur Packet Switch dengan baik, VoIP membutuhkan proses coder dan decoder. Proses ini mengkonversi sinyal audio menjadi data digital yang dipadatkan (kompresi) untuk kemudian dikirim lewat jalur internet. Di titik lain, data dikembangkan lagi (dekompresi), dan diubah menjadi sinyal analog. Konversi codec bekerja dengan cara memotong bagian sinyal (sampling) audio dalam jumlah tertentu perdetiknya.

### H. Software SoftPhone X-lite

Selain berupa telepon utuh (hardware), perangkat telepon juga bisa berbentuk software. Di dunia VoIP, perangkat ini disebut SoftPhone. Softphone memiliki jenis yang beragam baik dari kemampuan dan lisensi. Saat ini banyak Softphone yang disebarakan dengan lisensi gratis. Bahkan ada yang menyediakan lisensi software gratis sekaligus layanan jaringan VoIP -nya. Skype salah satu penyedia Softphone Cuma-Cuma, sekaligus layanan PC-to-PC call yang prima.

### I. VPN (Virtual Private Network)

Virtual Private Network atau biasa disingkat dan dikenal umum sebagai VPN atau VPN tunnel adalah sebuah mekanisme menyambungkan sebuah titik (atau biasa dengan node) pada sebuah jaringan komputer dengan titik yang lain melalui mediasi sebuah jaringan yang lain, dalam hal ini sebuah titik dapat berupa sebuah jaringan komputer lokal (atau biasa disebut LAN) atau sebuah komputer. VPN adalah sebuah cara aman untuk mengakses local area network yang berada pada jangkauan, dengan menggunakan internet atau jaringan umum lainnya untuk melakukan transmisi data paket secara pribadi, dengan enkripsi perlu penerapan teknologi tertentu agar walaupun menggunakan medium yang umum, tetapi traffic (lalu lintas) antar remote-site tidak dapat disadap dengan mudah, juga tidak memungkinkan pihak lain untuk menyusupkan traffic yang tidak semestinya ke dalam remote-site. Model tunnel VPN dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan model jaringan VPN dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Model Tunnel VPN<sup>8</sup>



Gambar 4. Model Jaringan VPN<sup>13</sup>

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN:

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa dan merancang server komunikasi melalui jaringan IP menggunakan software Asterisk dan menggunakan software VPN sebagai pengamannya, merancang sentral komunikasi, dengan jaringan IP, agar dapat melakukan komunikasi antar client diseluruh dunia dengan yang biaya yang hemat, mengetahui dan membandingkan QoS dan MOS pada jaringan, yaitu pada saat menggunakan VPN dan tidak menggunakan

VPN, serta membandingkan audio codec dan video codec, codec yang digunakan pada penelitian ini adalah G711, gsm, ilbc, speex.

## BAHAN DAN METODE

### 1.1 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

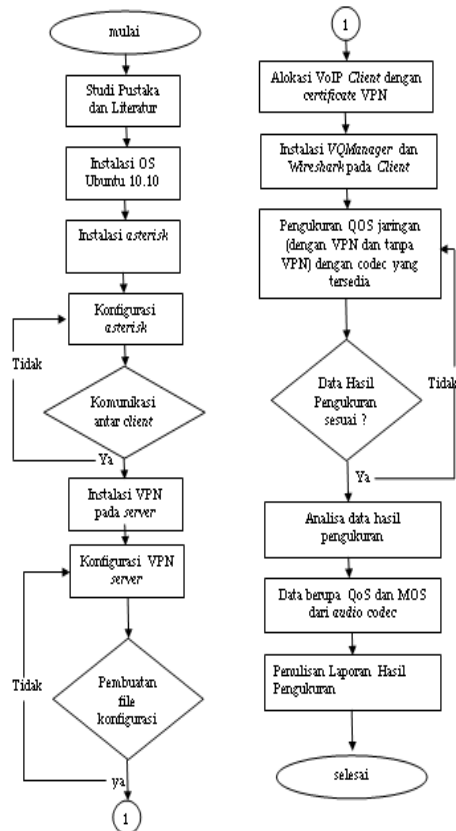
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Komputer server
2. Software asterisk
3. Software Wireshark
4. Software VQManager
5. Komputer Client
6. Software softphone X-Lite 3.0
7. Software cain and abel
8. Modem

### 2.2 METODE PENELITIAN

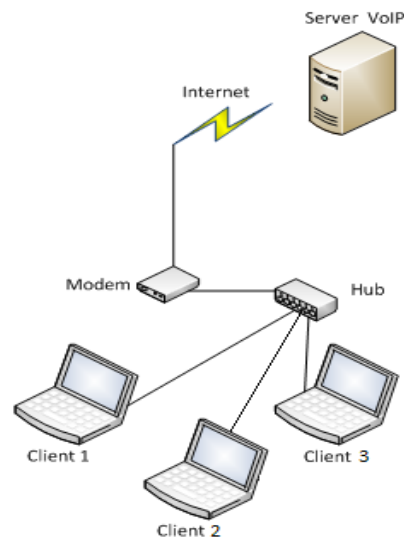
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah perancangan server VoIP, menggunakan OS Ubuntu, software Asterisk, software VPN, software VQManager, dan software Wireshark. Pada server VoIP ini menggunakan software Asterisk dikarenakan terbukti handal, kemudian menggunakan software VPN untuk pengaman jaringan untuk mencegah penyadapan, software VQManager dan Wireshark berfungsi untuk monitoring performa server VoIP dengan menganalisa QoS dan MOS, dan software cain and abel untuk pengujian keamanan komunikasi yang telah dirancang. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas suara seperti Delay dan Throughput. Pengukuran dan membandingkan QoS,

pada komunikasi VoIP dengan menggunakan VPN dan tidak menggunakan VPN, kemudian akan dilakukan perbandingan penggunaan *codec* yang digunakan pada saat komunikasi dilakukan.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

maka akan dengan mudah data tersebut disadap pihak lain, ini terbukti, setelah data *payload* VoIP ditangkap, data *payload* dapat diputar kembali, sehingga komunikasi antara *client 1* dan *client 2*, dapat didengar kembali. Hal ini membuktikan bahwa komunikasi VoIP belum aman. Kemudian selanjutnya penyadapan dilakukan kembali, namun ditambahkan *software* VPN antara kedua *client* tersebut, setelah dilakukan penyadapan, ternyata *payload* tidak terdeteksi, sehingga data *payload* tidak dapat dimainkan ulang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komunikasi VoIP sangat mudah untuk disadap, namun dengan penambahan *software* VPN, komunikasi VoIP terbukti aman, karena data dienkripsi, sehingga pihak lain tidak dapat menyadapnya. Topologi penyadapan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Topologi Penyadapan VoIP

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengujian dan Analisis Keamanan VoIP

Pada penelitian ini setelah perancangan VoIP dibuat, maka selanjutnya adalah pengujian keamanan, pengujian keamanan pada VoIP ini dilakukan dengan cara penyadapan melalui *software Cain and Abel*, skenario penyadapan adalah saat *client 1* berkomunikasi dengan *client 2*, maka computer 3 melakukan penyadapan, hasilnya terbukti dengan menggunakan *software Cain and Abel*, saat *client* sedang berkomunikasi, computer 3 dapat mencapture 117rotocol SIP. Kelemahan dari komunikasi menggunakan VoIP adalah data *payload* tidak diproteksi sehingga ketika dikirimkan dan ditangkap,

### B. Analisa Hasil Pengukuran

#### 1. Pengukuran QoS dan MOS

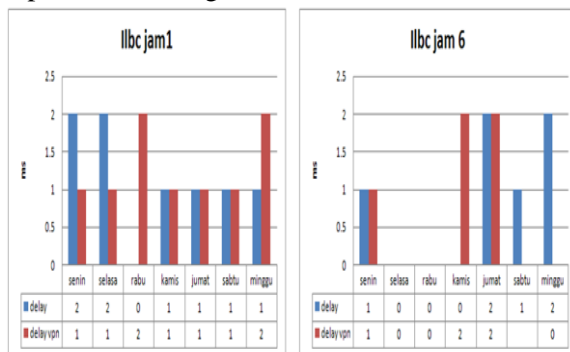
Pengukuran QoS dan MOS pada penelitian ini dilakukan 7 hari dengan pengambilan data dilakukan 2 kali sehari, waktu yang dibutuhkan setiap kali pengukuran adalah 5 menit, dengan jadwal yaitu jam 13.00 dan 18.00. Pengukuran dimulai hari Senin sampai hari Minggu. Pengukuran *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan MOS dilakukan dengan bersamaan, sehingga *Software*

VQManager dan Software Wireshark diaktifkan bersamaan.

➤ Hasil Pengukuran Delay

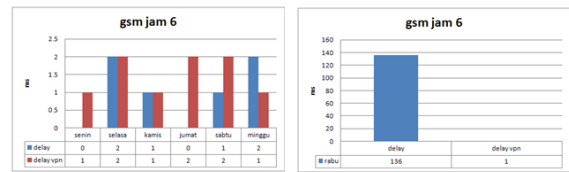
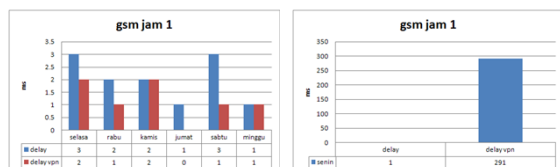
Pada penelitian ini salah satu parameter QoS adalah dengan pengukuran *delay*. Pada penelitian ini pengukuran QoS dengan media jaringan kabel RJ-45. Besarnya *delay* maksimum yang direkomendasikan oleh ITU untuk aplikasi suara adalah 150 ms, sedangkan *delay* maksimum dengan kualitas suara yang masih dapat diterima pengguna adalah 250 ms<sup>14</sup>. *Delay end-to-end* adalah jumlah *delay* konversi suara *analog-digital*, *delay* waktu paketisasi atau bisa disebut *delay* panjang paket dan *delay* jaringan pada saat t (waktu). Pengukuran dilakukan pada jam 1 dan jam 6.

Hasil pengukuran *delay* pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 7. Hasil pengukuran *delay* dengan *codec* ilbc

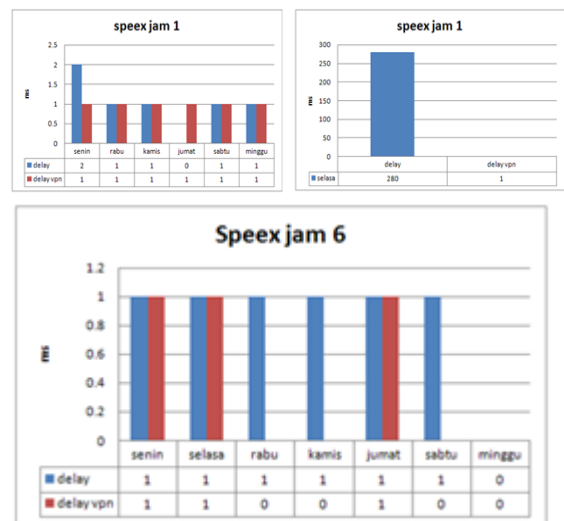
Pada grafik 7 diatas dapat dilihat, saat pengukuran jam 1, *delay* terbesar yang terukur dengan *codec* ilbc yang terbesar adalah 2 ms dan yang terkecil adalah 0 ms. Selanjutnya pada saat pengukuran jam 6, *delay* terbesar yang terukur adalah 2 ms dan yang terkecil adalah 0 ms. Suara yang dilewatkan terdengar jelas.



Gambar 8. Hasil pengukuran *delay* dengan *codec* gsm

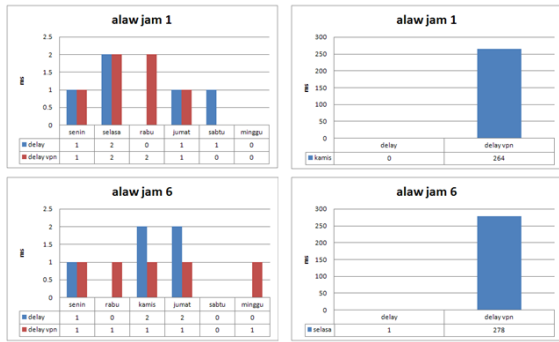
Pada grafik 8 diatas dapat dilihat saat pengukuran *delay* dengan *codec* gsm, *delay* yang terbesar adalah pada hari Senin, yaitu sebesar 291 ms dan yang terkecil adalah 0 ms. Kemudian saat pengukuran jam 6, *delay* yang terbesar adalah 136 ms dan yang terkecil adalah 0 ms. Pada saat menggunakan *codec* gsm, suara yang dilewatkan terputus-putus.

Pada Gambar 9 dapat dilihat saat pengukuran jam 1 dengan menggunakan *codec* speex, *delay* yang terbesar adalah hari Selasa, sebesar 280 ms. Kemudian saat pengukuran jam 6, *delay* relative stabil, yang terbesar adalah 1 ms dan yang terkecil adalah 0 ms. Pada penggunaan *codec* speex tersebut, suara yang dilewatkan terputus-putus.



Gambar 9. Hasil pengukuran *delay* dengan *codec* speex

Pada grafik 9 dapat dilihat saat menggunakan *codec* alaw, *delay* yang terbesar adalah hari Senin, sebesar 264 ms dan *delay* yang terkecil adalah 0 ms. Kemudian saat pengukuran jam 6, *delay* yang terbesar adalah hari Selasa, sebesar 278 ms dan yang terkecil adalah 0 ms. Pada penggunaan *codec* speex tersebut, suara yang dilewatkan terdengar terputus-putus.

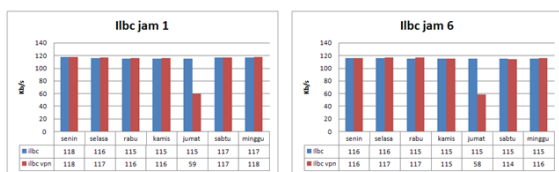


Gambar 10. Hasil pengukuran delay dengan codec alaw

Pada pengukuran delay diatas dapat dilihat bahwa dari keempat codec tersebut, codec ilbc stabil saat melakukan komunikasi, suara yang dihasilkan terdengar jelas dengan sedikit noise, dibandingkan dengan suara pada saat menggunakan codec gsm, speex, dan alaw, suara yang dihasilkan putus-putus, dan datangnya suara terdengar terlambat, bahkan pada saat dilakukan komunikasi, pada ketiga codec tersebut terputus lama. Pada grafik diatas terlihat, codec gsm terukur delay yang sangat besar, yaitu hari Senin jam 1 sebesar 291 ms dan Rabu jam 6 sebesar 136 ms, kemudian pada codec speex delay terbesar hari Selasa jam 1 sebesar 280 ms, dan pada codec alaw hari Kamis jam 1 sebesar 264 ms dan Selasa jam 6 sebesar 278 ms, besarnya variasi delay tersebut dikarenakan jaringan yang kurang stabil pada saat dilakukan komunikasi. Secara teori seharusnya delay yang terukur pada saat menggunakan VPN lebih besar dari delay yang tidak menggunakan VPN, namun pada saat pengukuran, terkadang tanpa menggunakan VPN delay yang terukur lebih besar. Hal ini dapat disebabkan jaringan internet yang tidak stabil.

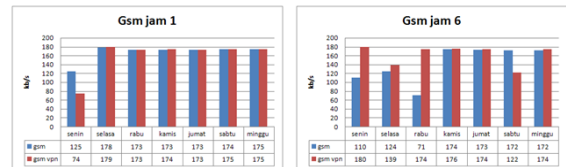
➤ Hasil Pengukuran Throughput

Throughput, yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Pada penelitian ini throughput yang terukur adalah sebagai berikut :



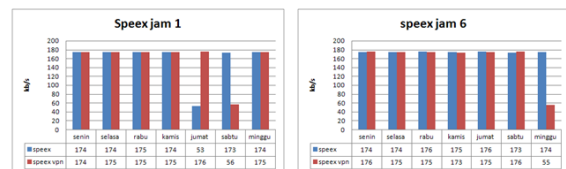
Gambar 11. Hasil pengukuran throughput codec ilbc

Pada grafik 11 diatas dapat dilihat dengan menggunakan codec ilbc, nilai yang terbesar adalah 118 kb/s yaitu pada hari senin dan hari minggu, sedangkan throughput terkecil adalah pada hari jumat, yaitu sebesar 59 kb/s. Kemudian pengukuran throughput pada jam 6, nilai yang terbesar adalah 117 kb/s, yaitu pada hari selasa dan rabu, dan throughput yang terkecil adalah pada hari jumat, yaitu sebesar 58 kb/s



Gambar 12. Hasil pengukuran throughput dengan codec gsm

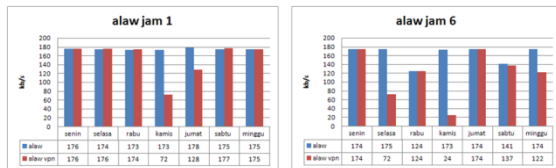
Pada grafik 12 diatas dapat dilihat dengan menggunakan codec gsm, nilai throughput terbesar pada hari selasa, yaitu sebesar 179 kb/s, dan nilai yang terkecil pada hari senin, sebesar 74 kb/s. Kemudian pada pengukuran jam 6, nilai throughput yang terbesar adalah pada hari senin, yaitu sebesar 180 kb/s dan yang terkecil pada hari rabu, yaitu sebesar 71 kb/s.



Gambar 13. Hasil pengukuran throughput dengan codec speex

Pada grafik 13 diatas dapat dilihat dengan menggunakan codec speex, nilai throughput terbesar adalah pada hari kamis, yaitu sebesar 175 kb/s, dan yang terkecil adalah pada jumat, yaitu sebesar 53 kb/s. Kemudian pada pengukuran jam 6, nilai throughput terbesar adalah pada senin, rabu dan sabtu, yaitu sebesar 176 kb/s, dan yang terkecil adalah pada minggu, yaitu sebesar 55 kb/s.





Gambar 14. Hasil pengukuran *throughput* dengan *codec* alaw

Pada grafik 14 diatas dapat dilihat dengan menggunakan *codec* alaw, nilai *throughput* terbesar adalah pada hari jumat, yaitu sebesar 178 kb/s, dan yang terkecil adalah pada kamis, yaitu sebesar 72 kb/s. Kemudian pada pengukuran jam 6, nilai *throughput* terbesar adalah pada selasa, yaitu sebesar 175 kb/s, dan yang terkecil adalah pada hari selasa, yaitu sebesar 72 kb/s.

Pada pengukuran *throughput* diatas dapat dilihat, nilai *throughput* yang paling kecil adalah dengan menggunakan *codec* ilbc. Secara teori penggunaan VoIP saat menggunakan VPN membutuhkan *throughput* yang lebih besar, namun pada saat pengukuran terkadang saat menggunakan VPN, *throughput* yang dihasilkan lebih kecil, hal ini dapat disebabkan pada jaringan *internet* dan terjadi ketidakstabilan saat pengkompresan suara.

## KESIMPULAN

Dari penelitian dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari keempat *codec* tersebut, *codec* ilbc yang stabil untuk digunakan komunikasi
2. Pemilihan jenis *codec* yang tepat perlu untuk meminimalisasi *delay* yang terjadi pada jaringan VoIP karena faktor kompresi suara sangat menentukan kualitas suara.
3. *Bandwith* yang dibutuhkan untuk melakukan komunikasi VoIP agar stabil pada setiap *client* adalah 0,256 Mbps
4. Penggunaan *OpenVPN* dapat mencegah penyadapan pada VoIP

Adapun saran-saran yang dapat diberikan dari hasil pengukuran di penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Komunikasi VoIP dapat dijadikan sarana komunikasi yang murah bila perusahaan memiliki cabang yang tersebar diseluruh dunia.
2. Bila menggunakan VoIP, *bandwith* untuk VoIP diatur, agar saat browsing dan melakukan komunikasi dengan VoIP waktunya bersamaan, *bandwith* untuk jalur VoIP tetap tersedia, sehingga suara yang dilewatkan tidak putus-putus.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya haturkan ke hadirat Allah SWT, karna atas berkat dan rahmat-NYA penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar. Selain itu, tak pula, penulis ucapkan terima kasih kepada Bpk. Helmy Fitriawan dan sdr. Domiko Fahdi atas kerjasama dan kontribusinya dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmono, Widi. 2008. *Rancang Bangun security pada system voip opensource.* (Skripsi). Politeknik Negeri Semarang. 25 hlm.
- Format Penulisan Karya Ilmiah. Unila
- Final, Muhamad Zuhdan. 2009. *Rancang Bangun dan Analisis VoIP.*(Skripsi). Universitas Indonesia. 10 hlm.
- Gonzalfes, Flavio E. 2007. *How to build and configure a PBX with Open Source Software.* 12 Hlm.
- Hidayat. 2009. *Teknologi Voice Over Internet Protocol di Indonesia.*(Skripsi). Universitas Sriwijaya.
- [Http://araihan.wordpress.com/2009/10/06/figure-12tp-ipsec-vpn-using-windows-server-2008/](http://araihan.wordpress.com/2009/10/06/figure-12tp-ipsec-vpn-using-windows-server-2008/) diakses pada tanggal 2 Oktober 2011
- [Http://computing.fnal.gov/vpn/](http://computing.fnal.gov/vpn/) diakses pada tanggal 2 Oktober 2011
- [Http://duniatelekomunikasi.blogspot.com/2008/12/perbandingan-h323-dan-](http://duniatelekomunikasi.blogspot.com/2008/12/perbandingan-h323-dan-)

- sip.8cd8a20e35 diakses pada tanggal 2 Oktober 2011
- Shiddiqie, Fuzi Ash. 2010. Uji Keamanan Sistem Komunikasi *Voice Over Internet Protocol (VoIP)* dengan Pemanfaatan Fasilitas Enkripsi pada *Open VPN* Universitas Lampung. 25 hlm
- Sofana, Iwan. 2010. *Mudah belajar Linux*. 29 hlm.
- Sutanta, Edhy. 2004. *Komunikasi Data & Jaringan Komputer*. 21 hlm.
- Tittel, Ed. 2002. Seri Schaum's Outline Computer Networking ( Jaringan Komputer). 222 hlm.
- Tittel, Ed. 2002. Seri Schaum's Outline Computer Networking ( Jaringan Komputer). 228 hlm.
- Purbo, W. Onno & Raharja, Anton. 2010. *VoIP Cookbook Building your own Telecommunication Infrastructure*. 5 hlm.
- Grandistyana, Aryka. Kajian Kerja Protokol pada Jaringan *Voice Over Internet Protokol (VoIP)* pada Jaringan Intranet UGM
- Rasyid, Rafdian. Menghitung *Bandwidth* Yang Diperlukan *VOIP* (makalah) Ilmu Komputer. Sukadarmika Gede, Sudiarta Pande Ketut.
- Penerapan Teknologi VoIP untuk Mengoptimalkan Penggunaan Jaringan Intranet Kampus Universitas Udayana (makalah) Fakultas Teknik, Universitas Udayana