

# **Analisis Availability Infrastruktur Jaringan VOIP di Universitas Sahid Surakarta**

**Dahlan Susilo, Firdhaus Hari Saputro, Ari Wahono**

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sahid Surakarta  
Jl. Adi Sucipto 154, Jajar, Surakarta, 57144, Telp. (0271) 743493,  
743494

**Email:** dahlan.susilo@yahoo.com

## ***Abstract***

*VoIP is a technology that utilizes the Internet Protocol to provide voice communications electronically and in real-time. How it works to change the voice into digital data format that can be transmitted through a specific IP network.*

*Conducted research methodology, consisting of six strands include observational studies and interviews, literature study, analysis and system design, experiment, test the quality of the system, and conclusions.*

*VoIP works on a computer network installed VoIP server. The server acts as a proxy that has the benefits of inter-user communication. VoIP communications can be carried out within the scope of the campus and outside the campus with an internet connection.*

*The test results with the method of random sampling McCall using several factors related to the operational properties of software, it can be concluded that the quality of VoIP in Sahid University of Surakarta was 76.5% with good results.*

**Keywords:** *VoIP, internet telephony, voice*

## **Pendahuluan**

### **Latar Belakang**

Perkembangan teknologi yang semakin kompleks mampu mempengaruhi pola pikir manusia. Kemajuan ini telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul di sekitarnya. Manusia dalam berinteraksi dengan komunikasi baik melalui lisan, tertulis dan isyarat. Manusia cenderung berfikir efektif dalam berkomunikasi. Produk-produk hasil pemikiran manusia yang menghasilkan alat komunikasi yang mudah, murah, dan efisien yang akan dipakai.

*Voice over Internet Protocol (VoIP)* adalah teknologi yang mampu melewati trafik suara yang berbentuk paket melalui jaringan IP. Jaringan IP sendiri adalah merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switch*, jadi dalam bertelepon bisa menggunakan jaringan IP. VoIP mempunyai banyak keuntungan yang dapat diambil diantaranya adalah dari segi biaya jelas lebih murah dari tarif telepon lokal maupun interlokal, karena jaringan IP bersifat *global*.

*Voice Over Internet Protokol (VoIP)* merupakan salah satu solusi untuk memaksimalkan jaringan yang sudah dibangun sebelumnya. *VoIP* dapat dioperasikan melalui jaringan komputer selayaknya telepon pada *Public Swetched Telephone*

Network (PSTN) namun yang membedakan adalah VoIP dapat menggunakan *softphone* pada komputer untuk berkomunikasi tanpa menggunakan perangkat telepon analog.

*Asterisk* sebagai *Softswith* yang mengatur transportasi data antar *software*. Sistem operasi berbasis *opensuse* sebagai sistem operasi yang cukup fleksibel dengan *Asterisk*. *Asterisk* merupakan salah satu *software open source* IP PBX jenis SIP Proxy terbaik di internet

Penggunaan internet di kampus Universitas Sahid Surakarta sangat besar, tetapi juga didukung *bandwidth* yang besar dengan kapasitas 6 Mbps. VoIP cuma membutuhkan sekitar 25,5 kbps/ 1 panggilan/ *user* dalam menjalankan VoIP, jadi penerapan VoIP di Universitas Sahid Surakarta bisa diterapkan tanpa mengganggu penggunaan internet.

### **Permasalahan**

Manusia mampu berinteraksi dengan baik melalui komunikasi lisan, tertulis, dan isyarat, dimana manusia cenderung berfikir efektif dan efisien. Produk-produk hasil pemikiran manusia yang menghasilkan alat komunikasi yang mudah, murah, tidak berbayar, dan efisien yang bisa dipakai.

Dari uraian di atas muncul sebuah rumusan masalah "Bagaimana cara membangun Server *Voice over Internet Protocol* (VoIP) di Universitas Sahid Surakarta berbasis *open source*?"

### **Tujuan Penulisan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui sejauh mana jaringan VoIP di Universitas Sahid Surakarta yang berbasis *open source* dapat digunakan secara *real time* dan *user friendly* baik karyawan, dosen, dan mahasiswa.

### **Manfaat Penelitian**

- a. Dosen dan karyawan mampu menggunakan aplikasi VoIP secara *real time* dan *user friendly* guna menunjang pekerjaan yang dilakukan sehari-hari.
- b. Mahasiswa dapat mengembangkan dan mengaplikasikan *software* VoIP dalam rangka untuk menunjang referensi belajar dan sebagai acuan penelitian selanjutnya.

### **Landasan Teori**

#### **Pengertian VoIP**

*Voice over Internet Protocol* atau VoIP merupakan teknologi yang memanfaatkan *Internet Protocol* untuk menyediakan komunikasi *voice* secara elektronik dan *real-time* (Anton R. Raharjo. 2006).

VoIP merupakan kepanjangan dari *Voice over Internet Protocol*, dikenal juga dengan sebutan IP *telephony*. Sistem yang menggunakan jaringan komputer untuk mengirim data paket suara dari suatu tempat ketempat yang lain menggunakan perantara protokol IP. VoIP juga dapat berfungsi sebagaimana *telephone* konvensional dan bisa menjalankan seluruh layanan telepon konvensional (Sugeng Winarno. 2008).

#### **Keuntungan Menggunakan VoIP**

Teknologi menggunakan VoIP banyak keuntungan yang dapat diambil. Keuntungan tersebut diantaranya adalah dari segi biaya, jenis lebih murah dari tarif

telepon tradisional, karena jaringan IP bersifat global sehingga untuk hubungan Internasional dapat ditekan hingga 70%. Biaya maintenance juga dapat ditekan karena *voice* dan data *network* terpisah, sehingga IP *Phone* dapat ditambah, dipindah dan diubah. VoIP dapat dipasang disebarkan ethernet dan IP *address*, tidak seperti telepon tradisional yang harus mempunyai port tersendiri di Sentral atau PBX. (Onno W. Purbo, 2007: 76-94).

Tabel 1. Perbandingan spesifikasi VoIP dan PSTN

No	Pembandingan	VoIP	PSTN
1	Lisensi	Free	<i>Propetary</i>
2	Kualitas suara	Kurang jernih	Jernih
3	Mediator	<i>Bandwidth</i> internet	Sinyal analog
4	Perangkat keras	PC, IP <i>Phone</i> , USB <i>Phone</i>	<i>Telephone</i> konvensional
5	Jaringan	IP PBX	PABX ( <i>Privat Automated Branch exchange</i> )
6	Biaya operasional	Hanya membayar biaya internet	Dihitung berdasarkan hitungan waktu dan jarak
7	Fasilitas komunikasi	Bertukar <i>voice</i> (suara)	Bertukar <i>voice</i> (suara)

## Komponen Pembentuk VoIP

### Perangkat Keras

#### *Server*

Komponen pembentuk VoIP untuk *server* adalah:

1. Unit Komputer yang terhubung ke jaringan TCP/IP atau internet yang dilengkapi dengan kartu suara (*sound card*). Kebutuhan *hardware* minimal untuk membangun *server* VoIP adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Kebutuhan Minimal *Hardware*

No	Nama <i>hardware</i>	Kapasitas
1	Harddisk	10 GB
2	Processor	Pentium 3
3	RAM	256

2. *Headset* lengkap dengan mikrofon dan speaker.
3. *VGA Card* untuk display minimal.
4. *Network Interface Card* (NIC)

#### *Client*

Komponen pembentuk VoIP untuk *client* adalah:

1. Unit komputer/ laptop dengan sistem operasi Windows dan Linux, yang terhubung dengan jaringan TCP/IP.
2. *Headset* lengkap dengan mikrofon dan speaker.
3. *VGA Card* untuk display minimal.
4. *Network Interface Card* (NIC)

### Perangkat Keras Tambahan

Perangkat keras tambahan untuk membentuk satu jaringan adalah:

- 1) **Kabel dan Konektor**

Kabel yang digunakan adalah jenis UTP Cat-5, dan konektor RJ-45 untuk media koneksi. *Switch hub* adalah perangkat keras yang berfungsi untuk menyatukan kabel-kabel network dari setiap *workstation*, *server* dan perangkat lain. *Switch hub* memiliki banyak *connector* tempat dipasangkan kabel yang dapat dipasang menurut nomor *port* dari *card* yang dituju.

## Perangkat Lunak

### Server

Menurut Winarno Sugeng 2008, Komponen perangkat lunak yang dibutuhkan untuk pembentuk VoIP pada *client* adalah:

- 1) Sistem Operasi Linux, dalam hal ini menggunakan Fedora 8.
- 2) *Proxy*

*Proxy* dapat juga disebut sebagai jembatan penghubung, karena VoIP akan dijalankan di *Internet* maka dibutuhkan *proxy*. *Proxy* untuk VoIP seperti *proxy-proxy server* pada umumnya, tetapi ini khusus untuk kebutuhan VoIP. Untuk mengoperasikan *proxy* dibutuhkan *softswitch*. Versi *softswitch open source* yang biasa digunakan adalah *Asterisk*. Sebagai contoh yang lain adalah OpenSER, SER, dan Yate.

- 3) *Protocol*

*Protocol* merupakan sebuah aturan atau *rule* yang harus dipenuhi agar akses komunikasi dapat melewati jaringan. Didalam komunikasi VoIP mengenal tiga macam *protocol* tambahan selain TCP/IP, yaitu:

- a. H.323, Merupakan protokol yang dikembangkan oleh *Internasional Telekomunikasi Union – Telecommunication (ITU-T)*. Standar H.323 terdiri dari komponen, protokol, dan prosedur yang menyediakan komunikasi multimedia melalui jaringan *packet-based*.
  - b. *Session Internation Protocol (SIP)* RFC 3261, Menurut Onno W Purbo, 2006. SIP adalah *internet telephony* masa depan. Berkembang dari *voice over internet*, evolusi pada hari ini telah mencapai telepon *over internet*. Sebagian *over internet* bertumpu pada protokol H.323 yang dikembangkan oleh ITU-T yang pada dasarnya merupakan pemaksaan proses *signaling* telepon PSTN ke jaringan internet, tentunya proses ini belum tentu cocok dengan jaringan internet yang sifatnya *packet switching*. Oleh karena itu *internet engineering task force (IETF)* yang merupakan lembaga *engineering* tertinggi di internet yang mengembangkan standar yang dipakai oleh internet secara terbuka telah mengembangkan evaluasi yang terkini untuk menjadikan *internet telephony* (bukan *telephony over internet*).
  - c. *The Inter-Asterisk Exchange (IAX)* yang merupakan protokol dari *Asterisk*. Indonesia telah memotori melalui VoIP Rakyat dimasyarakatkan protokol IAX2, untuk *User agent, software idefisk* menggunakan IAX2.
- 4) *Coder-Decoder (CODEC)*

*Coder-Decoder (CODEC)* adalah teknologi yang memaketkan data voice kedalam format data lain dengan perhitungan matematis tertentu, sehingga menjadi lebih teratur dan mudah dipaketkan, dengan mengalihkn kode analog menjadi kode digital agar suara dapat dikirim dalam jaringan komputer. Beberapa jenis dikembangkan untuk memampatkan suara agar dapat menggunakan *bandwidth* secara hemat tanpa mengorbankan kualitas suara. *Codec* yang banyak digunakan di jaringan adalah:

- 1) GIPS : 13,2 Kbps & lebih tinggi
- 2) GSM : 13 Kbps (*full rate*), 20ms *frame size*

- 3) iLBC : 15 Kbps, 20ms *frame size*  
13,2 Kbps, 20ms *frame size*
- 4) ITU G711 : 64 Kbps, *sample-based*
- 5) ITU G722 : 48/56/64 Kbps
- 6) ITU G723.1 : 53/6,3 Kbps, 30ms *frame size*
- 7) ITU G726 : 16/24/32/40 Kbps
- 8) ITU G728 : 16 Kbps
- 9) ITU G729 : 8 Kbps, 10ms *frame size*
- 10) Speex : 2,15 to 44,2 Kbps
- 11) LPC10 : 2,5 Kbps
- 12) DoD CELP : 4,8 Kbps

*Codec* diatas yang sering digunakan untuk VoIP rakyat di Indonesia adalah GSM atau iLBC, karena cukup baik dan merupakan versi *open source*.

### **Client**

Komponen perangkat lunak yang dibutuhkan untuk pembentukan VoIP pada *client* adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem Operasi Windows atau Linux
- 2) *User Agent*

*User Agent* merupakan *user* penerima maupun pengirim data dengan kata lain *user agent* seperti telepon yang kita kenal yang berfungsi untuk melakukan pemanggilan atau penerima telepon. (Ahmad Yani, 2007: 6)

*User Agent* ada berupa *software* ataupun *hardware*. *Software* sebagai contoh yang populer sebagai *user agent* adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Jenis Softphone

Protokol	Softphone
SIP	SJPhone
SIP	Idefisk
H.323	NetMeeting

### **Asterisk**

*Asterisk* merupakan salah satu *software open source* IP PBX jenis SIP Proxy terbaik di internet. (Onno W. Purbo, 2007: 118-124)

*Asterisk* di-*release* di bawah dua lisensi yang pertama adalah lisensi *free software* yaitu GNU *General Public License* (GPL). Kedua adalah lisensi *proprietary software*, yang berarti diizinkan untuk mematenkan kode dan membuat kode tertutup atau *proprietary/ closed*. Berdasarkan lisensi *free software*, *programmer-programmer* lain diizinkan untuk berkontribusi dalam menambah fitur dan fungsionalitas serta melaporkan *bug*. *Asterisk* sebenarnya didesain secara khusus untuk sistem operasi linux, namun saat ini *Asterisk* dapat dijalankan pula di NetBSD, OpenBSD, FreeBSD, Mac OS X dan Solaris. *Asterisk* dapat didownload secara gratis di [www.asterisk.org/](http://www.asterisk.org/) download.

### **Metode Penentuan Kualitas Perangkat Lunak (Metode Mc Call)**

Menurut teksonomi McCall, atribut tersusun secara hirarkis, dimana level atas (*high-level attribute*) disebut faktor (*factor*), dan level bawah (*low-level attribute*) disebut dengan kriteria (*criteria*). Faktor menunjukkan atribut kualitas produk dilihat dari sudut pandang pengguna. Sedangkan kriteria adalah parameter kualitas produk

dilihat dari sudut pandang perangkat lunaknya sendiri. Faktor dan kriteria ini memiliki hubungan sebab dan akibat (*cause-effect*).

McCall menitikberatkan faktor-faktor tersebut menjadi 3 (tiga) aspek penting, yaitu yang berhubungan dengan :

1. Sifat-sifat operasional dari *software* (*Product Operation*).
2. Kemampuan *software* dalam menjalani perubahan (*Product Operation*).
3. Daya adaptasi atau penyesuaian *software* terhadap lingkungan baru (*Product Transition*)

Rumus:

$$F_a = w_1c_1 + w_2c_2 + \dots + w_nc_n$$

Dimana:

$F_a$  adalah nilai total dari faktor  $a$

$W_i$  adalah bobot untuk kriteria  $i$

$C_i$  adalah nilai untuk kriteria  $a$

Faktor dan Kriteria dalam Kualitas Perangkat Lunak (*Mc Call*) adalah:

1. *Efficiency* (efektif dan efisien)  
Banyaknya sumber daya komputasi dan kode program yang dibutuhkan suatu *software* untuk melakukannya.
2. *Reabilitas* (kehandalan)  
Yaitu sejauh mana suatu *siftware* dapat diharapkan untuk melaksanakan fungsinya dengan ketelitian yang diperlukan.
3. *Maintainabilitas*  
Dapat dipelihara/ dikelola dengan mudah.
4. *Usabilitas*  
Mudah digunakan dan sederhana dalam pengoperasiannya. Ketepatan pemilihan jenis aplikasi/*software*/ *tool* untuk mengembangkan.
5. *Compatibilitas*  
Media pembelajaran dapat diinstall/dijalankan di berbagai *hardware* dan *software* yang ada. Pemaketan program media pembelajaran terpadu dan mudah dalam eksekusi. Dokumentasi program media pembelajaran yang lengkap mulai : petunjuk instalasi (jelas, singkat, lengkap), *trouble shooting* (jelas, terstruktur, dan antisipatif), desain program (jelas, menggambarkan alur kerja program).
6. *Reusable*  
Sebagian atau seluruh program media pembelajaran dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain. (Romi Satria Wahono, 2006).

### Perancangan Sistem

Kampus Universitas Sahid Surakarta menggunakan *Iphone* untuk berkomunikasi keluar maupun ke dalam. Komunikasi menggunakan *Iphone* mempunyai batas penggunaan yaitu hanya dapat digunakan dua aktivitas keluar ataupun masuk. *Iphone* ini telah dipasang di beberapa ruang di Universitas Sahid Surakarta dengan kodenya masing-masing diantaranya:

- 1) 221 : Rektor
- 2) 222 : Purek 1
- 3) 223 : Purek 2

- 4) 224 : Staf Rektor
- 5) 225 : PSIK
- 6) 226 : BAAK 1 (Febri)
- 7) 227 : PSI
- 8) 228 : Umum
- 9) 229 : Keuangan
- 10) 230 : P3M
- 11) 231 : YSJ (Yayasan Sahid Jaya)
- 12) 232 : Komunikasi
- 13) 233 : Security
- 14) 234 : Personalia
- 15) 225 : Poliklinik
- 16) 226 : BAAK 2
- 17) 237 : DKV
- 18) 238 : TIF
- 19) 239 : Humas & PMB
- 20) 240 : Perpustakaan
- 21) 212 : LPM

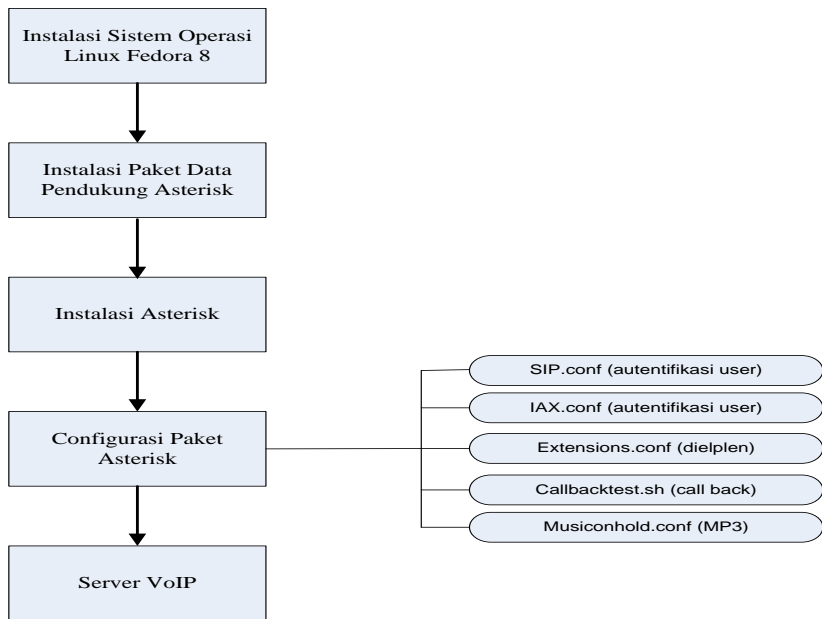
Pada penelitian ini disimulasikan beberapa kerja aplikasi VoIP yaitu *voice*. Dengan menggunakan 4 *client* yaitu 3 *client* sebagai pelanggan dan 1 *client* sebagai pengelola. Masing-masing *client* menggunakan sistem operasi Windows ataupun Linux dan Idefisk\_Free\_2.0\_RC1\_Installer 1 PC sebagai *Asterisk Server (SIP Server)*. Konfigurasi file *Asterisk* difokuskan pada *sip.conf*, *IAX.conf*, *extensions.conf*, *meetme.conf*, dan *voicemail.conf*. Jaringan hanya dibuat dalam satu *Local Area Network (LAN)*. Definisi setiap *user* sebagai berikut:

1. *Server*
  - IP Address : 124.40.250.52
  - Account VoIP : 100 / Pengelola
2. *Client*
  - IP Address : *Dynamic*
  - Account VoIP : 102, 103, ....., 122 / pelanggan

Secara struktural urutan proses yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

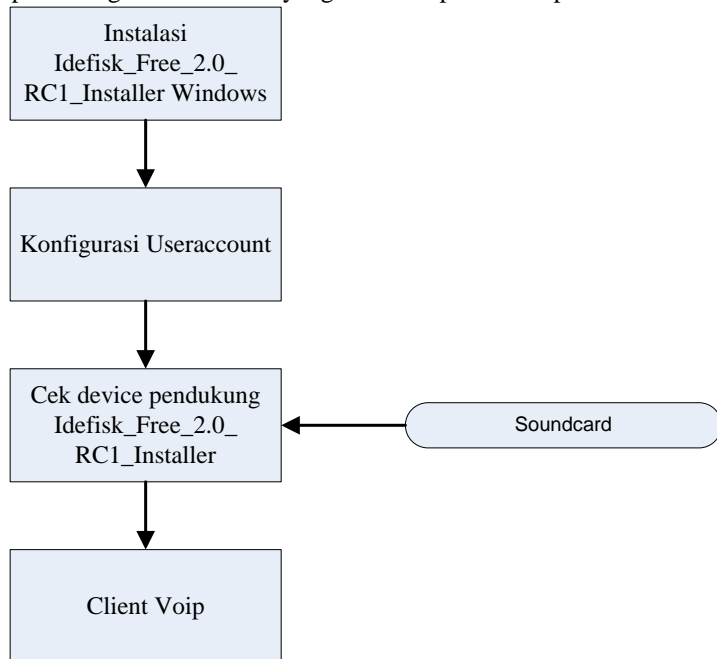
- 1) Instalasi Sistem Operasi Fedora 8 dengan mode desktop
- 2) Instalasi paket data atau paket pendukung *Asterisk* agar dapat memaksimalkan kinerja *Asterisk*.
- 3) Instalasi *Asterisk* dan konfigurasinya, untuk autentifikasi *user* dan *trunk*.
- 4) Instalasi dan konfigurasi *user agent* pada PC *user*.

Diagram blok perancangan *server* VoIP yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok perancangan *Server VoIP*

Diagram blok perancangan *client VoIP* yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram blok perancangan *client VoIP*



## Sistem Panggilan dalam VoIP

Sistem panggilan dalam VoIP dapat diuraikan sebagai berikut :

- 1) Pemanggil mengangkat *handset*, memberi isyarat kondisi *off-hook* ke layer aplikasi *signaling* VoIP.
- 2) Sesi layer aplikasi VoIP membuka nada dial (*dial tone*) dan menunggu pemanggil untuk melakukan dialing ke tujuan. Pada Idefisk\_Free\_2.0\_RC1\_Installer dengan menekan tombol *dial*.
- 3) Saat pemanggil melakukan *dialing* sebuah nomor, digit dial diakumulasi dan disimpan oleh aplikasi *session*.
- 4) Setelah digit tertentu terakumulasi sehingga sesuai dengan pola address tujuan, nomor telepon tersebut masuk ke *server* dan dipetakan ke sebuah IP *host*. IP *host* tersebut memiliki hubungan koneksi langsung ke nomor telepon tujuan.
- 5) Aplikasi *session* selanjutnya membentuk transmisi dan channel penerimaan untuk masing-masing arah jaringan IP.
- 6) *Coder-decoder* (codec) diaktifkan untuk kedua ujung koneksi, dan percakapan diproses menggunakan RTP/UDP/IP. Berbagai sinyal *voice* dikompres, dipaketkan ke bentuk paket-paket, lalu ditransportasikan melalui jaringan.
- 7) *Signaling* yang dapat dideteksi oleh *port voice* setelah setup panggilan lengkap, kemudian dibawa melalui jaringan IP.
- 8) *Incoming call* diterima oleh nomor yang dituju.

Proses panggilan pada nomor 1, 2 dan 3 terjadi pada komputer *User* yang akan melakukan panggilan. Kemudian proses panggilan pada nomor 4, 5, 6 dan 7 terjadi pada komputer *server*. Proses pada nomor 8 terjadi pada komputer *User* yang dituju.

## Simpulan

Berdasarkan pembuatan *server* VoIP berbasis *Asterisk* dengan sistem operasi Fedora 8, dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. *Server* VoIP dapat diterapkan di Universitas Sahid Surakarta. *Voice Over Internet Protocol* ini mempunyai 6 line yang dapat digunakan secara bersamaan. VoIP telah dipasang pada 22 titik ruangan yang dilengkapi dengan *speakerphone* dan *microphone* sebagai audio. VoIP disini juga bisa melakukan keluar jaringan Universitas Sahid Surakarta yaitu dengan menghubungkan ke internet. Penyajian alat komunikasi VoIP diharapkan dapat membantu komunikasi antar ruangan tanpa meninggalkan alat komunikasi sebelumnya.
2. Kebutuhan *bandwidth* di Universitas Sahid Surakarta sudah mendukung untuk penggunaan VoIP untuk 6 line panggilan, karena di Universitas Sahid Surakarta sendiri mempunyai *bandwidth* masing-masing user kurang lebih 256 kbps/128 kbps tergantung penggunaan karena bersifat feksibel. VoIP membutuhkan untuk satu *user* per satu panggilan adalah 25,5 kbps untuk *incaming* dan *outgoing*.
3. Hasil dari pemanggilan antar user dengan mediator *bandwidth* internet, perangkat keras dengan PC, *loadspeaker* dan *microphone*, fasilitas komunikasi adalah suara, kualitas yang dihasilkan kurang jernih dan delay antara 100 ms – 250 ms. Berdasarkan aspek penting kaidah Mc Call secara random sampling dengan menggunakan faktor – faktor yang berkaitan dengan sifat – sifat operasional *software* yaitu *Efficiency* (*efektif* dan *efisien*), *Reabilitas* (kehandalan), *Maintainabilitas* (dapat dipelihara/dikelola dengan mudah), *Usabilitas* (mudah

digunakan dan sederhana dalam pengoperasiannya), *Compatibilitas* (media belajar dapat diinstall/dijalankan *hardware* dan *software* ada). Dari hasil itu dapat disimpulkan bahwa kualitas *VoIP* di Universitas Sahid Surakarta adalah 76,5 % yang berarti baik.

### Daftar Pustaka

- Anton Raharjo, 2006, *manual-ippbx-asterisk-fundamentall.pdf*, [www.voipmerdeka.or.id](http://www.voipmerdeka.or.id), diakses pada tanggal 27 Juni 2011, pukul : 10.41.
- Iwan Sofana. 2008. *Mudah membangun Server dengan fedora*. Bandung : Informatika,
- Neki Chan, 2009, *Sejarah Perkembangan Teknologi VoIP*, <http://belajarbersama-neki.blogspot.com/2009/02/apa-itu-voip-part-i.html>, diakses tanggal 24 Juni 2011, pukul : 11.06.
- Onno W. Purbo, 2007, *VoIP Cikal Bakal "Telkom Rakyat"*. Cetakan Pertama. Jakarta : INFORMATIKA.
- Romi Satria Wahono, 2006, *Teknik Pengukuran Kualitas Perangkat Lunak*, <http://romisatriawahono.net/2006/06/05/teknik-pengukuran-kualitas-perangkat-lunak/>, diakses tanggal 3 Maret 2012, pukul 3.44.
- Sugeng Winarno, 2008, *Membangun Telepon Berbasis VoIP Studi Kasus : Implementasi pada Jaringan RT/Rwnet*. Bandung : Informatika.
- Ahmad Yani, 2007, *VoIP Nelpon Murah Pake Internet*. Jakarta Selatan : Kawanpustaka.