

## Voice Over Internet Protocol (VOIP) Pada Jaringan Nirkabel Berbasis Raspberry Pi

Rini Handayani<sup>\*1</sup>, Abdul Aziz<sup>2</sup>, Anang Sularsa<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Telkom Bandung

rini.handayani@tass.telkomuniversity.ac.id\*

### Abstrak

Voice Over Internet Protocol (VoIP) merupakan satu teknologi telekomunikasi yang mampu melewati layanan komunikasi dalam jaringan Internet Protocol sehingga memungkinkan antar pengguna berkomunikasi suara dalam jaringan IP. Kelebihan dari VoIP ini mampu melakukan efisiensi bandwidth dan biaya pengelolaan dengan memanfaatkan Raspberry Pi sebagai server VoIP. Dalam penelitian ini, VoIP dibangun pada Sistem Operasi Linux dengan aplikasi Asterisk dan RasPBX yang diintegrasikan pada Raspberry Pi dengan menggunakan jaringan nirkabel lokal sebagai media transmisi. Sistem ini diujikan dengan menggunakan dua tipe client, yaitu PC dan smartphone dengan mengukur QoS dengan rata-rata delay 0.4463ms, rata-rata throughput 16.36KBps, rata-rata packet loss 0.889% dan jitter 1.102ms.

**Kata kunci:** Asterisk, VoIP Server, RasPBX, Raspberry Pi, Quality of service (QoS)

### Abstract

Voice Over Internet Protocol (VoIP) is a telecommunications technology that is able to deliver communication services in Internet Protocol networks that enable voice communication between clients in an IP network. The advantages of VoIP are able to perform bandwidth efficiency and cost management by utilizing the Raspberry Pi as a VoIP server. In this study, VoIP is built on the Linux Operating System with Asterisk and RasPBX applications that are integrated in the Raspberry Pi using a local wireless network as the transmission media. This system was tested using two types of client, such as PCs and smartphones to measure QoS with an average delay 0.4463ms, 16.36KBps average throughput, 0.889% average packet loss and jitter 1.102ms.

**Keywords:** Asterisk, VoIP Server, RasPBX, Raspberry Pi, Quality of service (QoS)

### 1. Pendahuluan

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 alternatif dari permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan teknologi komunikasi pada wilayah lokal dengan biaya rendah [1], 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 [2].

Untuk membangun VoIP dibutuhkan server yang selalu *standby* selama waktu kegiatan perkuliahan dan praktikum. Selain itu, server yang digunakan juga diharapkan tidak mahal dan

tidak membutuhkan daya listrik tinggi. Oleh karena itu, Raspberry Pi digunakan sebagai *server* VoIP pada penelitian ini [3].

Sistem komunikasi VoIP pada penelitian ini dibangun pada Raspberry Pi [4] [5] sebagai *server* dengan menggunakan sistem operasi RasPBX dan *client* yang beragam, seperti *smartphone* Android, iPhone, dan laptop pada jaringan lokal [6]. RasPBX merupakan proyek khusus yang menggabungkan Asterisk dan FreePBX yang difokuskan untuk Raspberry Pi. RasPBX ini menggunakan sistem operasi dasar Raspbian, Asterisk versi 11 dan FreePBX 12. Antarmuka pada *client* menggunakan beragam aplikasi *softphone*, seperti 3CXPhone. Interkoneksi *client-server* ini menggunakan *wireless network* sehingga memudahkan skalabilitas jaringan [7].

## 2. Metode Penelitian

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 [8] [9]. Hal yang perlu diperhatikan dalam membangun sistem ini adalah dengan memperhatikan kebutuhan *bandwidth* pada masing-masing *client*. Pembagian *Bandwidth* pada jaringan VoIP dibagi berdasarkan banyaknya jumlah *client* (dalam hal ini jumlah laboran yang disesuaikan dengan jumlah ruangan yang ada pada Lantai 4 Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom).

Tabel 1. Kebutuhan Bandwidth

Deskripsi	Lokasi	Bandwidth Maksimum	Jumlah Client
VoIP WLAN	Lt. 4	1 Mbps	12

Pada jaringan tersebut diberi batasan sebesar 1 Mbps dengan jumlah *client* yang dapat mengakses sebanyak 12 *client* sesuai kebutuhan laboran dan dosen. Layanan yang diberikan hanya berupa layanan *voice* dengan *codec* yang digunakan u-law, a-law, dan H.276.

Perangkat yang digunakan pada penelitian ini antara lain Raspberry Pi dengan sistem operasi RasPBX dan aplikasi FreePBX sebagai *server* VoIP, *WirelessRouter* sebagai *access point*, beberapa *smartphone* dengan aplikasi 3Cx *phone*, CSIP *simple*, dan Zoiper sebagai *client*, dan laptop/PC yang diperuntukkan juga sebagai *client*. Adapun langkah-langkah pengerjaan yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Konfigurasi Server - Raspberry Pi, meliputi sistem operasi, aplikasi PBX, dan jaringan
2. Konfigurasi Wireless Router, meliputi gateway, IP Address
3. Konfigurasi Client, meliputi PC dan smartphone
4. Pengukuran QoS, meliputi *delay*, *throughput*, *packet loss*, *jitter*

Dari penentuan kebutuhan penelitian maka dibangun sebuah topologi yang dapat dijadikan solusi dari analisis kebutuhan tersebut. Pemilihan topologi ini dikarenakan kebutuhan *client* yang dianggap sesuai.

Perancangan Topologi pada Gambar 1 disesuaikan dengan kebutuhan yang dijabarkan pada Tabel 1. Pada Gambar 2 digambarkan bagaimana gambaran lalu lintas komunikasi dari sistem yang dibangun. Sistem ini dibangun terdiri dari 1 buah Raspberry Pi 1 buah *Router* sebagai *Access point*, 1 *admin* dan beberapa *client*. Raspberry Pi berfungsi sebagai *server* VoIP yang menjadi alternatif *server* VoIP pada umumnya yang digunakan pada komputer biasa atau komputer *server*. *Router* berfungsi sebagai *access point* yang membagi atau menyebarkan IP dari *server* ke seluruh *client*. *Admin* berfungsi sebagai *client control management*.

## 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Setelah dibangunnya *server* dan *client* selanjutnya dilakukan pengujian sistem dengan skenario sebagai berikut:

1. Fungsionalitas komunikasi antar *client*.
2. *Quality of service* (QoS) pada layanan VoIP.
3. Pengaturan batasan *bandwidth* yang dapat dilalui tidak melebihi dari 1 Mbps.
4. Kinerja prosesor Raspberry Pi meliputi *CPU usage* dan suhu.

### 3.1 Fungsionalitas Komunikasi Antar *Client*

Sebelum melakukan panggilan, administrator perlu menambahkan *client* pada *server* VoIP dengan mendaftarkannya pada *client* SIP kemudian *client* juga mengonfigurasi dirinya dengan memberikan nama dan *caller ID* pada aplikasi *softphone* yang telah tertanam. Setelah *client* terdaftar pada *server* VoIP, maka panggilan antar *client* dapat berlangsung.

### 3.2 *Quality of service* pada Layanan VoIP

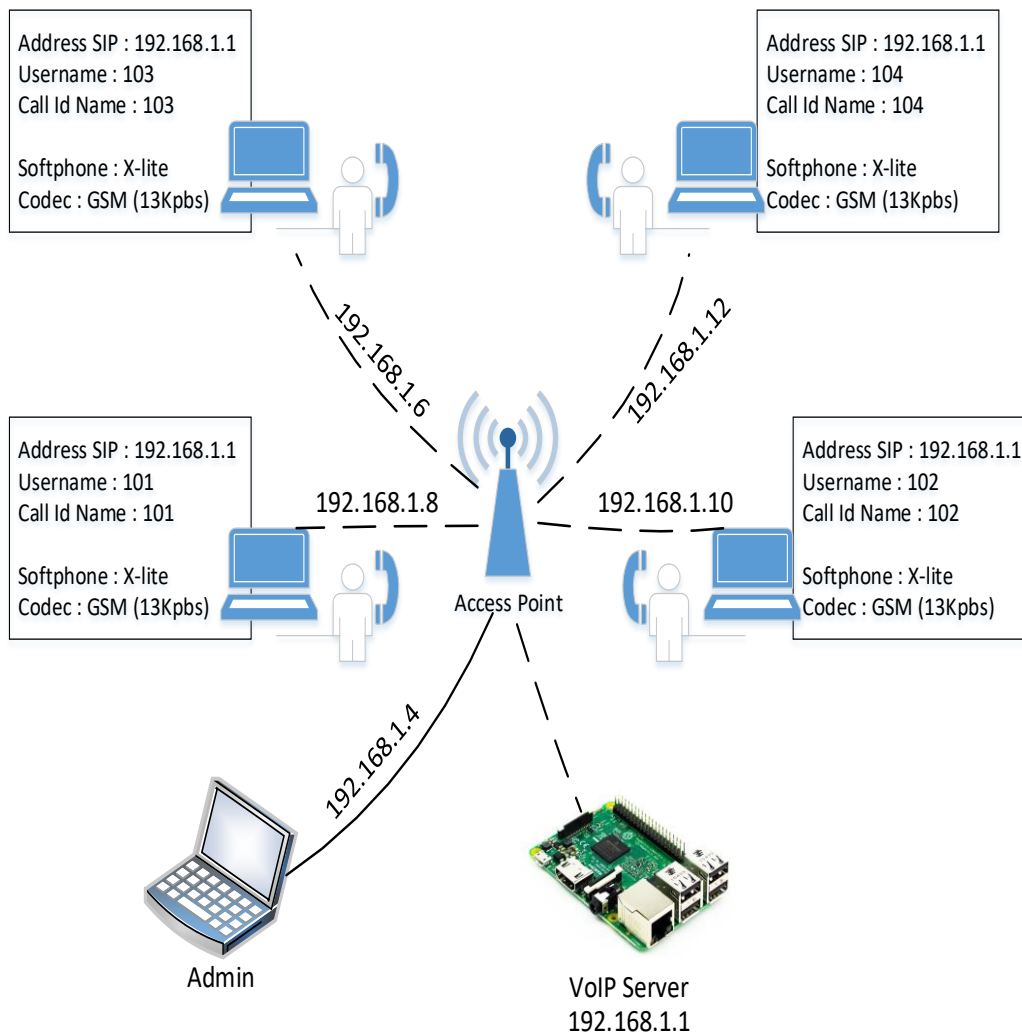
Dari pengujian yang dilakukan pada dua belas *client* secara simultan didapat nilai rata-rata pada *jitter* 1.102ms, *delay* 0.4463ms, *throughput* 16.36KBps, dan *packet loss* 0.889%. Data pengukuran *Quality of Service* (QoS) ini terinci pada Tabel 2.

### 3.3 Pengaturan *Bandwidth*

Melalui RasPBX, administrator dapat melakukan pengaturan *bandwidth* maksimum yang dapat dilalui oleh masing-masing *client*. Pada jaringan yang dibangun pada penelitian ini, *bandwidth* maksimum yang dapat dilalui adalah tidak melebihi dari 1Mbps. Untuk mengukur besar *bandwidth* yang digunakan oleh masing-masing *client* dapat terpantau pada TCPDump dengan rinci pada Tabel 3.

### 3.4 Kinerja prosesor Raspberry Pi

Pengukuran Tabel 4 terhadap prosesor Raspberry Pi juga dilakukan untuk menguji ketahanan, sehingga Raspberry Pi dapat dijadikan sebagai *server*.



Gambar 1. Topologi Perancangan Sistem

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP											
+ Add Extension Quick Create Extension Delete Search											
<input type="checkbox"/>	Extension	Name	CW	DND	FM/FM	CF	CFB	CFU	Type	Actions	
<input type="checkbox"/>	1000	pi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sip		
<input type="checkbox"/>	1001	andro1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sip		
<input type="checkbox"/>	1002	win1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sip		
<input type="checkbox"/>	1003	win2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sip		
<input type="checkbox"/>	1004	andro2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sip		
<input type="checkbox"/>	1005	andro3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sip		
<input type="checkbox"/>	1006	win4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sip		
<input type="checkbox"/>	1007	win5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sip		
<input type="checkbox"/>	1008	andro4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sip		
<input type="checkbox"/>	1009	win6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sip		

(a)

Account settings

Account name:  1  
 Caller ID:  2

Credentials  
 Enter your SIP account credentials  
 Extension:  3  
 ID:  4  
 Password:  5

My location  
 Specify the IP of your PBX/SIP server  
 I am in the office - local IP  6 of PBX  
 I am out of the office - external IP  of PBX

Use 3CX Tunnel  
 Eliminates firewall configuration. Requires 3CX Phone System for Windows  
 Local IP of remote PBX:   
 Tunnel password:  Port:

Use Outbound Proxy server  
 Required by some VoIP Providers. Specify IP or name.

Perform provisioning from following URL:

Advanced settings OK Cancel

(b)



(c)

Gambar 2. (a) Penambahan Client pada Server; (b) Pendaftaran Client pada Softphone Client; (c) Pengujian Interkoneksi Antar Client

Tabel 2. Pengukuran Quality of Service

No	IP Client	Jitter (ms)	Delay (ms)	Throughput (KBps)	Packet Loss (%)
1	192.168.1.13	0.342	0.0321	2.6 kbps	0.1
2	192.168.1.45	1.426	0.0371	11 kbps	0.0
3	192.168.1.50	0.068	0.0055	28 kbps	0.0
4	192.168.1.16	1.286	0.5003	26 kbps	0.0
5	192.168.1.23	1.062	0.6098	21 kbps	0.1
6	192.168.1.28	1.244	0.6609	18 kbps	2.07
7	192.168.1.17	0.406	0.0782	6.7 kbps	0.81
8	192.168.1.42	2.114	0.0035	19 kbps	0.2
9	192.168.1.36	1.289	0.2456	13 kbps	0.1
10	192.168.1.45	2.486	1.0086	20 kbps	0.59
11	192.168.1.19	0.078	1.0862	11 kbps	1.7
12	192.168.1.11	1.428	1.0886	20 kbps	5.0

Tabel 3. Pengukuran Quality of Service

No	IP Client	Bandwidth Terpakai (KBps)
1	192.168.1.13	2.6
2	192.168.1.45	11
3	192.168.1.50	28
4	192.168.1.16	26
5	192.168.1.23	21
6	192.168.1.28	18
7	192.168.1.17	6.7
8	192.168.1.42	19
9	192.168.1.36	13
10	192.168.1.45	20
11	192.168.1.19	11
12	192.168.1.11	20
Jumlah Bandwith Terpakai		196.3
Rata-rata Bandwith Terpakai		16.36

Tabel 4. Pengukuran Suhu dan CPU Usage Pada Raspberry Pi

No	Pukul	Suhu (°C)	CPU Usage (%)	Jumlah Client
1	17.00	27.1	29	4
2	19.00	27.0	29	4
3	21.00	27.0	30	4
4	23.00	29.6	36	7
5	01.00	29.5	34	6
6	03.00	29.1	34	6
7	05.00	28.7	30	4
8	07.00	28.6	30	4
9	09.00	28.5	30	4
10	11.00	32.8	48	10
11	13.00	33.3	59	12
12	15.00	31.5	36	8

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan dari proses selama implementasi dan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem, dapat disimpulkan bahwa pembangunan *server* VoIP berbasis Raspberry Pi berhasil dilakukan dan berjalan dengan baik, baik di PC ataupun di *smartphone* dengan menggunakan *softphone* 3CX *phone* untuk PC dan CSIP *simple* untuk *smartphone*. Hal ini ditunjukkan dengan kinerja prosesor Raspberry Pi saat sistem berjalan dan juga pengukuran QoS ketika komunikasi berlangsung antar *client* yang memenuhi standar QoS ITU-T G114 [10].

#### Referensi

- [1] L. Laurenz And E. Putro, "Perancangan Dan Pembangunan Sistem Voice Over Internet Protocol," Teknik dan Ilmu Komputer., Vol. 2, No. 1, Pp. 221–231, 2012.
- [2] O. Purbo And A. Raharja, "Voip Cookbook: Building Your Own Telecommunication Infrastructure," Internet Society Innovation Fund, 2010.
- [3] R. Dawood, S. Qiana, And S. Muchallil, "Kelayakan Raspberry Pi Sebagai Web Server: Perbandingan Kinerja Nginx, Apache, Dan Lighttpd Pada Platform Raspberry Pi," Jurnal Rekayasa Elektrika, Vol. 11, No. 1, Pp. 25–29, 2014.
- [4] S. F. Rakhman E, Candrasyah F, Raspberry Pi, Mikrokontroler Mungil Yang Serba Bisa. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2015.
- [5] D. N. R. Ahmad Sven Heddin Timoryansyah, Hafidudin, "Implementasi Voip Server Dengan Menggunakan Mini Pc," E-Proceeding Applied Science., Vol. 1, No. 3, Pp. 1–8, 2015.

- 
- [6] R. R. I. Irwan Andaltria, Sudjadi Sudjadi, "Layanan Call Conference Menggunakan Asterisk Di Dalam Jaringan Lokal," *Transient*, Vol. 2, No. 1, Pp. 202–208, 2013.
  - [7] Nurindriyan Bintang Pamungkas, *Simulasi Bandwidth Management Dengan Metode Queue Tree Dan Pemanfaatan Scripting Pada Router Os Mikrotik*, Tugas Akhir. Universitas Telkom Bandung, 2013.
  - [8] P. K. Sudiarta And G. Sukadarmika, "Penerapan Teknologi Voip Untuk Mengoptimalkan Penggunaan Jaringan Intranet Kampus Universitas Udayana," *Jurnal Teknologi Elektro*, Vol. 8, No. 2, Pp. 62–70, 2009.
  - [9] L. Yulianto, A. Rochim, And T. Andromeda, "Perancangan Dan Implementasi Perangkat Lunak Telephone IP Pada Jaringan Komputer Lokal," *Transmisi*, Vol. 13, No. 4, Pp. 127–134, 2011.
  - [10] International Telecommunication Union. *ITU-T Rec G114, Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks*. Geneva: ITU-T Press, 2003.