

# IMPLEMENTASI LAYANAN VOICE CALL, VIDEO CALL, INSTANT MESSAGING DAN FILE SHARING PADA WIRELESS ROUTER TL-MR3420 BERBASIS IEEE 802.11N

Muhammad Alfian<sup>\*)</sup>, Wahyul Amien Syafei, Ajub Ajulian Zahra

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)Email : [alfian.elektro@gmail.com](mailto:alfian.elektro@gmail.com)</sup>

## Abstrak

Teknologi saat ini untuk bertukar suara yang sudah banyak digunakan oleh masyarakat, salah satunya adalah telepon tradisional. Namun jika kita menggunakan panggilan telepon tradisional, selain tarif yang mahal juga letak geografis menentukan besar kecilnya biaya yang harus dikeluarkan. Kendala tersebut dapat diatasi dengan teknologi VoIP. Voice over Internet Protocol (VoIP) merupakan teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh melalui protokol internet. Server IP-PBX ini dirancang menggunakan Wireless Router TL-MR3420 dan dapat diimplementasikan sebagai server VoIP dengan menanamkan software firmware OpenWRT dan Asterisk, sebagai server instant messaging dengan menanamkan Prosody, dan server file sharing dengan menanamkan Samba. Penelitian ini akan membahas bagaimana aplikasi Linphone, aplikasi AstraChat dan aplikasi AndSMB sisi klien yang tertanam pada perangkat Android berkomunikasi dengan IP-PBX server yang menggunakan firmware OpenWRT yang tersusun dari Asterisk server, Prosody server dan Samba server yang ditanamkan pada device embedded wireless TP-Link MR3420. Sehingga menghasilkan layanan komunikasi jaringan intranet yang terhubung melalui wi-fi berupa layanan voice call, video call, instant messaging dan file sharing.

*Kata Kunci : VoIP, OpenWRT, QoS, Wireless Router TL-MR3420, Codec, Android.*

## Abstract

The current technology for exchanging voice already widely used by the people, it is the traditional telephone. But if we use traditional phone calls, in addition to expensive price also determine the size of the geographical location that determine how much cost must be paid. These obstacles can be overcome with VoIP technology. Voice over Internet Protocol (VoIP) is a technology that allows voice conversations remotely over internet protocol. Server IP-PBX is designed using the Wireless Router TL-MR3420 and can be implemented as a VoIP server by embedding firmware OpenWRT and Asterisk software, as an instant messaging server by embedding Prosody, and server file sharing by embedding Samba. This study will explore how the application Linphone, application AstraChat and application AndSMB client-side that embedded on an Android device to communicate with the IP-PBX server that uses firmware OpenWRT composed of Asterisk server, Prosody server and Samba server embedded in the device embedded wireless TP-Link MR3420. So resulting in an intranet network communication services that connect via wi-fi service in the form of a voice call, video call, instant messaging and file sharing. After that be the implementation and testing of system performance.

*Keywords: VoIP, OpenWRT, QoS, Wireless Router TL-MR3420, Codec, Android*

## 1. Pendahuluan

Penggunaan teknologi komunikasi baik suara, *video* maupun *instant messaging* membutuhkan layanan dari *provider* layanan komunikasi. Tapi masih ada daerah-daerah yang belum terjangkau layanan tersebut dan menjadi kurang efisien jika konsumen hanya

menggunakan layanan tersebut untuk komunikasi internal misal dalam suatu gedung atau wilayah kampus.

Dilatarbelakangi oleh masalah diatas, maka penulis merasa perlu merancang *Server IP-PBX (Internet Protocol-Private Branch Exchange)* yang praktis dan hemat untuk jaringan data *private intranet*. *Server IP-PBX* dirancang dengan menggunakan *Wireless Router TL-*

MR3420 yang akan diganti *firmware*-nya dengan OpenWRT lalu diinstal *software package* berupa Asterisk sebagai *server VoIP*, dimana *Voice over Internet Protocol* (VoIP) merupakan suatu sistem yang menggunakan jaringan internet untuk mengirimkan paket data suara dari suatu tempat ke tempat lainnya menggunakan perantara protokol IP[4]. Prosody sebagai *server instant messaging* dan Samba sebagai *server file sharing*. Klien VoIP menggunakan aplikasi *opensource* Linphone, klien *instant messaging* menggunakan aplikasi *opensource* AstraChat dan klien *file sharing* menggunakan aplikasi *opensource* AndSMB yang akan diinstal pada perangkat *Smartphone* Android.

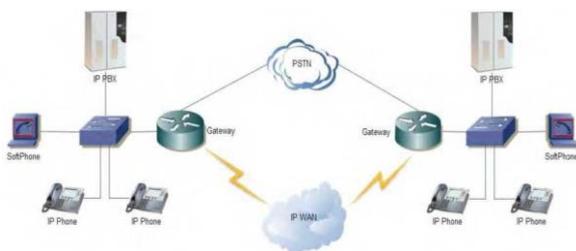
Pada penelitian sebelumnya, telah banyak implementasi sistem VoIP. Diantara penerapannya adalah untuk implementasi pada sistem *embedded wireless WRT54GL* untuk melayani komunikasi *voice call*[1], peneliti melakukan perancangan sistem untuk layanan komunikasi *voice call* dengan menggunakan sebuah *codec*. Kemudian untuk implementasi layanan komunikasi *video call* pada jaringan IMS[2], peneliti melakukan perancangan sistem untuk layanan komunikasi *video call*. Dan untuk implementasi layanan *instant messaging* pada jaringan IMS[3], peneliti melakukan perancangan sistem untuk layanan *instant messaging*.

Pada perancangan ini dibuat *IP-PBX server* yang memiliki fungsi layanan *voice call*, *video call*, *instant messaging*, dan *file sharing*. Dengan keunggulan instalasi sistem mudah dan fleksibel, menggunakan *firmware* dan aplikasi yang bersifat *opensource* dimana perkembangannya sangat cepat, dan juga bisa menjadi pilihan untuk menyediakan layanan komunikasi di daerah yang belum terjangkau layanan komunikasi. Serta kualitas yang dihasilkan memenuhi standar ITU-T Recommendation G.114 [8].

## 2. Metode

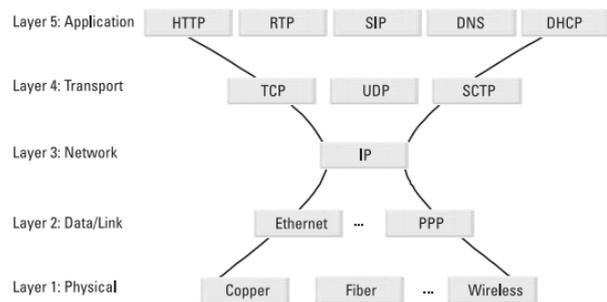
### 2.1. Voice Over Internet Protocol (VoIP)

*Voice over Internet Protocol (VoIP)* dikenal juga dengan sebutan *IP Telephony* didefinisikan sebagai suatu sistem yang menggunakan jaringan internet untuk mengirimkan paket data suara dari suatu tempat ke tempat lainnya menggunakan perantara protokol IP[4]. Jaringan IP sendiri adalah merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switch*.



Gambar 1 Diagram VoIP[5]

Pada awalnya, perkembangan *VoIP* hanya dapat dipakai antar PC multimedia dengan kualitas rendah. *VoIP* mulai banyak dijual oleh operator-operator telekomunikasi di dunia. *VoIP* bukan hanya sebuah layanan komunikasi suara, akan tetapi teknologi ini pun bisa menyediakan layanan komunikasi *video*, *file* dan *message*. Prinsip kerja dari *VoIP* adalah dengan mengkonversi data analog ke *digital* kemudian memecahnya menjadi paket-paket IP untuk kemudian dikirimkan melalui jaringan IP. Gambar 2 memperlihatkan susunan *stack* pada internet media *protocol*.



Gambar 2. Internet Multimedia Protocol Stack[6]

Tiap paket *VoIP* terdiri dari dua bagian, yakni *header* dan *payload* (beban). *Header* terdiri atas *IP Header*, *Real-time Transport Protocol (RTP)*, *User Datagram Protocol (UDP)* *header*, dan *link header*.

### 2.2. SIP (Session Initiation Protocol)

*Session Initiation Protocol* atau *SIP* merupakan salah satu standar pensinyalan dan pengontrolan sesi dari *packet telephony* yang dikembangkan oleh IETF sebagai bagian dari *Internet Multimedia Conferencing Architecture*[6]. *SIP* [RFC 2543] diajukan pada tahun 1999. *SIP* merupakan sebuah *application-layer protocol* untuk membentuk, memodifikasi, dan menterminasi sebuah sesi multimedia[7].

### 2.3. Kualitas Layanan VoIP

*Quality of Service (QoS)* adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik data tertentu untuk berbagai jenis *platform* teknologi. *QoS* tidak diperoleh langsung dari infrastruktur yang ada, melainkan diperoleh langsung dengan mengimplementasikan pada jaringan bersangkutan[4]

*Delay* merupakan faktor yang penting dalam menentukan kualitas *VoIP*. Semakin besar *delay* yang terjadi maka akan semakin rendah kualitas *VoIP* yang dihasilkan. Agar tidak terjadi suara *overlap* dalam komunikasi *VoIP*, ITU-T Recommendation G.114[8] menyediakan pedoman untuk batasan *delay* satu arah :

- a. 0 s/d 150 ms

Delay ini masih dapat diterima.

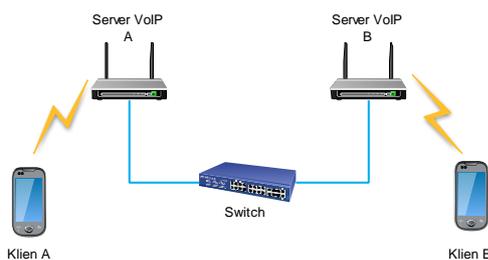
- b. 150 s/d 400 ms  
Masih dapat diterima, jika *admisitrator* waspada terhadap waktu yang dapat mempengaruhi kualitas transmisi.
- c. Di atas 400 ms  
Tidak dapat diterima untuk layanan *VoIP*.

*Jitter* merupakan variasi *delay* yang terjadi akibat adanya selisih waktu atau *interval* antar kedatangan paket di penerima. Parameter ini dapat ditangani dengan mengatur metode antrian pada *router* saat terjadi kongesti atau saat perubahan kecepatan. Paket data yang datang dikumpulkan dulu dalam *jitter buffer* selama waktu yang telah ditentukan sampai paket dapat diterima pada sisi penerima dengan urutan yang benar

*Packet Loss* (kehilangan paket data pada proses transmisi) terjadi ketika terdapat penumpukan data pada jalur yang dilewati pada saat beban puncak (*peak load*) yang menyebabkan kemacetan transmisi paket akibat padatnya trafik yang harus dilayani dalam batas waktu tertentu. Sehingga *frame* (gabungan data *payload* dan *header* yang di transmisikan) akan dibuang sebagaimana perlakuan terhadap *frame* data lainnya pada jaringan berbasis *IP*.

#### 2.4. IP-PBX Server

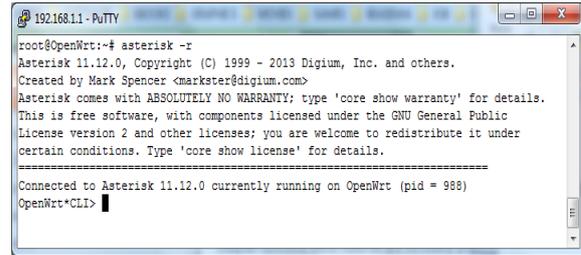
*IP-PBX server* dirancang untuk memberikan kemudahan dalam membangun jaringan komunikasi dalam suatu instansi. Dengan keunggulan lebih fleksibel karena menggunakan *Android smartphone* dan mendukung layanan lain selain *voice call* yaitu *video call*, *instant messaging* dan *file sharing*. Pada penelitian ini, *IP-PBX server* dirancang dengan menggunakan sebuah *wireless router* tipe TP-Link MR3420 yang telah ditanamkan (*embedded*) sebuah *firmware*. *Firmware* yang digunakan adalah OpenWrt versi Barrier Breaker 14.07. Setelah itu melakukan instalasi Asterisk *server* untuk aplikasi *voice call* dan *video call*, instalasi Prosody *server* untuk aplikasi *instant messaging*, dan terakhir instalasi Samba server untuk aplikasi *file sharing*. Pada sisi klien menggunakan aplikasi berbasis *Android* yaitu Linphone untuk *voice call* serta *video call*, AstraChat untuk *instant messaging*, dan And SMB untuk *file sharing*. *User* yang menggunakan *Android smartphone* melakukan komunikasi dengan cara menghubungkan koneksi via *wireless* terhadap *IP-PBX server* lalu kemudian dihubungkan via *wireless* ke *user* lainnya seperti skema pada gambar 3.



Gambar 3. Skema sistem *IP-PBX server*.

#### 2.4.1. Perancangan Asterisk Server

Langkah awal untuk melakukan instalasi Asterisk *server* adalah mempersiapkan *software package* yang dibutuhkan. Setelah *software package* pendukung Asterisk *server* telah disiapkan maka langkah selanjutnya melakukan instalasi *software package* tersebut. Untuk memeriksa Asterisk berhasil terinstal dengan baik maka masukkan perintah seperti pada gambar 4



Gambar 4. Perintah asterisk -r

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa Asterisk *server* telah aktif. Setelah itu masukkan perintah:

```
/etc/init.d/asterisk enable
```

Untuk mengaktifkan Asterisk *server* pada saat proses *boot*. Kemudian dilakukan pemrograman Asterisk *server* pada file *sip.conf* dan file *extensions.conf*. Setiap terjadi perubahan konfigurasi baik pada file *sip.conf* maupun pada file *extensions.conf* maka masukkan perintah `/etc/init.d/asterisk restart` untuk memperbaharui konfigurasi pada Asterisk *server*.

#### 2.4.2. Perancangan Prosody Server

Langkah awal untuk melakukan instalasi Prosody *server* adalah mempersiapkan *software package* yang dibutuhkan. Setelah *software package* pendukung Prosody *server* telah disiapkan maka langkah selanjutnya melakukan instalasi *software package* tersebut. Konfigurasi Prosody *server* hanya berada pada satu file yaitu pada file *prosody.cfg.lua*. File *prosody.cfg.lua* terdapat pada direktori `/etc/prosody.cf.lua`. Kemudian Prosody dibuat agar otomatis aktif saat proses *boot* dengan mengetikkan perintah:

```
/etc/init.d/prosody start  
/etc/init.d/prosody enable
```

Setelah pemrograman maka langkah selanjutnya adalah menambahkan akun yang bisa digunakan dengan mengetikkan perintah :

```
prosodyctl adduser nama@hostname
```

Lalu memasukkan *password* pada setiap akun yang telah dibuat.

### 2.4.3. Perancangan Samba Server

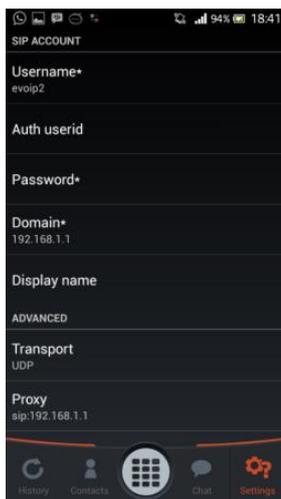
Langkah awal untuk melakukan instalasi Samba server adalah mempersiapkan *software package* yang dibutuhkan. Setelah *software package* pendukung Samba server telah disiapkan maka langkah selanjutnya melakukan instalasi *software package* tersebut. Kemudian melakukan pemrograman pada file `smb.conf.template` dan file `/etc/config/samba`. Lalu aktifkan Samba server dan juga memberi perintah agar Samba server aktif saat proses *boot* dengan perintah sebagai berikut :

```
/etc/init.d/samba enable
/etc/init.d/samba start
```

### 2.4.4. Asterisk Server Pada Aplikasi Linphone

Aplikasi Linphone adalah aplikasi bersifat *opensource* untuk *voice over ip phone (VoIP)* atau bisa disebut SIP phone yang memfasilitasi orang untuk melakukan komunikasi *voice call* dan *video call* dengan orang lain. Linphone dapat berjalan diatas berbagai macam sistem operasi diantaranya sistem operasi GNU/Linux, sistem operasi Windows dan sistem operasi MacOSX.

Langkah awal agar Linphone dapat terhubung ke Asterisk server adalah dengan melakukan *registrasi* akun yang telah terdaftar di server. Ada 4 poin yang perlu diisikan agar *registrasi* dapat berhasil, yaitu *username*, *password*, *domain*, dan *proxy*. Keempat poin tersebut sudah ditentukan oleh *admin* untuk klien. Kemudian klien mengisikan keempat poin tadi pada *form* yang ditunjukkan pada gambar 5.



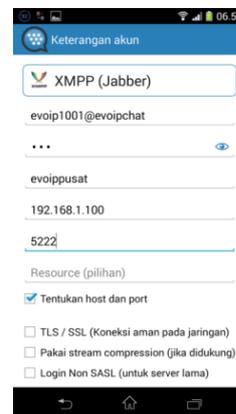
Gambar 5. Tampilan form registrasi akun

### 2.4.5. Prosody Server Pada Aplikasi AstraChat

Aplikasi AstraChat merupakan aplikasi klien berbasis Jabber (XMPP) yang sifatnya ringan yang tersedia dalam bentuk *mobile* maupun *desktop* yang menghubungkan dengan XMPP server. AstraChat bekerja diatas berbagai

macam sistem operasi antara lain Android, Blackberry 10, Apple iOS, Windows, Linux, dan Mac *desktop*. Dengan menggunakan AstraChat maka klien dapat saling berkirim pesan teks yang juga dilengkapi dengan *emoticon* yang menarik dan saling berkirim gambar.

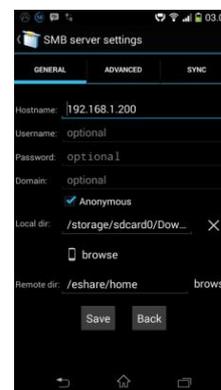
Langkah awal agar AstraChat dapat terhubung dengan Prosody server adalah dengan melakukan *registrasi* akun yang telah terdaftar di server. Ada 3 poin yang perlu diisikan agar *registrasi* dapat berhasil, yaitu *username*, *password*, dan IP *host*. Ketiga poin tersebut sudah ditentukan oleh *admin* untuk klien. Kemudian klien mengisikan ketiga poin tadi pada *form* yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan form untuk registrasi

### 2.4.6. Samba Server Pada Aplikasi AndSMB

Aplikasi AndSMB merupakan klien SMB (Samba/CIFS) untuk perangkat Android. Aplikasi ini bisa digunakan untuk menghubungkan ke *host* folder yang telah dibagikan yang berjalan diatas *platform* Windows atau Samba server. AndSMB mendukung untuk fitur *download* dan *upload* untuk file dan folder. Klien bisa memberi nama, menghapus, rincian file dan membuat folder. Tampilan menu registrasi aplikasi AndSMB dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan menu registrasi

### 3. Hasil dan Analisis

#### 3.1. Hasil Pengujian Voice Call

Pengujian ini menggunakan aplikasi Linphone sebagai klien dan Asterisk server sebagai server. Variasi *codec* yang digunakan dalam pengujian ini antara lain G711 PCMA 8 KHz, G711 PCMU 8 KHz, GSM 8 KHz, G722 8 KHz, Speex 8 KHz, Speex 16 KHz, G729 8 KHz dan iLBC 8 KHz. Data pengamatan didapatkan dari *software analyzer* bernama Wireshark.

Tabel 1. Data hasil pengujian voice call dengan variasi *codec*

Codec	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kbps)
G711 PCMU 8 KHz	60.94	13.17	79.79
G711 PCMA 8 KHz	61.06	14.25	79.92
GSM 8 KHz	61.32	13.18	29.14
G722 8 KHz	61.12	13.2	79.80
Speex 8 KHz	62.83	20.83	31.15
Speex 16 KHz	63.13	25.52	39.93
G729 8 KHz	61.3	13.78	23.96
iLBC 8 KHz	90.08	34.39	24.05

Dalam memilih *codec* kita harus memperhatikan parameter seperti besarnya *delay*, *jitter*, *packet loss*, *bandwidth codec*, *bandwidth* jaringan yang tersedia, biaya dan performansi *codec* itu sendiri[10]. Dari kedelapan *codec* yang diuji pada sistem hanya *codec* iLBC yang tidak memiliki performansi yang baik karena suara yang didengar tidak jelas, hal ini disebabkan nilai *jitter* yang besar melebihi nilai yang direkomendasikan oleh Cisco[9]. Sedangkan untuk *codec* lainnya memiliki performansi yang baik karena suara yang didengar jelas, hal ini disebabkan nilai *delay* dan *jitter* sudah memenuhi standar yang ditetapkan ITU-T[8] dan Cisco[9] dan tidak terjadi *packet loss*. Dari hasil pengujian didapatkan hasil nilai *bandwidth* terbesar yaitu *codec* G711 PCMA dengan nilai 79,92 Kbps sedangkan nilai *bandwidth* terkecil yaitu *codec* G729 dengan nilai 23,96 Kbps. Dimana kualitas *codec* G711 PCMA lebih baik dibandingkan *codec* G729. Berikut ini pertimbangan pemilihan *codec* berdasarkan tipe kanal[11] yang digunakan:

Tabel 2. Perbandingan jumlah klien antara *codec* G711 PCMA dengan *codec* G729

Tipe Kanal	Bandwidth (Mbps)	G711 PCMA (klien)	G729 (klien)
E1	2.048	24	84
E2	8.45	104	352
E3	34	424	1418
E4	144	1800	6010

#### 3.2. Hasil Pengujian Video Call

Pengujian ini menggunakan aplikasi Linphone sebagai klien dan Asterisk server sebagai server. Variasi *codec* yang digunakan dalam pengujian ini antara lain *codec* audio G711 PCMA 8 KHz, G711 PCMU 8 KHz, GSM 8

KHz, G722 8 KHz, Speex 8 KHz, Speex 16 KHz, G729 8 KHz dan iLBC 8 KHz. Sedangkan untuk *codec video* yang digunakan antara lain *codec video* H264 dan MP4V-ES.

Tabel 3. Data hasil pengujian video call menggunakan *codec video* H264 dipasangkan dengan variasi *codec audio*

Codec	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kbps)
G711 PCMU 8 KHz	151.89	7.54	98.97
G711 PCMA 8 KHz	147.95	7.59	123.77
GSM 8 KHz	145.06	7.68	144.30
G722 8 KHz	142.54	7.12	139.05
Speex 8 KHz	147.1	6.58	133.96
Speex 16 KHz	143.33	6.05	153.38
G729 8 KHz	151.93	6.76	101.61
iLBC 8 KHz	149.9	8.79	122.65

Tabel 4. Jumlah total *throughput video call codec* H264 dengan variasi *codec audio*.

Jenis Codec	Throughput Codec Audio (Kbps)	Throughput Codec Video (Kbps)	Throughput Total (Kbps)
G711 PCMU	79.79	98.97	178.66
G711 PCMA	79.92	123.77	203.69
GSM	29.14	144.30	173.44
G722	79.80	139.05	218.85
Speex 8 KHz	31.15	133.96	165.11
Speex 16 KHz	39.93	153.38	193.31
G729	23.96	101.61	125.57
iLBC	24.05	122.65	146.7

Dari kedelapan *codec* yang diuji pada sistem hanya ketika dipasangkan dengan *codec* G711 PCMU dan G729 yang kurang memiliki performansi yang baik karena video terlihat kurang lancar, hal ini disebabkan nilai *delay* yang besar melebihi nilai yang direkomendasikan oleh ITU-T[8]. Sedangkan untuk *codec* lainnya memiliki performansi yang baik karena video yang terlihat lancar, hal ini disebabkan nilai *delay* dan *jitter* sudah memenuhi standar yang ditetapkan ITU-T[8] dan Cisco[9] dan tidak terjadi *packet loss*. Dari hasil pengujian didapatkan hasil nilai *bandwidth* terbesar dijumlahkan dengan *codec* audio yaitu *codec* G722 dengan nilai 218,85 Kbps sedangkan nilai *bandwidth* terkecil yaitu *codec* Speex 8 KHz dengan nilai 165,11 Kbps. Untuk *codec* G729 mendapatkan hasil *bandwidth* lebih kecil lagi yaitu 125,57 Kbps dengan catatan nilai *delay* melebihi ketentuan ITU-T tapi masih dalam batasan yang masih dapat diterima. Dimana kualitas *codec* G722 lebih baik dibandingkan *codec* Speex 8 KHz dan *codec* Speex 8 KHz lebih baik dibandingkan *codec* G729. Berikut ini pertimbangan pemilihan *codec* berdasarkan tipe kanal[11] yang digunakan:

Dari kedelapan *codec* yang diuji pada sistem, semua kurang memiliki performansi yang baik karena video terlihat kurang lancar, hal ini disebabkan nilai *delay* yang besar melebihi nilai yang direkomendasikan oleh ITU-T[9]. Tapi walaupun begitu nilai *jitter* masih sesuai ketentuan Cisco[9] dan tidak terdapat *packet loss*,

sehingga informasi video yang dikirimkan masih bisa diterima. Dari hasil pengujian didapatkan hasil nilai *bandwidth* terbesar dijumlahkan dengan *codec* audio yaitu *codec* G711 PCMU dengan nilai 148,66 Kbps sedangkan nilai *bandwidth* terkecil yaitu *codec* Speex 8 KHz dengan nilai 88,69 Kbps. Dimana kualitas *codec* G711 PCMU lebih baik dibandingkan *codec* Speex 8 KHz. Berikut ini pertimbangan pemilihan *codec* berdasarkan tipe kanal[11] yang digunakan:

Tabel 5. Perbandingan jumlah klien antara *codec* G711 PCMA, *codec* Speex 8 KHz dan *codec* G729.

Tipe Kanal	Bandwidth (Mbps)	G722 (klien)	Speex 8 KHz (klien)	G729 (klien)
E1	2.048	8	12	16
E2	8.45	38	50	66
E3	34	154	204	270
E4	144	656	872	1146

Tabel 6. Data hasil pengujian *video call* dengan *codec video* Mp4V-ES dipasangkan dengan semua variasi *codec audio*

Codec	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kbps)
G711 PCMU 8 KHz	274.93	18.62	68.87
G711 PCMA 8 KHz	279.5	13.49	61.74
GSM 8 KHz	281.85	22.27	61.93
G722 8 KHz	290.1	11.97	63.00
Speex 8 KHz	285.81	18.26	57.54
Speex 16 KHz	287.04	13.79	60.16
G729 8 KHz	279.64	15.67	66.51
iLBC 8 KHz	287.34	12.78	61.15

Tabel 7. Jumlah total *throughput video call* *codec* MP4V-ES dengan variasi *codec audio*.

Jenis Codec	Throughput Codec Audio (Kbps)	Throughput Codec Video (Kbps)	Throughput Total (Kbps)
G711 PCMU	79.79	68.87	148.66
G711 PCMA	79.92	61.74	141.66
GSM	29.14	61.93	91.07
G722	79.80	63.00	142.80
Speex 8 KHz	31.15	57.54	88.69
Speex 16 KHz	39.93	60.16	100.09
G729	23.96	66.51	90.47
iLBC	24.05	61.15	85.20

Tabel 8. Perbandingan jumlah klien antara *codec* G711 PCMU dengan Speex 8 KHz.

Tipe Kanal	Bandwidth (Mbps)	G711 PCMU(klien)	Speex 8 KHz(klien)
E1	2.048	14	24
E2	8.45	56	96
E3	34	228	382
E4	144	968	1622

Dari hasil perbandingan kedua *codec video* dapat terlihat bahwa kualitas video dengan menggunakan *codec video* MP4V-ES kurang baik dibandingkan dengan menggunakan *codec video* H264. Tetapi *codec video* MP4V-ES bisa menjadi pilihan jika yang diutamakan adalah untuk menghemat *bandwidth* agar klien yang dapat dilayani bisa lebih banyak lagi, sedangkan jika ingin mengutamakan kualitas maka *codec video* H264 bisa menjadi pilihan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan hasil pengujian registrasi masing-masing aplikasi terhadap *IP-PBX server* menghasilkan hasil 100 % berhasil. Pada pengujian *voice call*, didapatkan hasil nilai *bandwidth* terbesar yaitu *codec* G711 PCMA dengan nilai 79,92 Kbps sedangkan nilai *bandwidth* terkecil yaitu *codec* G729 dengan nilai 23,96 Kbps. Pada pengujian *video call* dengan *codec* H264, didapatkan hasil nilai *bandwidth* terbesar dijumlahkan dengan *codec* audio yaitu *codec* G722 dengan nilai 218,85 Kbps sedangkan nilai *bandwidth* terkecil yaitu *codec* Speex 8 KHz dengan nilai 165,11 Kbps. Untuk *codec* G729 mendapatkan hasil *bandwidth* lebih kecil lagi yaitu 125,57 Kbps dengan catatan nilai *delay* melebihi ketentuan ITU-T tapi masih dalam batasan yang masih dapat diterima. Pada pengujian *video call* dengan *codec* MP4V-ES, didapatkan hasil nilai *bandwidth* terbesar dijumlahkan dengan *codec* audio yaitu *codec* G711 PCMU dengan nilai 148,66 Kbps sedangkan nilai *bandwidth* terkecil yaitu *codec* Speex 8 KHz dengan nilai 88,69 Kbps.

#### Referensi

- [1]. Syafindra RA. "Analisa performansi dan kualitas kanal VoIP pada sistem *embedded wireless* IP-PBX berbasis IEEE 802.11G". Tugas Akhir. Dept. Teknik Telekomunikasi. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. Indonesia. 2011.
- [2]. Suardy KA. "Implementasi layanan *video call* pada jaringan IMS". Tugas Akhir. Dept. Teknik Elektro. Universitas Indonesia. Depok. Indonesia. 2010.
- [3]. Noveanto MS. "Analisa performansi layanan *instant messaging* pada implementasi *open IMS core*". Tugas Akhir. Dept. Teknik Elektro. Universitas Indonesia, Depok. Indonesia. 2010.
- [4]. Tharom T, Purbo OW. *Teknologi VoIP (Voice Over Internet Protocol)*. Jakarta . Indonesia : PT. Elex Media Komputindo. 2001.
- [5]. Davidson JP. *Voice Over IP Fundamentals (2nd Edition)*. Indianapolis. USA : Cisco Press. 2007.
- [6]. Johnston AB. *SIP: Understanding The Session Initiation Protocol (3rd Edition)*. Norwood. USA : Artech House. 2009.
- [7]. Chen JC, Zhang T. *IP-Based Next-Generation Wireless Networks*. New Jersey. USA : John Wiley & Sons., Inc. 2004.

- [8]. *One Way Transmission Time*. ITU-T Recommendation G.114. 2003.
- [9]. Szigeti T, Barton R, Briley K, Hattingh C. *End-to-End QoS Network Design Quality of Service for Rich-Media & Cloud Networks (2nd edition)*. Indianapolis. USA : Cisco Press. 2014.
- [10]. Hartpence B. *Packet Guide to Voice Over IP*. Sebastopol. USA : O'Reilly Media., Inc. 2013.
- [11]. Austerberry D. *The Technology of Video and Audio Streaming*. urlington. USA : Focal Press. 2005.