

# LAYANAN CALL CONFERENCE MENGGUNAKAN ASTERISK DI DALAM JARINGAN LOKAL

Irwan Andaltria<sup>\*)</sup>, Sudjadi, and R. Rizal Isnanto

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

<sup>\*)</sup>E-mail: [irwan.andaltria@gmail.com](mailto:irwan.andaltria@gmail.com)

## Abstrak

Teknologi VoIP (Voice over Internet Protocol) adalah teknologi yang melewatkan paket data suara digital melalui jaringan internet. Penerapan VoIP dengan protokol SIP dewasa ini bisa dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang khusus dibuat untuk memberikan layanan komunikasi VoIP, Asterisk adalah salah satu perangkat lunak tersebut. Asterisk berperan sebagai server SIP yang melakukan otentikasi pengguna, membuat rute pensinyalan, dan menghubungkan antar pengguna VoIP. Asterisk mampu memberikan layanan Call Conference yang mampu meningkatkan efisiensi koordinasi di dalam lingkungan kerja sebuah organisasi. Penelitian ini membahas mengenai pemasangan dan konfigurasi Asterisk sebagai server SIP guna memfasilitasi kebutuhan layanan call conference melalui fitur ConfBridge. Penerapan Asterisk pada penelitian ini dilakukan di dalam lingkungan jaringan lokal nirkabel. Setiap pengguna yang berada dalam cakupan sinyal jaringan lokal nirkabel (WiFi) ini dapat saling berkomunikasi atau melakukan konferensi melalui perangkat telepon SIP.

*Kata kunci : VoIP, SIP, Asterisk, Linux, ConfBridge, LAN, komunikasi, QoS, MOS*

## Abstract

The technology of VoIP (Voice over Internet Protocol) is a technology of digital voice data packets passing through the Internet. In this way, VoIP can replace analog phone system functions as a means of voice telecom. Implementation of VoIP with SIP today can be done using software specifically designed to provide VoIP communication services, Asterisk is one such software. Asterisk acts as a SIP server to authenticate users, create signaling routes, and linking between VoIP users. Asterisk Conference Call is able to provide services that improves the efficiency of co-ordination in the working environment of an organization. This project is about planning, implementing and configuring Asterisk as a SIP server to facilitate Call Conference service through ConfBridge feature. Implementation of Asterisk in this research is done within the local wireless network. Each user within the scope of the local network signal (WiFi) will be able to communicate or conduct a conference via SIP phone devices.

*Key words: VoIP, SIP, Asterisk, ConfBridge, Linux, LAN, communication, QoS, MOS*

## 1. Pendahuluan

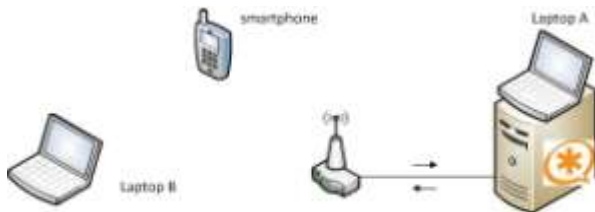
Teknologi VoIP (*Voice over Internet Protocol*) menawarkan suatu solusi yang baik dalam menjawab kebutuhan komunikasi yang lebih efisien. VoIP memungkinkan mobilitas dan percakapan multiarah yang lebih cepat dan mudah. Dengan sudah terpasangnya jaringan area lokal (Local Area Network) pada sebagian besar organisasi, maka penerapan VoIP tidaklah menjadi kendala besar. Melalui jaringan area lokal ini bisa dibangun sebuah sistem VoIP yang mampu memenuhi kebutuhan komunikasi dalam suatu organisasi. Salah satu aplikasi yang mampu memberikan layanan optimal VoIP adalah Asterisk. Asterisk memiliki berbagai macam layanan VoIP termasuk *call conference*. Asterisk mampu

menciptakan sebuah ruangan virtual di mana para anggotanya bisa masuk dan melakukan diskusi menggunakan komputer atau *smartphone*. Dengan *smartphone*, pengguna tidak harus berada di depan komputer dan menggunakan *headset*nya untuk menghadiri diskusi *call conference*. Mode komunikasi seperti ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi komunikasi dan produktifitas kerja sebuah organisasi. Asterisk berjalan pada sistem operasi Linux. Hal ini dikarenakan penciptaan dan pengembangan Asterisk selalu menggunakan Linux. Dasar dari perangkat lunak Asterisk meliputi banyak fitur yang disediakan dari sistem PBX, seperti *voice mail*, *conference calling*, *video conference*, dan lain sebagainya. Pengguna dapat membuat fungsi yang baru dengan menambahkan

perintah *dial plan* pada *extention* dengan bahasa yang dimiliki oleh Asterisk dengan menambahkan *modules*. Asterisk menyediakan banyak layanan selain panggilan langsung. Antara lain adalah *voicemail*, *video conference*, dan *call conference*. *Call conference* dalam satu hal lebih unggul daripada *video conference*, yaitu perihal pemakaian lebar pita (*bandwidth*). Karena yang ditransmisikan hanyalah data berupa suara digital, tanpa video, maka relatif penggunaan *bandwidth* juga lebih kecil dibandingkan dengan *video conference*. Hal ini membuat *call conference* menjadi pilihan yang lebih sesuai saat diperlukan pertemuan atau rapat yang tidak mengutamakan presentasi visual.

## 2. Metode

### 2.1. Jaringan Area Lokal



Gambar 1 Topologi jaringan lokal

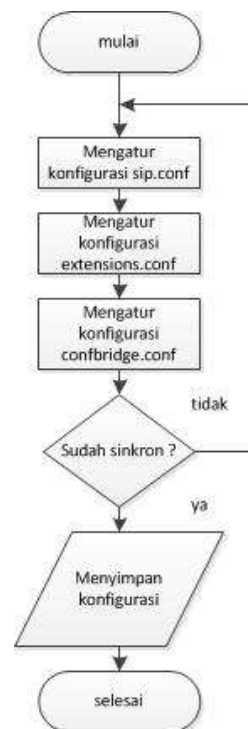
Gambar 1 menunjukkan gambaran mengenai sistem jaringan komputer yang digunakan dalam mengimplementasikan sistem VoIP. Dalam gambar 1 terdapat tiga agen pengguna dan satu agen *server*. Tiga perangkat agen pengguna terdiri dari dua PC Laptop dan satu *smartphone*. Dua perangkat (laptop B dan *smartphone*) terhubung ke *server* melalui *router wifi*, sedangkan Laptop A terhubung dengan *server* secara virtual (*bridged*). Laptop A digambarkan menempel dengan *server* Asterisk guna menyatakan bahwa PC Laptop tersebut selain berperan sebagai agen pengguna, juga berperan sebagai agen *server*.

Asterisk sebagai *server* SIP akan dijalankan pada sistem operasi Linux Ubuntu Server 10.04 64 bit. Sistem operasi ini dipilih karena selain stabil, sistem operasi ini memiliki banyak dokumentasi yang bisa mudah diperoleh melalui internet. Pembangunan *server* SIP tidak bisa secara langsung dilakukan. Sebelum memasang Asterisk, perlu disiapkan suatu lingkungan penunjang. Lingkungan penunjang ini meliputi sistem operasi, pemenuhan kebutuhan paket dan modul penyokong. Gambar 2 menunjukkan diagram alir perancangan *server* SIP menggunakan Asterisk.



Gambar 2 Perancangan *server* SIP dengan Asterisk

### 2.2. Konfigurasi Asterisk



Gambar 3 Perancangan konfigurasi Asterisk.

Layanan *call conference* diatur konfigurasinya di dalam berkas *confbridge.conf* yang disimpan dalam direktori */etc/asterisk*. Agar konfigurasi *confbridge.conf* dapat berfungsi dengan baik, berkas *sip.conf* dan *extensions.conf* harus dikonfigurasi dan disinkronisasikan dahulu. Diagram alir pada Gambar 3 dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Mengatur konfigurasi kanal pengguna pada berkas *sip.conf*.
2. Mengatur konfigurasi *dialplan* pada berkas *extensions.conf*.
3. Mengatur konfigurasi aplikasi *ConfBridge* pada berkas *conbridge.conf*.
4. Memeriksa sinkronisasi antar konfigurasi. Jika belum sinkron, maka perlu dilakukan pemeriksaan ulang konfigurasi.

Menyimpan pengaturan konfigurasi pada sistem.

### 2.2.1 Konfigurasi *sip.conf*

Berkas konfigurasi saluran *sip.conf* berisi konfigurasi untuk *driver* kanal *chan\_sip.so*. Berkas konfigurasi kanal juga berisi informasi yang diperlukan perangkat telepon untuk menghubungi dan berinteraksi dengan Asterisk. Pendefinisian perangkat SIP disesuaikan dengan nama pengguna yang terdaftar. Nomor SIP URI (*Uniform Resource Identifier*) pengguna dituliskan dengan format *sip:username@domain*. Salah satu contohnya adalah *sip:2016@192.168.0.110*. Tabel 1 menampilkan daftar pengguna beserta nomor SIP URI. SIP URI (*Session Initiation Protocol Uniform Resource Identifier*) adalah nomor identifikasi perangkat SIP.

Tabel 1 Daftar SIP URI pengguna.

Nama	SIP URI
Irwan Andaltria	<i>sip:2016@192.168.0.110</i>
Fajar Mubarok	<i>sip:2017@192.168.0.110</i>
Andhika Prong	<i>sip:2018@192.168.0.110</i>

Berkas *sip.conf* perlu menyimpan SIP URI pengguna agar dapat mengenali perangkat SIP pengguna saat meminta *server* melakukan sambungan tertent. Berkas *sip.conf* disimpan pada direktori */etc/asterisk/sip.conf*. Pengaturan *sip.conf* adalah sebagai berikut.

```
[general]
context=unauthenticated
allowguest=no
srvlookup=yes
udpbinding=0.0.0.0
tcpenable=no ..... (1)
```

```
[telepon-kantor](!)
type=friend
context=LocalSets
host=dynamic
nat=yes
secret=irwanoke
dtmfmode=auto
disallow=all
allow=gsm ..... (2)
```

Kode (1) mendefinisikan perilaku kanal secara umum. Kode (2) mendefinisikan sebuah *template* perangkat SIP bernama *telepon-kantor*. Kode (3) berikut mendefinisikan instantiasi perangkat SIP.

```
[2016] (telepon-kantor)
username=Irwan Andaltria
secret=irwan7
[2017] (telepon-kantor)
username=Fajar Mubarok
secret=mubarok
[2018] (telepon-kantor)
username=Andika Prong
secret=prongs ..... (3)
```

### 2.2.2 Konfigurasi *extensions.conf*

*Dialplan* adalah seperangkat kode aturan yang berfungsi mendistribusikan sinyal. Pengaturan *dialplan* berada di dalam berkas konfigurasi *extensions.conf*. Pada berkas ini dilakukan pengaturan tujuan panggilan dari perangkat SIP. Jika tidak ada *dialplan*, maka ketika pengguna melakukan komunikasi akan mengalami hambatan karena sinyal yang dihasilkan tidak tahu harus melewati jalur mana untuk mencapai perangkat SIP yang dituju. *Dialplan* tidak berguna tanpa informasi perangkat SIP, demikian pula *sip.conf* tidak dapat melayani panggilan dari pengguna tanpa *dialplan*.

```
exten => 105,1,Answer()
same =>n,ConfBridge(1234,bridge_divisi1,
user_anggota,menu_user)
exten => 1105,1,Answer()
same => n,ConfBridge(1234,bridge_divisi1,
user_admin,menu_admin) .....(4)
```

Pengaturan pada kode (4) mendefinisikan rute distribusi sinyal. Setiap pengguna terdaftar yang menghubungi nomor 105 akan memasuki ruang konferensi sebagai anggota, sedangkan pengguna yang menghubungi nomor 1105 memasuki ruang konferensi sebagai admin.

### 2.2.3 Konfigurasi *conbridge.conf*

Aplikasi *ConfBridge* perlu diatur konfigurasinya terlebih dahulu agar dapat memberikan layanan *call conference*. Aplikasi *ConfBridge* memiliki konfigurasi yang tersimpan pada berkas *conbridge.conf* yang terdapat pada */etc/asterisk/conbridge.conf*. Pengaturan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

```
[user_admin]
type=user
admin=yes
marked=yes
music_on_hold_when_empty=yes
music_on_hold_class=default
announce_user_count=yes
announce_user_count_all=yes
announce_only_user=yes
denoise=yes
pin=123
announce_join_leave=yes ..... (5)
```

```
[user_anggota]
type=user
```

```
music_on_hold when_empty=yes
music_on_hold_class=default
announce_user_count=yes
announce_user_count_all=yes
wait_marked=yes
end_marked=yes
denoise=yes
pin=456
announce_join_leave=yes
```

..... (6)

```
[bridge_divisi1]
type=bridge
max_members=10
record_conference=yes
internal_sample_rate=auto
```

..... (7)

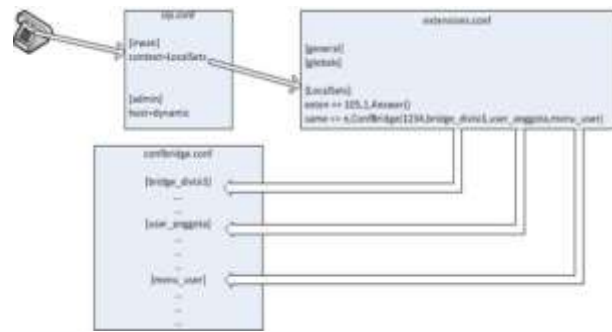
```
[menu_user]
type=menu
*=playback_and_continue(conf-usermenu)
*1=toggle_mute
1=toggle_mute
*4=decrease_listening_volume
4=decrease_listening_volume
*6=increase_listening_volume
6=increase_listening_volume
*7=decrease_talking_volume
7=decrease_talking_volume
*8=leave_conference
8=leave_conference
*9=increase_talking_volume
9=increase_talking_volume
```

..... (8)

```
[menu_admin]
type=menu
*=playback_and_continue(conf-adminmenu)
*1=toggle_mute
1=toggle_mute
*2=admin_toggle_conference_lock
2=admin_toggle_conference_lock
*3=admin_kick_last
3=admin_kick_last
*4=decrease_listening_volume
4=decrease_listening_volume
*6=increase_listening_volume
6=increase_listening_volume
*7=decrease_talking_volume
7=decrease_talking_volume
*8=no_op
8=no_op
*9=increase_talking_volume
9=increase_talking_volume
```

..... (9)

Pendefinisian pengguna berstatus admin dan anggota diatur pada kode (5) dan (6). Kode (7) mendefinisikan perilaku *bridge*. Sedangkan kode (8) dan (9) mendefinisikan menu milik yang bisa diakses melalui tombol antarmuka selama konferensi berlangsung.

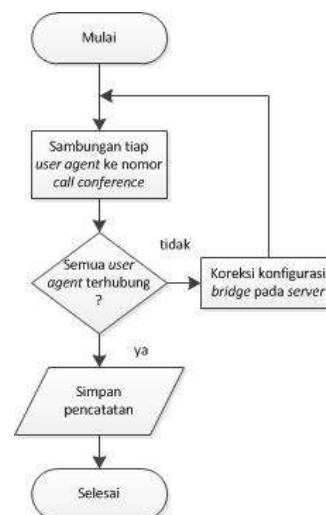


Gambar 4 Hubungan antara *sip.conf*, *extensions.conf* dan *confbridge.conf*.

### 2.3. Softphone

Pengguna memerlukan antarmuka atau perangkat telepon IP agar dapat menggunakan layanan VoIP dan *Call Conference*. Antarmuka yang digunakan dalam PENELITIAN ini berupa *softphone* XLite dan CSipSimple. XLite adalah *softphone* yang berjalan pada PC Desktop / Laptop dan *softphone* CSipSimple dapat berjalan pada *smartphone* bersistem operasi Android. Setiap *softphone* yang akan digunakan harus diatur konfigurasinya terlebih dahulu agar dapat berkomunikasi dengan sistem. Berikut adalah cara pengaturan konfigurasi *softphone* XLite dan CSipSimple.

### 2.4. Perancangan Pengujian Call Conference



Gambar 5 Diagram alir rencana pengujian *call conference*

Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui apakah *bridge* yang disiapkan *server* mampu melakukan fungsinya sebagai penghubung semua pengguna untuk berkomunikasi secara langsung. Semua pengguna akan melakukan panggilan ke nomor *call conference* secara berurutan dari pengguna A, kemudian pengguna B, dan pengguna C. Setelah selesai, maka dilakukan

penyimpanan semua rekaman statistik arus panggilan selama pengujian berlangsung.

### 3. Hasil dan Analisis

Pengujian layanan *call conference* mengacu kepada beberapa aspek pengaturan konfigurasi *ConfBridge*, yaitu:

1. Kesesuaian antara *dialplan* dan *ConfBridge*.
2. Otentikasi pengguna.
3. Pemisahan hak pengguna berstatus admin dan anggota.
4. Perikaman perbincangan dalam konferensi.
5. Fungsi menu.

AsteriskCLI sangat berguna untuk mengetahui apakah sistem bekerja sesuai dengan pengaturan. Kelemahan AsteriskCLI adalah pelaporan yang dihasilkan berupa teks. Selain menggunakan AsteriskCLI, pengawasan sistem di dalam jaringan juga dilakukan dengan VQManager dan Wireshark. Aspek yang dimonitor dengan kedua perangkat lunak tersebut adalah :

1. Penggunaan bandwidth pengiriman paket di dalam sistem.
2. Laporan sumber panggilan dan tujuan panggilan.
3. Alamat IP perangkat SIP.
4. Grafik proses panggilan *call onference*.

	Total	Min	Max	Avg
SIP	1.5 MB	0 kbps	1.2 kbps	0.3 kbps
Skinner	0 KB	0 kbps	0 kbps	0 kbps
H.323	0 KB	0 kbps	0 kbps	0 kbps
Voice	50.2 MB	0 kbps	221 kbps	10.8 kbps
Others	4.7 GB	10.2 kbps	1.4 mbps	1 mbps

Gambar 6 Pencatatan penggunaan bandwidth di dalam sistem dengan VQManager.

Gambar 6 menunjukkan pencatatan *bandwidth* yang digunakan oleh sistem dalam melakukan pengiriman paket data selama *call conference*. Penggunaan *bandwidth* protokol SIP relatif jauh lebih kecil dari penggunaan *bandwidth* paket suara. Hal ini karena protokol SIP hanya berguna melakukan komunikasi sinyal untuk mengatur hubungan komunikasi antar perangkat.

Initial	Speaker	From	To	Protocol	Package	State
182.168.0.102	Pajar Mubara	+sip:105@192.168.0.110	*309*+sip:105@192.168.0.110	SIP		9 COMPLETED
182.168.0.104	Andhika Prong	+sip:2016@192.168.0.110	+sip:105@192.168.0.110	SIP		15 COMPLETED
182.168.0.104	Andhika Prong	+sip:2016@192.168.0.110	+sip:105@192.168.0.110	SIP		6 REJECTED
182.168.0.104	Andhika Prong	+sip:2016@192.168.0.110	+sip:105@192.168.0.110	SIP		25 COMPLETED
182.168.0.102	Pajar Mubara	+sip:105@192.168.0.110	*309*+sip:105@192.168.0.110	SIP		13 COMPLETED
182.168.0.102	Irwana Andhika	+sip:2016@192.168.0.110	*309*+sip:105@192.168.0.110	SIP		8 REJECTED
182.168.0.102	Irwana Andhika	+sip:2016@192.168.0.110	*309*+sip:105@192.168.0.110	SIP		6 REJECTED
182.168.0.102	Irwana Andhika	+sip:2016@192.168.0.110	*309*+sip:105@192.168.0.110	SIP		9 COMPLETED
182.168.0.102	Pajar Mubara	+sip:105@192.168.0.110	*309*+sip:105@192.168.0.110	SIP		11 COMPLETED

Gambar 7 Pencatatan sumber dan tujuan arus panggilan dengan Wireshark.

Gambar 7 menampilkan pencatatan arus panggilan menggunakan Wireshark. Dari pelaporan tersebut diketahui pengguna Andhika Prong dengan SIP URI sip:2018@192.168.0.110 memiliki perangkat yang menggunakan alamat IP 192.168.0.104 untuk menghubungi ruang konferensi 1234 di nomor sip:105@192.168.0.110. Begitu juga dengan perangkat dengan SIP URI sip:2016@192.168.0.110 dan SIP URI sip:2017@192.168.0.110 yang menggunakan alamat IP 192.168.0.103 dan 192.168.0.102 dalam melakukan sambungan ke ruang konferensi 1234.

#### 3.1 Pengujian Kualitas VoIP

Pengamatan pengukuran dimulai saat ada dua peserta yang melakukan percakapan di dalam ruang konferensi 1234. Percakapan dilakukan dengan durasi kurang lebih tiga menit untuk mendapatkan hasil pengukuran yang optimal. Gambar 8 menunjukkan hasil pengukuran kualitas VoIP selama percakapan di dalam konferensi berlangsung.

Initiator	Participant	Duration	Max Delay	Delay	Max Jitter	Jitter	Max Packet Loss	Packet Loss
Andhika Prong	192.168.0.104	3 menit 50 detik	21	7	21	14	0	0
Irwan Andhika	1102	4 menit 50 detik	3	1	0	0	0	0

Gambar 8 Pengukuran kualitas VoIP dengan dua orang peserta konferensi.

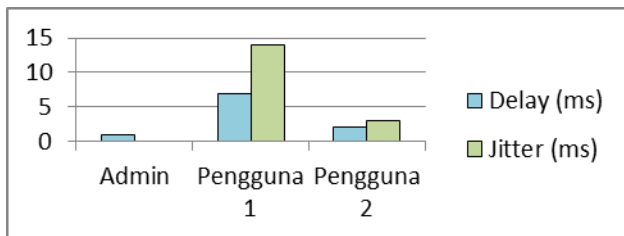
VQ Manager mengukur nilai maksimum dan rerata dari *delay*, *jitter* dan *packet loss*. Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa selama komunikasi berlangsung, pada saluran Pengguna 1 (Andhika Prong) terdapat nilai rerata *delay* sebesar 7 ms dan maksimum 21 ms. *Jitter* yang terjadi adalah sebesar 14 ms dan maksimum 21 ms. *Packet loss* yang diderita adalah 0%. Hal ini berarti semua paket data yang terkirim telah sampai ke tujuan tanpa ada kerugian/kehilangan. Nilai rerata *delay* yang terjadi pada saluran Admin (Irwana Andhika) adalah 1 ms dengan nilai maksimum 3 ms. *Jitter* yang terukur adalah sebesar 0 ms dan tidak ada paket data yang hilang.

Pengukuran selanjutnya dilakukan dengan menambahkan satu peserta konferensi. Percakapan multiarah dilakukan selama kurang lebih lima menit. Gambar 9 menunjukkan hasil pengukuran kualitas suara dengan melibatkan tiga peserta konferensi.

Initiator	Participant	Duration	Max Delay	Delay	Max Jitter	Jitter	Max Packet Loss	Packet Loss
Pajar Mubara	103	2 menit 20 detik	6	2	0	0	0	0
Andhika Prong	192.168.0.104	6 menit 13 detik	21	7	21	14	0	0
Irwana Andhika	1102	0 menit 20 detik	2	1	0	0	0	0

Gambar 9 Pengukuran kualitas VoIP dengan tiga orang peserta konferensi.

Dari hasil pengukuran yang ditunjukkan Gambar 9, kualitas saluran Admin dan Pengguna 1 tidak mengalami perubahan yang signifikan meskipun peserta konferensi telah ditambah. Pada saluran Pengguna 2 (Fajar Mubarak) terjadi *delay* dengan rerata 2 ms dan maksimum 6 ms. *Jitter* yang terukur yaitu rata-rata 3 ms dan maksimum 6 ms. Sedangkan kerugian paket tidak terjadi (0%). Meskipun Pengguna 2 dan Pengguna 1 sama-sama mengakses *server* SIP melalui *Access Point*, tampak waktu tunda yang dimiliki oleh Pengguna 2 lebih kecil daripada Pengguna 1. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan perangkat yang digunakan untuk melakukan sambungan. Pengguna 2 dalam hal ini menggunakan *softphone* yang terpasang pada PC Laptop yang memiliki daya pemrosesan data lebih tinggi dari pada Pengguna 1 yang memakai *smartphone*.



Gambar 10 Grafik perbandingan pengukuran *delay* dan *jitter* pada sisi Admin, Pengguna 1 dan Pengguna 2.



Gambar 11 Grafik pengukuran kualitas sambungan selama Call Conference berlangsung.

Gambar 11 menunjukkan pengukuran rerata kualitas pertukaran paket data secara keseluruhan saat konferensi dengan tiga peserta berlangsung. Pengukuran menghasilkan lama *Delay* yang terukur adalah 5 ms, 8 ms *jitter*, dan 0% kerugian paket. Merujuk kepada rekomendasi ITU-T<sup>[14]</sup> yang menyatakan lama *delay* pada suatu pertukaran data VoIP tidak boleh melebihi 150 ms, maka sistem ini memenuhi persyaratan tersebut. *Jitter* yang terukur adalah 8 ms. Nilai ini jauh di bawah batas maksimum yang direkomendasikan Cisco<sup>[14]</sup>, yaitu 30 ms. Parameter ini menunjukkan bahwa sistem telah memiliki performa yang berada di dalam kelayakan guna.

### 3.2 Pengukuran MOS (Mean Opinion Score)

Untuk mendapatkan nilai MOS, dilakukan *survey* terhadap pengguna *call conference* mengenai kualitas

VoIP selama melakukan konferensi. Kisaran nilai MOS adalah antara satu sampai lima (1,0 – 5,0).

Tabel 1 Hasil Pengukuran Nilai MOS

Pengguna	Nilai MOS
Admin	3,5
Pengguna 1	3,2
Pengguna 2	3,0
Rerata	3,2

Dari hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh Tabel 1, didapat rerata nilai MOS sebesar 3,2. Berpedoman pada interpretasi nilai MOS dari Tabel 2.5, nilai rerata ini menunjukkan bahwa layanan *call conference* VoIP yang disediakan sistem termasuk dalam kategori Dapat Diterima (*Acceptable*).

### Kesimpulan

Dari hasil implementasi dan pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa sistem Asterisk sebagai *server* SIP dapat diimplementasikan dengan cara virtual. Selain itu, sistem VoIP menggunakan Asterisk dapat bekerja pada lingkungan jaringan nirkabel lokal. Asterisk dapat digunakan untuk memberikan layanan *call conference* dengan melakukan pengaturan-pengaturan pada konfigurasi *sip.conf*, *dialplan*, dan *ConfBridge*. Pada layanan *call conference*, setiap konfigurasi pada *dialplan* harus memiliki acuan asal dari konfigurasi *sip.conf* dan acuan tujuan penggunaan pada konfigurasi *ConfBridge*.

Perangkat SIP pengguna tidak melakukan hubungan langsung dengan Perangkat SIP pengguna lain saat melakukan komunikasi, melainkan melalui *server* SIP. Efisiensi jalur pengaksesan *server* SIP oleh perangkat pengguna memengaruhi tingkat *delay* dan *jitter* yang dialami sambungan pengguna. Lebih pendek jalur yang dilalui perangkat untuk mengakses *server* SIP, lebih kecil pula tingkat *delay* dan *jitter*-nya.

Sistem layanan *call conference* yang dibangun telah memenuhi sebagian parameter kelayakan guna suatu sistem pertukaran data VoIP. Parameter tersebut adalah lama rerata *delay* 5 ms < 150 ms, *jitter* 8 ms < 30 ms. Kualitas layanan sistem termasuk ke dalam kategori Dapat Diterima (*Acceptable*) menurut perolehan nilai MOS, yaitu sebesar 3,2.

### Referensi

- [1]. Davenport, Malcolm. Matt Jordan. *Asterisk Documentation : ConfBridge 10*. Agustus 2012. <https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/ConfBridge+10>.
- [2]. Davidson, Jonathan. James Peters. Manoj Bhatia. Satish Kalidindi. Sudipto Mukherjee. *Voice over IP Fundamentals*. 2006. Amerika Serikat: Cisco Press.
- [3]. Godbole, Achyut S. *Data Communications and Networks*. 2003. Singapura : McGraw Hill Co.Ltd.

- [4]. Johnston, Alan B. *Understanding Session Initiation Protocol 3rd ed.* 2009. Norwood, Amerika Serikat : Artech House.
- [5]. Kelly, Timothy V. *VoIP For Dummies.* 2005. Amerika Serikat : Wiley Publishing Inc.
- [6]. Lammle, Todd. *CCNA™ : Cisco® Certificate Network Associate Study Guide.* 2005. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- [7]. Madsen, Leif. Jim Van Meggelen. Russel Bryant. *Asterisk : The Definitive Guide.* 2011. Amerika Serikat.
- [8]. Meggelen, Jim Van. Leif Madsen, and Jared Smith. *Asterisk™: The Future of Telephony, Second Edition.* 2007. California, Amerika Serikat : Oreilly Media Inc.
- [9]. Mohd, Alias. Ong Lee Loon. *Performance Of Voice Over Protocol (VoIP) Over A Wireless LAN For Different Audio Codecs.* Jurnal Teknologi, 47(D) Dis. 2007: 39–60. Universiti Teknologi Malaysia. <http://myais.fsktm.um.edu.my/4040/1/07.pdf>.
- [10]. Nazar Arbab. *Evaluation of VoIP Codecs over 802.11 Wireless Networks (A Measurement Study).* Master's Thesis in Computer Network Engineering. Technical report, IDE0958, November 2009. School of Information Science, Computer and Electrical Engineering. Halmstad University.
- [11]. Priyanggoro, Sigit. *Membuat Jaringan VoIP OpenSource dengan Asterisk dan X-Lite.* 2006. <http://ilmukomputer.com>.
- [12]. Purbo, Onno W. Anton Raharja. *VoIP Cookbook: Building your own Telecommunication Infrastructure.* Desember 2011. Internet Society Innovation Fund (ISIF).
- [13]. Setiawan, Dadang Budi. *Voice over Internet Protocol (VoIP) Menggunakan Asterisk Sebagai Session Initiation Protocol (SIP) Server. PENELITIAN untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana (Strata 1) Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.* 2009. Semarang.
- [14]. Szigeti, Tim. Christina Hattingh. *End-to-End QoS Network Design: Quality of Service in LANs, WANs, and VPNs.* 2004. Amerika Serikat : Cisco Press.
- [15]. Toncar, Vladimir. *VoIP Protocols : SIP Call Flow.* Februari 2013. [http://toncar.cz/Tutorials/VoIP/VoIP\\_Protocols\\_SIP\\_Call\\_Flow.html](http://toncar.cz/Tutorials/VoIP/VoIP_Protocols_SIP_Call_Flow.html).
- [16]. Usman, Uke Kurniawan. *Pengantar Telekomunikasi.* 2008. Bandung : Penerbit Informatika.
- [17]. Utomo, Eko Priyo. *Wireless Networking Panduan Lengkap Membangun Jaringan Wireless Tanpa Teknisi.* 2012. Yogyakarta : ANDI Offset.
- [18]. --. *Implementing VoIP Over Wireless Network. BreezeACCESS®VL. White Paper.* July 2006. Alvarion Ltd.