

ANALISA QUALITY OF SERVICES (QoS) VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP) DENGAN PROTOKOL H.323 DAN SESSION INITIAL PROTOCOL (SIP)

Eko Budi Setiawan

Program Studi Teknik Informatika UNIKOM

Jl. Dipatiukur 112-114 Bandung

Email : mail@ekobudisetiawan.com

ABSTRAK

Teknologi Voice over Internet Protocol (VoIP) tentu sangat menguntungkan bagi masyarakat luas karena dengan adanya VoIP maka sarana untuk melakukan komunikasi dari segi biaya yang dikeluarkan akan menjadi lebih sedikit apabila dibandingkan dengan media telepon konvensional biasa. Protokol H.323 dan Session Initiation Protocol (SIP) merupakan protokol yang dapat digunakan untuk membangun VoIP. Baik protokol H.323 dan SIP metodenya berbeda satu sama lain, sehingga tentunya perlu dilakukan suatu pengujian dan analisis untuk mengetahui kualitas yang dihasilkan dari VoIP dengan menggunakan kedua protokol tersebut. Parameter *Quality of Service* (QoS) yang digunakan untuk mengamati kualitas dari VoIP tersebut adalah delay, jitter, packet loss, serta Mean Opinion Score (MOS) yang diujikan pada 5 *audience*. Pengukuran QoS tersebut menggunakan tools VoIP Quality Monitoring VQManager yang dilakukan pada bandwidth sebesar 512 Kbps, 256 Kbps, 128 Kbps, dan 64 Kbps dengan Audio Codec G.711. Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan skema percobaan yang sama, secara umum nilai dari parameter QoS yang didapat ketika menggunakan protokol H.323 bisa dikatakan lebih baik bila dibandingkan dengan protokol SIP.

Kata Kunci : *Quality of Service (QoS), VoIP, H.323, SIP, Bandwidth.*

1. PENDAHULUAN

Voice Over Internet Protocol (VoIP) merupakan suatu teknologi yang dapat mengirimkan paket suara melalui jaringan *Internet Protocol*. Jaringan *Internet Protocol* (IP) sendiri merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switch*, sehingga dalam berkomunikasi menggunakan VoIP berarti menggunakan jaringan internet untuk melakukan komunikasi [1]. VoIP sering disebut juga dengan *IP Telephony*, *Internet Telephony* atau *Digital Phone*. Penggunaan teknologi VoIP ini tentu sangat menguntungkan bagi masyarakat luas karena dengan menggunakan layanan VoIP maka biaya

yang dikeluarkan untuk berkomunikasi menjadi lebih murah bila dibandingkan dengan media telepon biasa.

1.1 Latar Belakang

VoIP memerlukan protokol agar dapat saling berhubungan dan berkomunikasi. Beberapa protokol yang dapat digunakan dalam membangun suatu jaringan VoIP adalah protokol H.323 dan *Session Initiation Protocol* (SIP). Dalam implementasinya, kedua protokol tersebut mempunyai peranan yang sangat penting dalam membangun komunikasi menggunakan VoIP. Kualitas suara pada VoIP sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter, diantaranya adalah *bandwidth*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*. Apabila paket dari *voice* mengalami proses yang lama (*delay*) untuk sampai ke tujuan, maka dapat merusak kualitas *voice* yang terdengar. Selain itu, besarnya *jitter* dan *packet loss* juga berpengaruh terhadap kualitas dari VoIP itu sendiri. Sehingga dengan melakukan analisa terhadap nilai QoS pada VoIP yang diantaranya adalah *delay*, *jitter* dan *packet loss* dengan karakteristik *bandwidth* jaringan yang berbeda-beda serta pemilihan protokol yang digunakan yaitu H.323 dan SIP, diharapkan dapat memberikan hasil analisa terhadap nilai QoS paling baik yang dapat diimplementasikan pada jaringan VoIP.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas dari layanan VoIP antara yang menggunakan protokol H.323 dengan protokol *Session Initiation Protocol* (SIP) pada *bandwidth* yang berbeda, sehingga dapat diketahui perbandingan kualitas jaringan VoIP yang menggunakan protokol H.323 dan protokol SIP yang diketahui berdasarkan pengukuran parameter *Quality of Service* (QoS) yang akan dianalisa, yakni *delay*, *jitter*, *packet loss* serta *Mean Opinion Score* (MOS) sehingga dapat diketahui protokol mana dan berapa besar *bandwidth* yang digunakan dalam jaringan VoIP yang memberikan nilai QoS paling baik. Selain itu, disamping untuk mengetahui kualitas dari layanan VoIP yang dihasilkan,

penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kompatibilitas dari *softphone* yang digunakan pada VoIP dengan protokol H.323 dan SIP.

1.3 Rumusan Masalah

Parameter *Quality of Service* (QoS) yang terdiri dari *delay*, *jitter*, serta *packet loss* dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kualitas suara pada jaringan VoIP. Semakin kecilnya nilai dari masing-masing parameter QoS tersebut, maka kualitas dari VoIP itu sendiri menjadi semakin baik. Protokol H.323 dan SIP dapat digunakan ketika membangun VoIP. Selain parameter QoS, *bandwidth* juga sangat berpengaruh terhadap kualitas layanan yang dihasilkan, sehingga diperlukan suatu analisa terhadap kualitas layanan yang dihasilkan berdasarkan perbedaan *bandwidth* dan protokol yang berbeda. Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah untuk menganalisa parameter *Quality of Service* (QoS) pada jaringan VoIP yang dilakukan pada *bandwidth* 512 Kbps, 256 Kbps, 128 Kbps serta 64 Kbps.

1.4 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan untuk menganalisis parameter QoS ini adalah :

- Melakukan perancangan VoIP pada jaringan LAN dengan IP Versi 4.
- Melakukan implementasi VoIP dengan protokol H.323 dan SIP.
- Melakukan analisa terhadap hasil pengujian dari parameter *Quality of Service* dengan protokol yang berbeda dan *bandwidth* jaringan yang digunakan yaitu 512 Kbps, 256 Kbps, 128 Kbps serta 64 Kbps dengan menggunakan *software tools* untuk menganalisa VoIP.
- Skema pengujian yang dilakukan yaitu dengan topologi jaringan yang sama, metode serta teknik dan pengukuran yang sama antara protokol H.323 dan SIP

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cara Kerja VoIP

Konsep cara kerja VoIP yaitu dengan melakukan pengiriman sebuah sinyal secara digital. Sebelum proses transmisi (pengiriman) dilakukan, data yang berupa sinyal analog akan dikonversikan terlebih dahulu dengan ADC (*Analog to Digital Converter*) menjadi bentuk data digital. Setelah proses konversi dilakukan data digital akan ditransmisikan ke sumber tujuan. Setelah sampai, data sinyal digital tersebut akan dikonversi kembali menjadi data sinyal analog dengan DAC (*Digital to Analog Converter*) sehingga dapat diterima oleh sumber tujuan sesuai dengan data sinyal yang

ditransmisikan. Cara kerja VoIP ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Cara Kerja VoIP

2.2 Komponen VoIP

Secara umum VoIP memiliki empat komponen utama, yaitu :

- User Agent*, merupakan suatu komponen yang digunakan oleh pengguna untuk memulai dan menerima suatu sesi komunikasi. Dalam VoIP, *user agent* bisa dikatakan sebagai suatu komponen yang melakukan dial nomor telepon atau menerima nomor telepon *dial* dari VoIP.
- Proxy*, merupakan aplikasi *server* yang mengatur jaringan VoIP. *Proxy* dalam VoIP biasa juga disebut dengan istilah *IPPBX Server*.
- Protokol*, merupakan aturan komunikasi yang terjadi antara *user agent* dengan *proxy*. Protokol yang sering digunakan untuk membangun jaringan VoIP adalah H.323 dan protokol *Session Initiation Protocol* (SIP).
- Codec*, yaitu teknologi yang memampatkan data *voice* kedalam format lain sehingga menjadi lebih teratur dan mudah untuk dipaketkan. Dengan adanya *codec*, maka penggunaan *bandwidth* pada jaringan VoIP dapat dihemat.

2.3 Protokol H.323

Protokol H.323 merupakan protokol standar yang direkomendasikan oleh *International Telecommunications Union Telecommunications Sector* (ITU-T) [2]. Protokol H.323 dapat menentukan komponen dan prosedur yang menyediakan layanan komunikasi audio, video dan data melalui jaringan berbasis paket. Protokol H.323 dapat digunakan untuk layanan multimedia seperti komunikasi suara, *video telephony* dan data. Untuk jaringan VoIP, protokol H.323 terdiri atas empat komponen penting yang saling terhubung yaitu *terminal*, *gateway*, *gatekeeper*, dan *multipoint control unit*. [3]

2.4 Protokol Session Initiation Protocol (SIP)

Session Initiation Protocol (SIP) merupakan protokol yang berada pada layer aplikasi yang mendefinisikan proses awal, perubahan dan pemutusan suatu sesi komunikasi multimedia. SIP dapat mengontrol sinyal untuk jaringan IP [4]. Protokol SIP ini didalamnya terdiri dari beberapa

protokol, diantaranya adalah *Real Time Protocol* (RTP) dan *Real Time Control Protocol* (RTCP) yang berfungsi untuk mentransmisikan media serta mengetahui kualitas layanan, serta *Session Description Protocol* (SDP) yang mendeskripsikan media dalam suatu komunikasi. Komponen SIP yang berhubungan dengan VoIP adalah *User Agent* dan *Network Server*. [5]

2.5 Compression / Decompression (Codec)

Dengan adanya *Codec*, penggunaan *bandwidth* pada jaringan VoIP dapat dihemat. *International Telecommunication Union – Telecommunication Sector* (ITU – T) [6] membuat beberapa standar untuk *voice code* dalam VoIP, yaitu : G.711, G.723.1, G.726, G.728 dan G.729.

G.711, adalah suatu standar internasional untuk kompresi audio dengan *bit rate* 64 kbps. Bit rate 64 kbps ini merupakan standar transmisi untuk satu kanal telepon digital.

G.723.1, merupakan jenis pengkodean suara yang direkomendasikan untuk terminal multimedia dengan bit rendah. G.723.1 dapat digunakan pada *bandwidth* 5.3 – 6.3 kbps.

G.726, merupakan teknik pengkodean suara pada 40, 32 24 dan 16 kbps.

G.728, *codec* ini memiliki suara yang bagus dan spesifik serta didesain untuk *low latency applications* dengan bit rate 16 kbps.

G.729, salah satu *codec* yang berkualitas baik dengan hasil kompresi pada 8 kbps.

2.6 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) dapat dikatakan sebagai suatu terminologi yang digunakan untuk mendefinisikan karakteristik suatu layanan (*service*) jaringan [6] guna mengetahui seberapa baik kualitas dari layanan tersebut. Dalam penelitian ini parameter QoS yang akan dianalisa adalah *delay*, *jitter*, *packet loss* dan *Mean Opinion Score* (MOS).

Delay merupakan waktu tunda dalam suatu pemrosesan data, dimana untuk kualitas *delay* dikatakan baik apabila waktu tundanya hanya sekitar 0 – 150 ms [7]. Beberapa *delay* yang dapat mengganggu kualitas suara dalam perancangan VoIP dapat dikelompokkan menjadi :

- *Propagation delay* (terjadi akibat transmisi melalui jarak antara pengirim dan penerima).
- *Serialization delay* (terjadi pada saat proses peletan bit kedalam circuit).
- *Processiong delay* (terjadi pada saat proses *coding*, *compression*, *decompression* serta *decoding*).
- *Packetization delay* (terjadi pada saat proses paketisasi digital *voice sample*)

- *Queuing delay* (terjadi akibat waktu tunggu paket sampai dilayani)
- *Jitter Buffer* (*delay* akibat adanya *buffer* untuk mengatasi *jitter*)

Jitter adalah perbedaan selang waktu kedatangan antar paket di terminal tujuan, atau dengan kata lain *jitter* merupakan variasi dari *delay*. Besarnya nilai *jitter* mengakibatkan rusaknya data yang diterima, baik itu berupa penerimaan yang terputus-putus atau hilangnya data akibat *overlap* dengan paket data yang lain. Banyak hal yang dapat menyebabkan *jitter*, diantaranya adalah peningkatan *traffic* secara tiba-tiba sehingga menyebabkan penyempitan *bandwidth* dan menimbulkan antrian. Untuk kualitas *Jitter* dikatakan baik apabila waktunya hanya sekitar 0 – 20 ms [8].

Packet Loss yaitu jumlah paket yang hilang dalam suatu pengiriman paket data pada suatu jaringan. Beberapa penyebab terjadinya *packet loss* adalah adanya *noise*, *collision* dan *congestion* yang disebabkan oleh terjadinya antrian yang berlebihan dalam jaringan. *Packet Loss* pada VoIP dikatakan baik apabila jumlah tingkatan paket yang hilang berkisar antara 0 s/d 0.5 % dari pengiriman data [8].

Sedangkan untuk *Mean Opinion Score* (MOS), merupakan penilaian yang berhubungan dengan kualitas suara yang didengar pada ujung pesawat penerima. MOS memberikan penilaian kualitas suara dengan skala 1 sampai 5, dimana nilai 5 mempresentasikan kualitas suara yang paling baik dan 1 merupakan kualitas suara yang paling buruk [9].

Tabel 1 Parameter *Delay* berdasarkan ITU-T G.114

Nilai Delay	Kualitas
0-150 ms	Baik
150-400 ms	Cukup, masih dapat diterima
> 400 ms	Buruk, tidak dapat diterima

Tabel 2 Parameter *Jitter*

Nilai Jitter	Kualitas
0-20 ms	Baik
20-50 ms	Cukup
>50 ms	Buruk

Tabel 3 Standar *Packet Loss*

Packet Loss	Kualitas
0 – 0.5 %	Sangat Baik
0.5 – 1.5 %	Baik

> 1.5 %	Buruk
---------	-------

Tabel 4 Skala Penilaian *Mean Opinion Score* (MOS)

Nilai MOS	Kualitas Percakapan
5	Sangat Baik
4	Baik
3	Cukup
2	Kurang Baik
1	Buruk

Metode MOS dinilai kurang efektif dalam mengestimasi kualitas layanan suara untuk VoIP, karena tidak terdapatnya nilai yang pasti terhadap parameter yang mempengaruhi kualitas dalam VoIP serta setiap orang pasti memiliki standar yang berbeda-beda terhadap suara yang mereka dengar. Untuk lebih mempermudah dalam melakukan penilaian parameter MOS, digunakan 3 kategori penilaian dengan masih mengacu pada standar ITU. Penilaian tersebut berdasarkan kualitas suara yang didengar, usaha yang diperlukan untuk mendengar, dan intensitas volume yang didengar. Skala penilaian masing-masing kategori ditunjukkan pada tabel 5, tabel 6 dan tabel 7.

Tabel 5 Penilaian MOS Kategori Suara yang Diperdengarkan

Nilai MOS	Kualitas Percakapan
5	Sangat Jelas, Tanpa Noise
4	Jelas, Sedikit Noise
3	Cukup Jelas, Banyak Noise
2	Kurang Jelas, Sulit dimengerti
1	Tidak Jelas, Tidak dimengerti

Tabel 6 Penilaian MOS Kategori Usaha

Nilai MOS	Kualitas Percakapan
5	Nyaman, Santai
4	Perlu sedikit usaha untuk konsentrasi
3	Perlu cukup usaha untuk konsentrasi
2	Perlu banyak usaha untuk berkonsentrasi
1	Tidak dimengerti dengan seluruh usaha

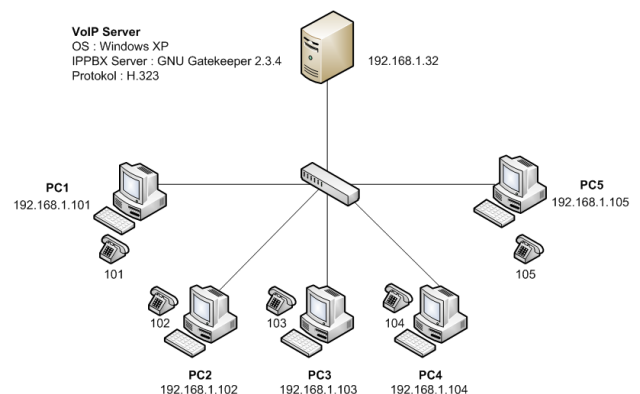
Tabel 7 Penilaian MOS Kategori Intensitas Volume yang didengarkan

Nilai MOS	Kualitas Percakapan
5	Sangat besar dari yang diharapkan
4	Lebih besar dari yang diharapkan
3	Sesuai dengan yang diharapkan
2	Lebih kecil dari yang diharapkan
1	Sangat kecil dari yang diharapkan

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Perancangan Topologi Jaringan Protokol H.323

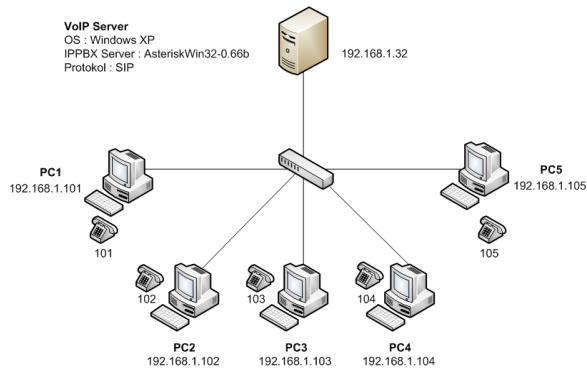
Topologi yang digunakan untuk melakukan analisa parameter VoIP pada protokol H.323 ini adalah jenis topologi *star*. Topologi yang digunakan terdiri dari sebuah PC Server dan lima buah PC Client yang susunannya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Perancangan Topologi Jaringan VoIP dengan protokol H.323

3.2 Perancangan Topologi Jaringan Protokol SIP

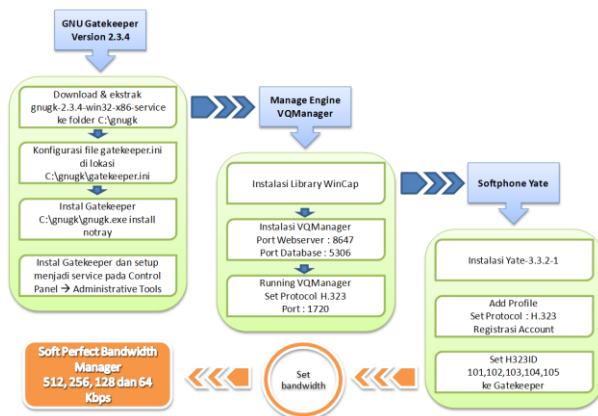
Topologi yang digunakan untuk melakukan analisa parameter VoIP pada protokol SIP sama seperti pada protokol H.323, hanya saja berbeda dalam penggunaan IPPBX yang berada dalam PC Server. Jika pada H.323 dipasang GNU Gatekeeper, pada protokol *Session Initiation Protocol*, PC yang dijadikan server VoIP dipasang Asterisk. Model topologi untuk protokol SIP dapat dilihat pada gambar 4 .



Gambar 4 Perancangan Topologi Jaringan VoIP dengan protokol SIP

3.3 Konfigurasi VoIP dengan Protokol H.323

Adapun langkah-langkah konfigurasi pada jaringan VoIP dengan Protokol H.323 dapat dilihat pada gambar 5.



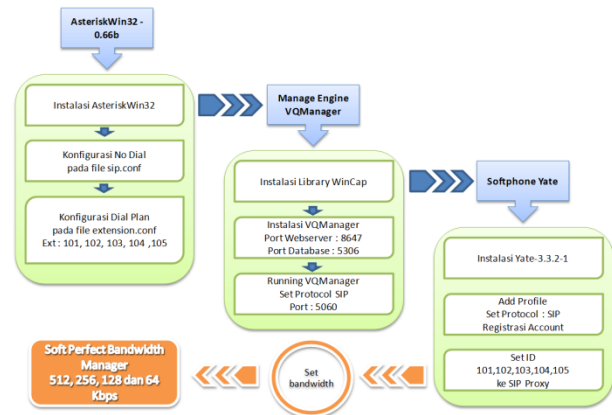
Gambar 5 Konfigurasi Protokol H.323

Menciptakan file konfigurasi dengan nama *gatekeeper.ini* merupakan aturan yang harus dilakukan supaya dapat menjalankan GNU gatekeeper. Isi dari file *gatekeeper.ini* adalah sebagai berikut :

```
[Gatekeeper::Main]
Fourtytwo=42
[GkStatus::Auth]
rule=allow
[RoutedMode]
GKRouted=1
Q931PortRange=30000-39999
H245PortRange=40000-49999
[Proxy]
Enable=1
InternalNetwork=10.0.0.0/8,192.168.0.0/16
T120PortRange=50000-59999
```

3.3 Konfigurasi VoIP dengan Protokol SIP

Adapun langkah-langkah konfigurasi pada jaringan VoIP dengan Protokol SIP dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini :



Gambar 6 Konfigurasi Protokol SIP

File *sip.conf* berisikan konfigurasi dari *No Dial* dari masing-masing *softphone*. Adapun konfigurasi dari tiap-tiap *nomor dial* adalah sebagai berikut :

[101]	[102]
<pre>type=friend context=default host=dynamic secret=101 port=5060 callerid=101</pre>	<pre>type=friend context=default host=dynamic secret=102 port=5060 callerid=102</pre>

[103]	[104]
<pre>type=friend context=default host=dynamic secret=103 port=5060 callerid=103</pre>	<pre>type=friend context=default host=dynamic secret=104 port=5060 callerid=104</pre>

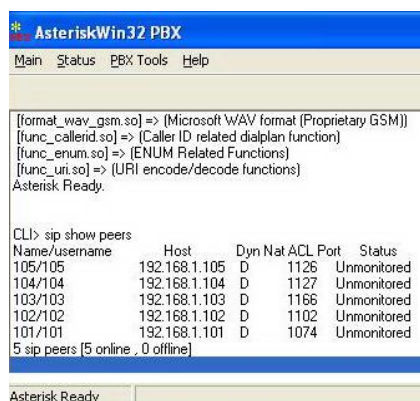
[105]
<pre>type=friend context=default host=dynamic secret=105 port=5060 callerid=105</pre>

Sedangkan untuk konfigurasi *extension* disimpan dalam file *extensions.conf* dengan isi konfigurasinya adalah sebagai berikut :

Tabel 7 Konfigurasi file extensions.conf

[101]	exten	=>
	101,1,Dial(SIP/101,30,Ttm)	
	exten	=>
	101,2,VoiceMail(101@default)	
[102]	exten => 101,3,PlayBack(invalid)	
	exten => 101,4,Hangup()	
	exten	=>
	102,1,Dial(SIP/102,30,Ttm)	
[103]	exten	=>
	102,2,VoiceMail(102@default)	
	exten => 102,3,PlayBack(invalid)	
	exten => 102,4,Hangup()	
[104]	exten	=>
	103,1,Dial(SIP/103,30,Ttm)	
	exten	=>
	103,2,VoiceMail(103@default)	
[105]	exten => 103,3,PlayBack(invalid)	
	exten => 103,4,Hangup()	
	exten	=>
	104,1,Dial(SIP/104,30,Ttm)	
[106]	exten	=>
	104,2,VoiceMail(104@default)	
	exten => 104,3,PlayBack(invalid)	
	exten => 104,4,Hangup()	
[107]	exten	=>
	105,1,Dial(SIP/105,30,Ttm)	
	exten	=>
	105,2,VoiceMail(105@default)	
[108]	exten => 105,3,PlayBack(invalid)	
	exten => 105,4,Hangup()	
	exten	=>
	106,1,Dial(SIP/106,30,Ttm)	

Setelah dilakukan konfigurasi, maka dapat dilihat status extension SIP pada AsteriskWin32 seperti berikut :



Gambar 7 Status dari tiap extension SIP pada AsteriskWin32

4. Implementasi dan Analisa Hasil Pengujian

4.1 Implementasi Penelitian

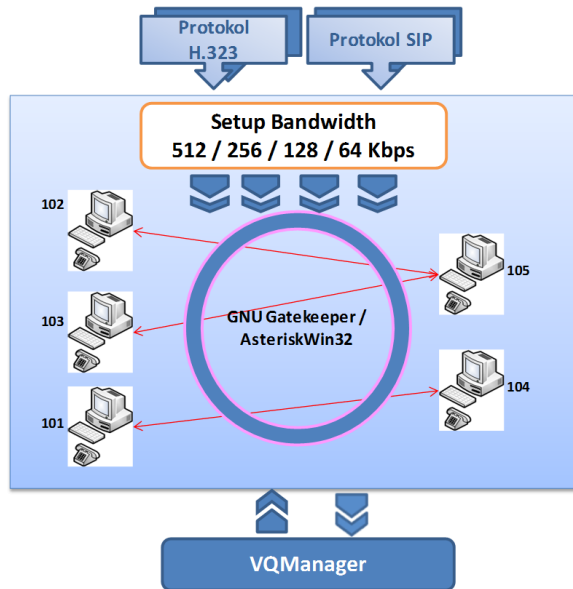
Implementasi dan pengujian penelitian ini dilakukan di Laboratorium 5 UNIKOM. Skenario yang akan dilakukan yaitu *client* akan melakukan *dial* ke *client*

lain dengan nomor *extension* yang telah dikonfigurasi secara khusus oleh *administrator* pada komputer *server*. Lima PC *client* telah didaftarkan dengan nomor *dial* yang telah ditentukan dan pada PC *client* tersebut juga telah berhasil melakukan registrasi dan *login* pada *softphone* yang digunakan. Setelah semua status berhasil registrasi ke *server*, maka komunikasi antar *client* pun dapat dilakukan. Untuk melakukan komunikasi *client* harus men-*dial* nomor *client* lain yang statusnya sudah *online*, biasanya akan terlihat dalam daftar *user* yang *online* (terhubung) pada beberapa aplikasi *softphone*. Setelah itu informasi *dial* yang menyatakan ada panggilan akan diterima oleh *client* tujuan. *Client* yang dihubungi akan mengangkat (menerima) permintaan tersebut dan selanjutnya akan melakukan pembicaraan. Setiap komunikasi yang dilakukan oleh *client* akan diamati oleh *administrator*. Dengan bantuan *software monitoring* yaitu VQManager, administrator akan mengetahui secara *real-time* kondisi dan hasil kualitas jaringan VoIP yang berada dalam jaringan *intranet* tersebut.

Selama pengujian parameter *Quality of Service* (QoS) pada layanan VoIP dengan protokol H.323 dan SIP menggunakan skema pengujian yang sama. Adapun skema dari pengujian yang dilakukan selama penelitian ini adalah sebagai berikut :

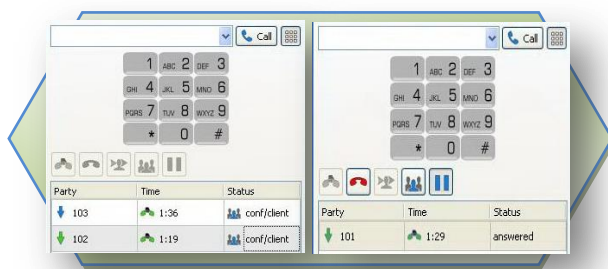
- Seting *bandwidth* untuk tiap pengujian panggilan baik itu menggunakan protokol H.323 ataupun SIP sebesar 512 Kbps, 256 Kbps, 128 Kbps dan 64 Kbps
- PC1 (Ext : 101) melakukan panggilan kepada PC4 (Ext : 104) selama kurang lebih 3 menit.
- PC2 (Ext : 102) dan PC3 (Ext : 103) melakukan panggilan secara bersamaan (*conference call*) kepada PC5 (Ext : 105) selama kurang lebih 3 menit.
- Diberikan *traffic load* pada jaringan berupa proses transfer data file yang disimpan di *server* VoIP kepada semua *Extension* selama panggilan berlangsung, serta dilakukan panggilan secara *conference call* antara Ext : 102, 103 dengan 105 dan proses *ping* antara *extension* yang berkomunikasi sampai komunikasi berakhir.
- Dilakukan pengukuran *Quality of Service* (QoS) yaitu *delay*, *jitter*, *packet loss* setelah dilakukan panggilan VoIP dengan menggunakan *tools* VoIP *quality monitoring* yaitu VQManager.
- Untuk penilaian parameter *Mean Opinion Score* (MOS) dilakukan oleh 5 orang yang sama dalam setiap pengujian yang dilakukan.

Gambaran dari tahapan implementasi dan pengujiannya dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Tahapan Implementasi dan Pengujian

Adapun tampilan dari *softphone* Yate ketika melakukan panggilan VoIP adalah seperti pada gambar 9.

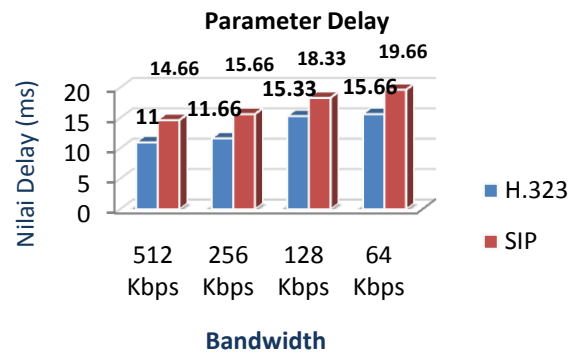


Gambar 9 Tampilan softphone Yate

4.2 Analisa Hasil Pengujian

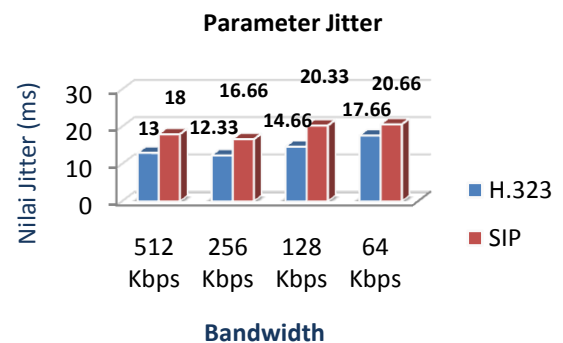
4.2.1 Analisa Delay

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, nilai rata-rata *delay* yang didapat pada kedua protokol masih bisa dikatakan baik karena berkisar antara 11 ms s/d 19,66 ms walau dengan *bandwidth* yang berbeda-beda. Adapun nilai parameter *delay* dari semua skema percobaan adalah seperti pada gambar 10.

Gambar 10 Perbandingan Nilai *Delay*

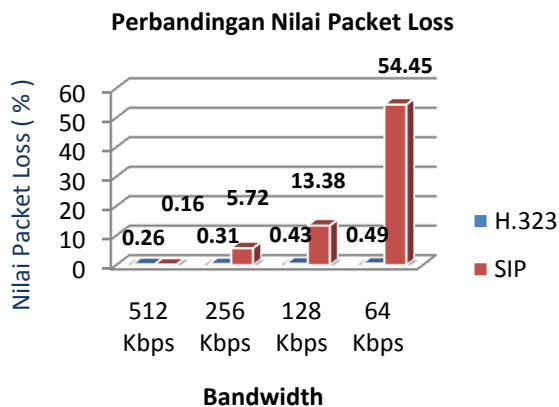
4.2.2 Analisa Jitter

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, nilai rata-rata *jitter* yang didapat pada kedua protokol juga masih bisa dikatakan baik karena berkisar antara 13 ms s/d 20,66 ms dengan *bandwidth* yang berbeda-beda. Adapun nilai parameter *jitter* dari semua skema percobaan adalah seperti pada gambar 11.

Gambar 11 Perbandingan Nilai *Jitter*

4.2.3 Analisa Packet Loss

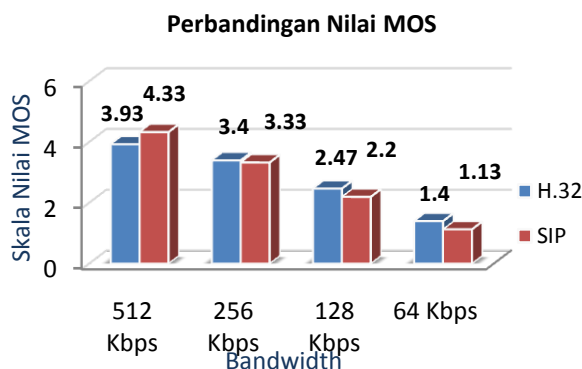
Berdasarkan pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa pada *bandwidth* 256 Kbps, 128 Kbps dan 64 Kbps dengan menggunakan protokol SIP mempunyai jumlah *packet loss* yang tinggi sehingga kualitas suara yang dihasilkan juga buruk. Adapun rata-rata jumlah *packet loss* pada semua skema percobaan adalah seperti pada gambar 12.



Gambar 12 Perbandingan Nilai Packet Loss

4.2.4 Analisa MOS

Dalam penelitian pengukuran MOS ini dilakukan oleh 5 audiensi yang secara langsung terlibat dalam proses pengukuran. Hasil penilaian rata-rata MOS yang didapat dari penelitian ini terdapat pada gambar 13.



Gambar 13 Perbandingan Nilai MOS

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa *Quality of Service* (QoS) yang telah dilakukan pada implementasi VoIP dengan menggunakan Protokol H.323 dan SIP ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

- Kualitas suara yang diperoleh pada VoIP sangat bergantung pada besar *bandwidth*, *traffic load*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*.
- Dari hasil pengujian dengan *bandwidth* 512 Kbps dan 256 Kbps, dengan menggunakan protokol H.323 dan SIP didapat kualitas yang cukup baik dengan *delay*, *jitter* dan *packet loss* yang tidak terlalu tinggi. Hal tersebut juga dapat dibuktikan dari hasil rata-rata pengukuran *Mean Opinion Score*

(MOS) dengan *bandwidth* sebesar 512 dan 256 Kbps memberikan nilai yang lebih baik apabila dibandingkan dengan kualitas yang dihasilkan pada *bandwidth* sebesar 128 dan 64 Kbps.

- Ketika melakukan pengujian dengan protokol SIP pada *bandwidth* 64 Kbps, dihasilkan suara yang kualitasnya sangat rendah karena jumlah *packet loss* pada *bandwidth* tersebut sangat tinggi.
- Berdasarkan hasil dari semua pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa protokol H.323 memiliki kualitas yang lebih baik bila dibandingkan dengan *Session Initiation Protocol* (SIP).
- Softswitch* untuk membangun VoIP dengan protokol H.323 dapat menggunakan GNU Gatekeeper, dan untuk protokol SIP dapat menggunakan Asterisk. *Softphone* Yate dapat digunakan pada VoIP karena bisa berjalan dengan baik pada protokol H.323 dan SIP.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ying Dar Lin, Ren Hung Hwang, Fred Baker. "Computer Networks : An Open Source Approach". McGraw-Hill.
- Paul E. Jones. "H.323 Protocol Overview". http://hive2.hive.packetizer.com/users/packetizer/papers/h323/overview_of_h323.pdf Diakses tanggal 15 Agustus 2011.
- Josef Glasmann, Wolfgang Kellerer. Paper of Service Architectures in H.323 and SIP – A Comparison. Germany : Munich University of Technology (TUM).
- Tuomas Nurmela. "Session Initiation Protocol – Seminar on Transport of Multimedia Streams in Wireless Internet". University of Helsinki.
- Rosmida Syarif Edvian. "Protokol SIP". <http://www.slideshare.net/rosmida/protokol-sip> Diakses tanggal 20 Agustus 2011.
- Allied Telesis. "QoS White Paper". http://www.alliedtelesis.com/media/pdf/qos_wp.pdf Diakses tanggal 5 September 2011.
- ITU-T Series G. 2003. "Transmission systems and media, digital systems and networks".
- Oky Dwi Nurhayati. "Sistem Komunikasi Multimedia". Universitas Dipenogoro.
- Mean Opinion Score. <http://voip.about.com/od/voipbasics/a/MOS.htm> Diakses tanggal 15 Agustus 2011.