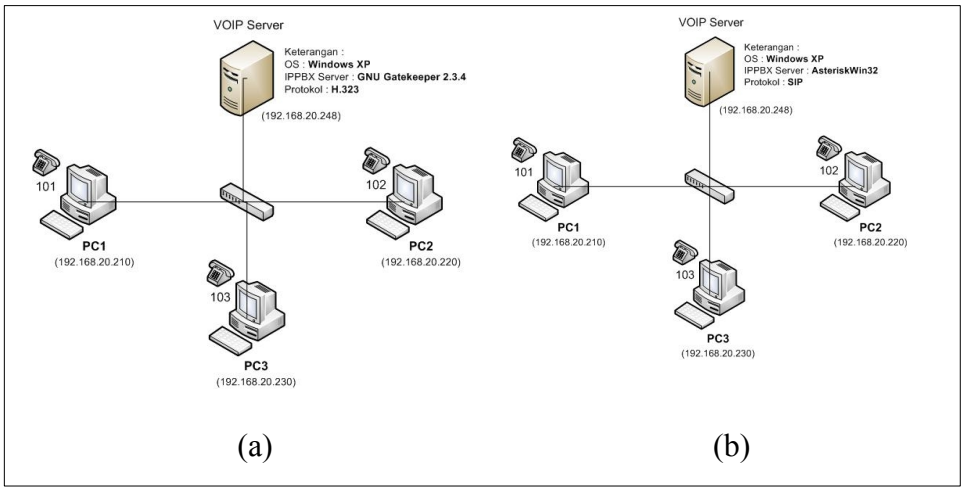
BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Pada bab ini akan dilakukan implementasi dan pengujian terhadap sistem VoIP yang dibangun. Implementasi dilakukan berdasarkan analisis dan perancangan yang telah dibuat. Setelah implementasi selesai, maka selanjutnya akan dilakukan pengujian pada kinerja dari kualitas dan melakukan perbandingan terhadap penggunaan VoIP yang menggunakan protokol H.323 dan SIP.

4.1 Arsitektur Jaringan

Arsitektur jaringan yang akan digunakan dalam pengujian yang akan dilakukan berdasarkan topologi yang sudah dirancang seperti yang tertera pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Arsitektur Jaringan H.323 (a) dan SIP (b)

Pada Gambar 4.1(a) merupakan arsitektur jaringan yang akan digunakan dalam melakukan pengujian pada VoIP protokol H.323. Dalam PC *Server* dipasangkan GNU Gatekeeper dan GkGUI Gatekeeper. PC *Server* terhubung

dengan 3 PC yang digunakan sebagai *client.* PC *client* tersebut dipasangkan *softphone* Yate.

Untuk jaringan SIP arsitektur dapat dilihat pada Gambar 4.1(b). PC *Server* dipasangkan AsteriskWin32 sebagai *SIP Proxy*. Hardware yang digunakan pada PC *server* sama seperti PC yang digunakan untuk H.323. Perbedaanya Asterisk akan dijalankan secara bergantian namun masih dalam satu *resource* yang sama.

PC *Server* memiliki IP *address* 192.168.20.248. Sedangkan pada PC *client* diberikan IP address 192.168.20.210 pada PC1, 192.168.20.220 pada PC2 dan 192.168.20.230 pada PC3. PC *Server* terhubung dengan PC client dalam jaringan intranet.

Tabel 4.1 Daftar IP *Address* pada PC Pengujian

No	PC	IP address
1	Server IPPBX	192.168.20.248
2	PC client 1	192.168.20.210
3	PC client 2	192.168.20.220
4	PC client 3	192.168.20.230

Setelah IP *address* dipasangkan pada setiap PC, perlu dilakukan uji koneksi terhadap jaringan yang telah dirancang. Untuk melakukan uji koneksi dapat dilakukan dengan melakukan *ping* ke PC lain. Sebagai contoh uji coba pada PC1, PC2 dan PC3 akan dilakukan *ping* ke *server* yang memiliki IP *address* 192.168.20.248. Apabila mendapat *Reply* dari *server*, maka uji coba untuk mengetahui koneksi jaringan yang rancang berhasil.

```
C:\> PING 192.168.20.248
 Pinging 192.168.20.248 with 32 bytes of data:
 Reply from 192.168.20.248: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.20.248: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.20.248: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.20.248: bytes=32 time<1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.20.248:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss), Approximate round
trip times in milli-seconds:
Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Gambar 4.2 Ping *Server*

Semua komponen dirancang dalam PC yang sama. Dalam pengujian yang dilakukan PC *Server* dapat berfungsi sebagai *server* VoIP H.323 dan SIP. Sistem operasi pada PC *server* memiliki dua komponen penting yang dipasangkan sehingga menjadikannya sebuiah IPPBX *server* yaitu GNU Gatekeeper dan Asterisk.

Pada setiap PC *client* diberikan daftar registrasi dan nomor *dial,* agar *client* dapat melakukan pemanggilan dengan nomor *dial* tersebut. Berikut daftar nomor *dial* pada PC *client.*

Tabel 4.2 Nomor *Dial* pada PC *Client*

No	PC	Username	Nomor Dial
1	PC client 1	PC1	101
2	PC client 2	PC2	102
3	PC client 3	PC3	103

Pada PC *client* 1, *username* yang digunakan disesuaikan dengan nama urutan penggunaannya yaitu PC1. Pada PC1 ini, nomor *dial* atau *extention* yang diberikan adalah 101. Begitupun PC *client* 2, memiliki *username* PC2 dan nomor dial 102, dan pada PC *client* 3 *username* adalah PC3 dengan nomor *dial* 103.

4.2 Pengujian Panggilan

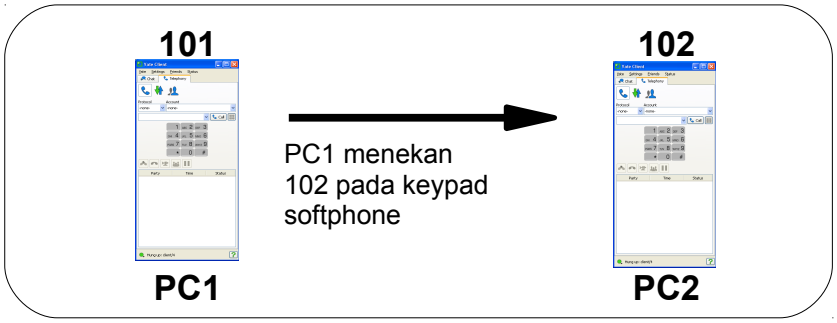
Dalam melakukan panggilan dalam voip setidaknya *user* harus memiliki informasi bahwa *user* tertentu telah terdaftar dan sedang *login*. Ia *pun* harus tahu nomor *dial* tujuan. Proses *call* ini sangat mirip dengan komunikasi yang biasa dilakukan pada telepon rumah atau telepon seluler.

Pengujian awal akan dilakukan pemanggilan pada jaringan VoIP yang mengunakan protokol H.323 maupun SIP. Uji coba panggilan terdiri dari panggilan 1 ke 1 dan panggilan *conference* yang terdiri dari 3 PC *client* secara bersamaan.

4.2.1 Uji Coba Panggilan pada protokol H.323

4.2.1.1 Panggilan Satu Arah

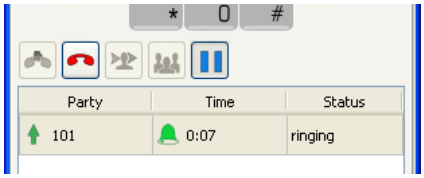
Pengujian untuk memanggil ke no dial tertentu, akan diuji cobakan dengan memanggil user pada PC2 dari *user* PC1.



Gambar 4.3 Skenario Panggilan dari PC1 ke PC2 pada H.323

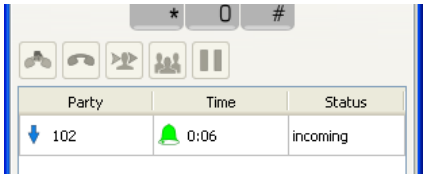
Panggilan dilakukan dengan menekan '**102**' dari *keypad softphone* pada PC1. Cara lain dalam melakukan panggilan adalah dengan menuliskan secara lengkap format VoIP seperti **H323:GK:H323ID:PC1** atau **H323:GK:E164:102.** Setelah menulis alamat tujuan tekan tombol *dial* yang berwarna biru.

Pada *softphone* PC1 akan terdengar suara nada tunggu (*ringing*) yang berarti sedang menunggu jawaban dari PC2. Informasi tersebut dapat dilihat pada bagian informasi status pada area bawah *softphone.*



Gambar 4.4 Suara Nada Tunggu (*ringing*) Call dari PC1 ke PC2

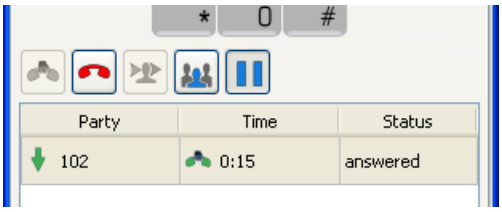
Pada *softphone* PC2, akan menerima informasi permintaan panggilan dari PC1. PC2 dapat menerima panggilan dengan menekan tombol logo **Answer** atau menolaknya dengan menekan tombol logo **Ignore**. Logo tersebut berada pada bagian atas status panggilan atau bagian bawah *keypad*.



Gambar 4.5 Informasi *Incomming Call* pada *Softphone* PC2

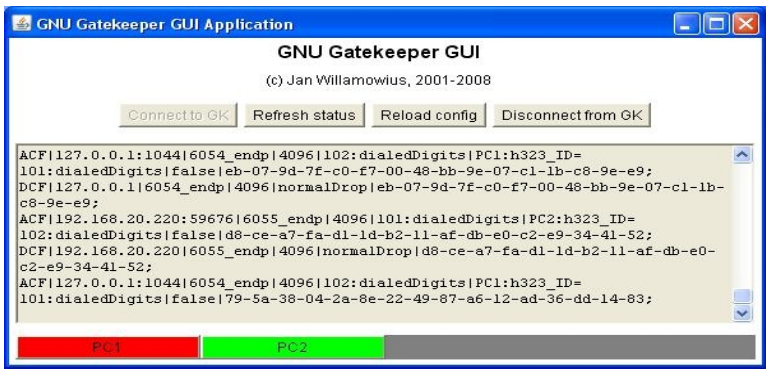
Pada proses tunggu ini, PC1 menunggu jawaban dari PC2 apakah diterima atau ditolak. Pada PC2 terdapat *incomming call* dari PC1 yang menunggu apakah permintaan *call* diterima atau ditolak. Pilih Logo telepon diangkat untuk menerima komunikasi.

Apabila proses komunikasi berjalan (PC2 menjawab telpon), maka informasi yang terdapat pada informasi status *softphone* PC1 berubah menjadi seperti pada Gambar 4.6. Informasi tersebut menandakan bahwa *softphone* PC1 sedang beroperasi melakukan komunikasi dengan PC2.



Gambar 4.6 Info PC2 Menjawab Panggilan dari PC1

Selanjutnya komunikasi pun terjadi secara dua arah antara PC1 dan PC2. Aktivitas panggilan dan komunikasi yang terjadi dapat diamati lewat aplikasi GNU Gatekeeper GUI. Seperti terlihat pada Gambar 4.7, tanda merah yang terdapat pada PC1 menandakan aktivitas client *yang* menelepon (si penelepon).

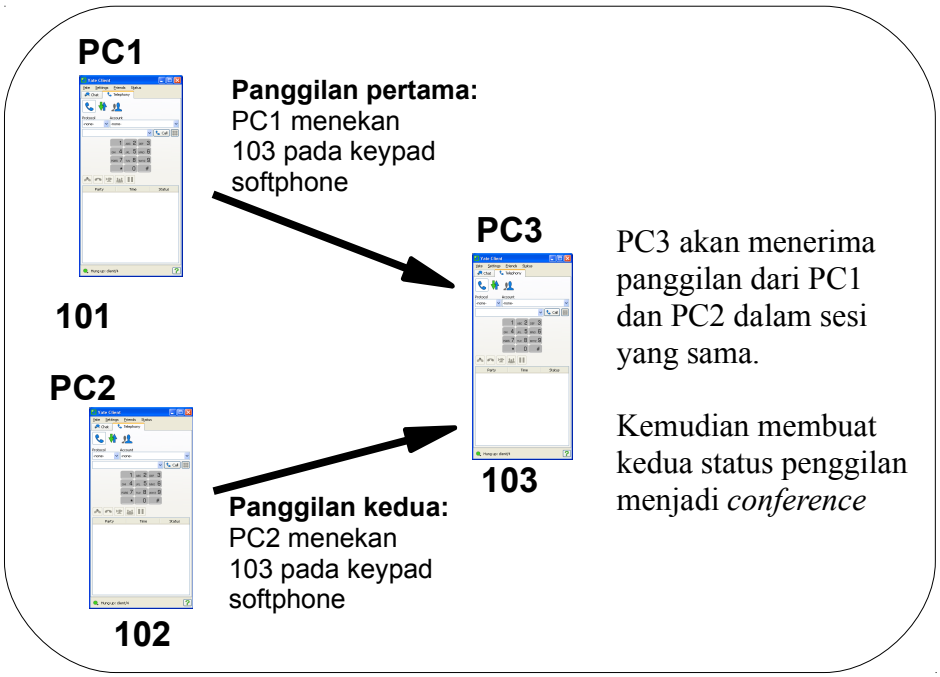


Gambar 4.7 Aktivitas PC1 Memanggill atau Menelepon PC2

4.2.1.2 Panggilan *Conference*

Dalam VoIP panggilan *conference* dapat dilakukan dalam beberapa panggilan yang ada, Untuk uji coba yang dilakukan PC3 akan ditelepon oleh PC1 dan PC2 kemudian PC3 dapat membuat kedua panggilan tersebut menjadi *conference*. Awalnya PC3 menerima panggilan dari PC1, kemudian datang panggilan kedua dari PC3. Nada tunggu akan terdengar saat PC3 berbicara dengan PC1, nada tunggu tersebut merupakan informasi ada panggilan baru dari PC2.

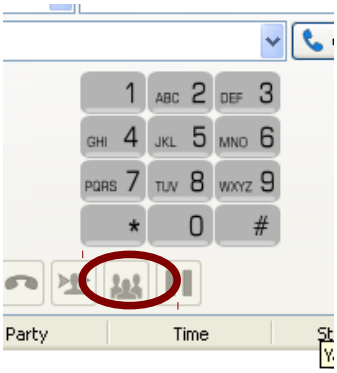
Pada saat PC3 mengangkat atau menerima panggilan dari PC2, secara otomatis panggilan pertama akan menjadi status tertahan (*on hold*). Berikut skema panggilan *conference* .



Gambar 4.8 Skenario Panggilan *Conference* pada H.323

Setelah menerima panggilan kedua dari PC2, komunikasi akan langsung menjawab panggilan dari PC2 dan menahan. Pada status informasi *softphone* PC3 PC1 akan menjadi *on Hold* dan PC2 sedang beroperasi. Status kondisi tersebut dapat dilihat pada bagian informasi Yate.

Dari kedua panggilan yang diterima oleh PC3, agar dapat membuat kedua panggilan tersebut menjadi *conference* adalah dengan menekan tombol **CONF** pada bagian kiri *softtphone* seperti terlihat pada Gambar 4,9. Setelah menekan tombol CONF tersebut berarti komunikasi dari kedua panggilan yang diterima oleh PC3 menjadi *conference* yang ditandai berupa status panggilan ke PC1 dan PC2 beroperasi (*Operational*).

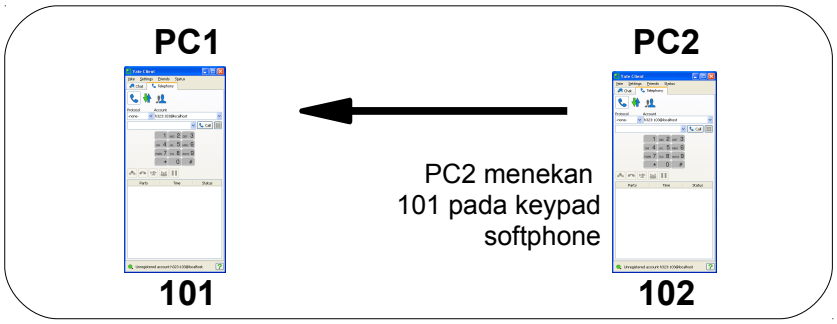


Gambar 4.9 Informasi PC3 Melakukan *Conference* Panggilan PC1 dan PC2

4.2.2 Uji Coba Panggilan pada Protokol SIP

4.2.2.1 Panggilan Satu Arah

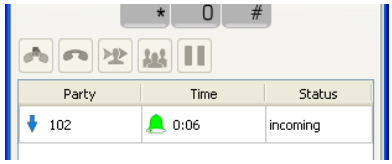
Untuk melakukan uji coba panggilan satu arah pada jaringan VoIP protokol SIP. PC *Server* akan menjalankan Asterisk sebagai SIP *Proxy.* Skenario yang akan dilakukan adalah dengan melakukan panggilan dari PC2 ke PC1 menggunakan *softphone* Yate.



Gambar 4.10 Skenario Panggilan dari PC2 ke PC1 pada SIP

Pada PC1 akan menerima informasi panggilan dari PC2. Status PC2 dengan nada tunggu (*ringing*) sedang menunggu jawaban dari PC1. PC1 dapat menjawab dan menolak panggilan yang diterima. Pilih *Answer* untuk menerima panggilan.

Setelah menekan tombol *Answer* pada *softphone* PC1 maka komunikasi akan dimulai. Kedua *user* dapat melakukan komunikasi dua arah sama seperti penggunaan telepon rumah.

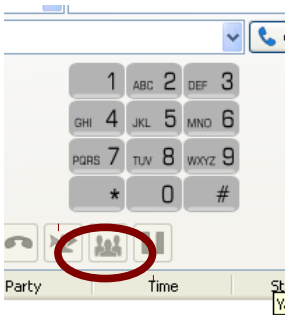


Gambar 4.11 Contoh Informasi *Incoming Call* pada SIP

4.2.2.2 Panggilan *Conference*

Sama seperti pada protokol H.323 untuk melakukan panggilan *conference,* penerima panggilan ganda atau PC yang menerima panggilan kedua dapat membagi komunikasinya kepada kedua PC lainnya yang terhubung dengan menekan tombol *conference* berlogo manusia pada *softphone* Yate.

Informasi yang terdapat pada PC yang menerima panggilan ganda dan memiliki akses untuk *conference* dapat dilihat seperti pada Gambar berikut.



Gambar 4.12 Informasi *Conference* Sedang Digunakan

4.3 Pengujian Sistem VoIP

Pada penelitian skripsi ini akan dilakukan beberapa skenario uji coba dengan tujuan untuk mendapatkan beberapa perbandingan data hasil pengukuran. Pengukuran akan dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap penggunaan protokol yang kemudian akan diambil rata-rata dari setiap parameter adapun skenario uji coba yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Pengujian sistem dengan pemanggilan H.323

Sistem akan diuji coba dengan melakukan panggilan menggunakan Yate kepada *user* lain. Sistem akan diamani dan selanjutnya akan diukur kualitas yang dihasilkan berdasarkan parameter uji. Untuk melakukan analisa pengukuran digunakan VQManager. Pengukuran akan dilakukan sebanyak 5 kali dengan waktu panggilan selama kurang lebih 5 menit.

b. Pengujian sistem dengan pemanggilan SIP

Sistem akan diuji coba dengan melakukan panggilan menggunakan Yate kepada *user* lain. Sistem akan diamani dan selanjutnya akan diukur kualitas yang dihasilkan berdasarkan parameter uji. Untuk melakukan analisa pengukuran digunakan VQManager. Pengukuran akan dilakukan sebanyak 5 kali dengan waktu panggilan selama 5 kurang lebih menit.

c. Membandingkan hasil pengujian sistem

Setelah melakukan uji coba terhadap kedua protokol, tahap selanjutnya adalah melakukan perbandingan dari hasil yang telah didapat. Kemudian membuat kesimpulan dengan memberikan gambaran dari hasil analisi dan pengukuran yang selanjutnya akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Analisa yang dilakukan meliputi pengukuran parameter-parameter standar VoIP yang dikelurkan oleh ITU G.114. Standar penilaian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Paket *loss*

Sistem akan diuji dan diamati dengan tujuan untuk mengetahui paket *loss* yang ada dengan mengacu pada referensi sebagai berikut :

a. Baik (0 % - 1 %)
b. Cukup (1 % - 2 %)
c. Buruk (>2 %)

2. *Delay*

Pengujian dan pengamatan akan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu *delay* yang ada dengan mengacu pada referensi sebagai berikut :

a. Baik (0 ms – 150 ms)
b. Cukup (150 ms – 300 ms)
c. Buruk (>300 ms)

3. *Jitter*

Sistem akan diuji dan diamati dengan tujuan untuk mengetahui *jitter* yang ada dengan mengacu pada referensi sebagai berikut :

a. Baik (0 ms – 20 ms)
b. Cukup (20 ms – 50 ms)
c. Buruk (>50 ms)

4. Kualitas Suara yang Diukur dalam Satuan MOS

Untuk pengukuran MOS ini akan diukur nilai dan kualitas MOS dengan referensi yang dikeluarkan oleh ITU-T sebagai berikut :

Tabel 4.3 Standarisasi Nilai dan Kualitas MOS

Nilai MOS	Kualitas
5	Sangat Bagus
4	Bagus
3	Cukup
2	Buruk
1	Sangat Buruk

5. Kebutuhan *Bandwidth*

Dalam melakukan pengujian pada sistem, akan digunakan pengukuran terhadap komunikasi yang akan diuji pada koneksi dengan membatasi *bandwidth* yang digunakan pada jaringan yaitu 512 Kbps, 256 Kbps dan 64 Kbps. Untuk melakukan batasan *bandwidth* ini digunakan aplikasi *Bandwidth Manager*.

4.4 Pengukuran Kualitas pada Protokol H.323

Setelah dilakukan pengukuran pada koneksi VoIP yang terjadi saat proses komunikasi antara PC1 yang memiliki IP 192.168.20.210 dengan nomor *dia-*l* '101' dan PC2 yang memiliki IP 192.168.20.220 dengan nomor *dial* '102' pada jaringan VoIP dengan menggunakan protokol H.323 didapatkan hasil analisa dan pembahasannya sebagai berikut:

4.4.1 Pengamatan pada Uji Coba Koneksi 512 Kbps

4.4.1.1 Pengamatan Paket *Loss* pada Koneksi 512 Kbps

Dari hasil pengukuran paket *loss* dengan protokol H.323 pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 yang dilakukan sebanyak lima kali pengukuran, maka didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.4 Pengukuran Paket *Loss* pada Koneksi 512 Kbps

No	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.611	14.588	23	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	14.576	14.599	23	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.112	15.119	7	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.129	15.124	5	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.975	14.970	5	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.003	14.997	6	0
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.988	14.984	4	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.002	15.007	5	0
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.913	14.669	244	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	14.740	14.767	27	0
Rata-rata					**14.904,90**	**14.882,40**	**34,90**	**0,16**

Berdasarkan tabel 4.4 di atas, dapat diketahui bahwa pada saat pengujian yang dilakukan sebanyak lima kali, rata-rata paket yang hilang adalah sebesar 0,16 %. Nilai tersebut sangat kecil, karena disebabkan kedua PC ini masih berada dalam satu jaringan lokal sehingga komunikasi suara dapat berlangsung dengan sangat baik tanpa ada paket yang hilang dengan kapasitas yang sangat besar. Saat komunikasi berlangsung standar kompresi suara yang digunakan adalah G.711.

4.4.1.2 Pengamatan *Delay* pada Koneksi 512 Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* dengan protokol H.323 pada komunikasi antara *client* pada PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.5 Pengukuran *Delay* pada Koneksi 512 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	9 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	5 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	6 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	6 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	6 ms
Rata-rata *Delay*					**6,2 ms**

Berdasarkan tabel di atas, rata-rata *delay* yang terjadi dari pengukuran yang dilakukan adalah **6**,2 ms. *Delay* mengakibatkan suara yang diterima sampai dengan waktu yang cukup lama. *Delay* terlama yaitu sekitar 9 ms pada pengujian pertama, sedangkan *delay* terkecil terjadi pada pengujian ke-3 yaitu sebesar 1 ms.

4.4.1.3 Pengamatan *Jitter* pada Koneksi 512 Kbps

Dari koneksi komunikasi yang terjadi pada *client* PC1 dan PC2 didapatkan statistik *jitter* pada saat mentransmisikan paket data selama terjadinya komunikasi, sebagai berikut :

Tabel 4.6 Pengukuran *Jiitter* pada Koneksi 512 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	5 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	5 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
Rata-rata *Jitter*					**2,4 ms**

Dari ke-5 uji coba yang dilakukan, rata-rata *jitter* yang dihasilkan sebesar 2,4 ms. Pada uji coba pertama dan kedua, *jitter* yang dihasilkan sebesar 5 ms. Sedangkan pada uji coba ke-3 dan ke-5 tidak ada *jitter.*

4.4.1.4 Pengamatan MOS *Score* pada Koneksi 512 Kbps

Dari hasil pengukuran MOS *Score* dengan protokol H.323 pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.7 Pengukuran MOS *Score* pada Koneksi 512 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata MOS *Score*					**4,4**

Berdasarkan dari hasil seluruh pengukuran MOS yang dilakukan, dapat dilihat pada tabel diatas bahwa komunikasi VoIP yang dilakukan memiliki rata-rata MOS *Score* sebesar 4.4. Dari MOS tersebut dapat dikatakan bahwa hasil suara yang dihasilkan komunikasi baik pada koneksi dengan *bandwidth* di atas 512 Kbps. Terbukti saat pengujian suara dengan jernih terdengar.

4.4.1.5 Pengamatan *Bandwidth* pada koneksi 512Kbps

Berdasarkan hasil parameter yang telah diujikan, penggunaan VoIP pada koneksi bandwidth yang dibatasi sekitar 512Kbps dapat dikatan cukup dan sangat baik. Namun tentu bdengan kondisi dalam kanal yang tidak disatukan dengan layanan berbasis TCP/IP lainnya seperti web, *ftp*, dan lain sebagainya.

4.4.2 Pengamatan pada Uji Coba Koneksi 256 Kbps

4.4.2.1 Pengamatan Paket *Loss* pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran paket *loss* dengan protokol H.323 pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 yang dilakukan sebanyak lima kali pengukuran, maka didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.8 Pengukuran Paket *Loss* pada Koneksi 256 Kbps

No	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.827	14.844	17	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.240	15.217	23	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.814	14.809	5	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.240	15.245	5	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.943	14.941	2	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	14.874	14.875	1	0
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.123	15.124	1	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.048	15.050	2	0
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.324	15.317	7	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.264	15.270	6	0
Rata-rata					**15.069,70**	**15.069,20**	**6,90**	**0,03**

Pada koneksi *bandwidth* yang dibatasi 256 Kbps, paket *loss* yang terjadi rata-rata yang dihasilkan sebesar 0,03 %. Paket *loss* yang paling banyak terjadi pada pengujian pertama yaitu sebesar 17 paket pada PC1 dan *server,* kemudian pada PC2 dan s*erver* paket yang hilang sebesar 23 paket.

4.4.2.2 Pengamatan *Delay* pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan protokol H.323, pada komunikasi antara PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik waktu *delay* berikut:

Tabel 4.9 Pengukuran *Delay* pada Koneksi 256 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	6 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	5 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	6 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4 ms
Rata-rata *Delay*					**9,1 ms**

Pada koneksi *bandwidth* yang dibatasi 256 Kbps, rata-rata *delay* yang terjadi adalah sebesar 9,15 ms. *Delay* ini lebih besar bila dibandingkan dengan koneksi 512 Kbps. Hal ini tentu diakibatkan karena *bandwidth* yang disediakan semakin kecil atau juga dapat dikarenakan sistem sedang *down*.

4.4.2.3 Pengamatan *Jitter* pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil komunikasi pada *client* PC 1 dan PC 2 didapatkan statistik *jitter,* sebagai berikut :

Tabel 4.10 Pengukuran *jitter* pada Koneksi 256 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	6 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
Rata-rata *Jitter*					**1,1 ms**

Dengan *bandwidth* yang dibatasi sebesar 256 Kbps hasil komunikasi VoIP yang dilakukan memiliki perbedaan yang cukup signifikan dengan membandingkan *jitter* yang terjadi dengan hasil pengukuran *jitter* dengan koneksi 512 kbps. Rata-rata *Jitter* yang terjadi pada pengujian yang telah dilakukan pada koneksi 256 Kbps yaitu sebesar 1,1 ms. Semua pengujian tidak memiliki waktu *jitter* kecuali pengujian ke-4. Pada pengujian ke-4 *jitter* terjadi sebesar 6 ms antara PC1 dan *Server*, sedangkan pada PC2 dan *server jitter* yang dihasilkan sebesar 5 ms.

4.4.2.4 Pengamatan MOS *Score* pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran MOS dengan protokol H.323 pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.11 Pengukuran MOS *Score* pada Koneksi 256 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata MOS *Score*					**4,4**

Suara yang dihasilkan pada pengujian bagian ini memiliki kualitas yang baik walaupun dalam beberapa pengujian terdapat *delay* dan *echo* yang muncul sesekali dan tidak sering. Dengan begitupun hasil pengukuran dengan satuan MOS tetap memiliki nilai yang baik, terbukti dari hasil pengukuran MOS memiliki rata-rata 4,4 MOS.

4.4.2.5 Pengamatan *Bandwidth* pada Koneksi 256 Kbps

Pengukuran *bandwidth* pada uji coba dengan *bandwidth* interkoneksi sebesar 512 kbps, tentu memberikan dampak terhadap kualitas suara yang dihasilkan. Walau tidak terlalu signifikan, dengan keadaan yang sesekali sedikit delay, koneksi pada bandwidth 256 Kbps dirasa masih cukup untuk membuat VoIP yang sederhana.

4.4.3 Pengamatan pada Uji Coba Koneksi 64 Kbps

4.4.3.1 Pengamatan Paket *Loss* pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran paket *loss* dengan protokol H.323 pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 yang dilakukan sebanyak lima kali pengukuran, maka didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.12 Pengukuran Paket *Loss* pada Koneksi 64 Kbps

No	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.365	15.377	12	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.439	15.450	11	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.120	15.158	38	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	14.860	14.823	37	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.959	14.971	12	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.170	15.156	14	0
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.000	15.019	19	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	14.749	14.731	18	0
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.803	14.795	8	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.077	15.087	10	0
Rata-rata					**15.054,20**	**15.056,70**	**17,90**	**0,08**

Berdasarkan seluruh pengujian yang telah dilakukan, tingkat paket yang hilang adalah sebesar 0,08 % yang terjadi saat melakukan komunikasi. Suara yang dihasilkan pada koneksi 64 Kbps dan menggunakan protokol H.323 masih terdengar baik. Walaupun begitu terdapat sedikit gangguan dari beberapa paket yang hilang saat melakukan komunikasi suara, seperti *delay* yang cukup tinggi, terjadi suara bising, dan *echo.*

4.4.3.2 Pengamatan *Delay* pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* dengan protokol H.323 pada komunikasi antara *client* pada PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.13 Pengukuran *delay* pada Koneksi 64 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	3 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	3 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	6 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	5 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
Rata-rata *Delay*					**6,4 ms**

Rata-rata *delay* yang terjadi dari 5 uji coba yang dilakukan adalah sebesar 6,4 ms. *Delay* ini mengakibatkan suara yang diterima sampai dengan waktu yang cukup lama yaitu sekitar 8 ms pada pengukuran ke-4, dan 7 ms pada pengukuran ke-5.

4.4.3.3 Pengamatan *Jitter* pada Koneksi 64 Kbps

Dari adanya koneksi komunikasi pada *client* PC1 dan PC2 didapatkan statistik *jitter* pada saat mentransmisikan paket data selama terjadinya komunikasi, sebagai berikut :

Tabel 4.14 Pengukuran *Jitter* pada Koneksi 64 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	6 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5 ms
Rata-rata *Jitter*					**2 ms**

Dari pengujian yang dilakukan, seluruh total pengiriman paket pada uji coba komunikasi VoIP terdapat *jitter* dengan rata-rata sebesar 2 ms. Nilai ini mengalami peningkatan dibandingkan dengan koneksi 256 Kbps yang hanya memiliki *jitter* sebesar 1,1 ms. Pengukuran yang memiliki *jitter* terbesar adalah pada uji coba yang ke-5 yaitu sebesar 6 ms, sedangkan pengukuran yang tidak memiliki *jitter* terjadi pada pengukuran ke-1.

4.4.3.4 Pengamatan MOS *Score* pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran MOS *Score* dengan protokol H.323 pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.15 Pengukuran MOS *Score* pada Koneksi 64 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata MOS *Score*					**4,4**

Berdasarkan dari hasil ketiga pengukuran MOS yang dilakukan, dapat dilihat pada tabel diatas memiliki rata-rata MOS *Score* yang didapatkan yaitu sebesar 4.4. Dari MOS tersebut dapat dikatakan bahwa hasil suara yang dihasilkan komunikasi masih baik pada koneksi dengan *bandwidth* 64 Kbps. Walaupun pada saat uji coba terdapat gangguan-gangguan suara.

4.4.3.5 Pengamatan *Bandwidth* pada Koneksi 64 Kbps

Bandwidth sebesar 64 kbps sebenarnya masih dapat dilakukan untuk melakukan proses komunikasi suara antara kedua *terminal* (VoIP *client*), namun tentu dengan catatan tanpa ada layanan yang lain yang berbasis TCP/IP. Untuk jumlah kapasistas yang tidak terlalu besar bahkan hanya untuk kalangan sendiri seperti : rumah, kantor kecil, area gudang, dan lain-lain.

4.5 Pengukuran Kualitas pada Protokol SIP

Setelah dilakukan pengukuran pada koneksi VoIP yang terjadi saat proses komunikasi antara PC1 yang memiliki IP 192.168.20.210 dengan nomor *dial* '101' dan PC2 yang memiliki IP 192.168.20.220 dengan nomor *dial* '102' didapatkan hasil analisa dan pembahasannya sebagai berikut:

4.5.1 Pengamatan pada Uji Coba Koneksi 512 Kbps

4.5.1.1 Pengamatan Paket *Loss* pada Koneksi 512 Kbps

Dari hasil pengukuran paket *loss* dengan protokol SIP pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 yang dilakukan sebanyak lima kali pengukuran selama 5 menit setiap pengukurannya, maka didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.16 Pengukuran Paket *Loss* pada Koneksi 512 Kbps

No	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.111	15.102	9	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	14.851	14.852	1	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.819	14.819	0	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	14.867	14.868	1	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.228	15.232	4	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.005	15.008	3	0
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.955	14.965	10	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	14.999	15.008	9	0
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.072	15.074	2	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	15.135	15.136	1	0
Rata-rata					**15.004,20**	**15.006,40**	**4,00**	**0,02**

Berdasarkan Tabel 4.16 di atas, rata-rata paket *loss* dari uji coba dengan koneksi 512 Kbps adalah sebesar 0,02 %. Paket *loss* terbesar terjadi pada koneksi antara *server* dengan PC2 pada uji coba yang ke-4 yaitu sebesar 10 paket.

4.5.1.2 Pengamatan *Delay* pada Koneksi 512Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* dengan protokol H.323 pada komunikasi antara *client* pada PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.17 Pengukuran *Delay* pada Koneksi 512 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
Rata-rata *Delay*					**10 ms**

Rata-rata *delay* yang terjadi dari hasil uji coba yang dilakukan sebanyak lima kali yaitu sebesar 10 ms. *Delay* yang terjadi pada pengujian yang dilakukan memiliki ukuran yang sama yaitu 11 ms dari komunikasi yang terhubung antara PC1 dan *Server,* kemudian 9 ms pada komunikasi antara *Server* dan PC2. *Delay* tersebut masih layak untuk didengar karena pada uji coba yang dilakukan suara yang dihasilkan masih terdengar jelas walau dengan *delay* yang sedikit.

4.5.1.3 Pengamatan *Jitter* pada Koneksi 512Kbps

Dari adanya koneksi komunikasi pada *client* PC1 dan PC2 didapatkan statistik *jitter* pada saat mentransmisikan paket data selama terjadinya komunikasi, sebagai berikut :

Tabel 4.18 Pengukuran *Jitter* pada Koneksi 512 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
Rata-rata *Jitter*					**10.4 ms**

Berdasarkan data tabel di atas untuk jitter pada VoIP SIP dengan *bandwidth* 512 Kbps, komunikasi VoIP memiliki rata-rata *jitter* sebesar 10.4 ms. *Jitter* terbesar adalah 12 ms, sedangkan *jitter* yang terkecil adalah 9 ms yaitu pada uji coba ke-4.

4.5.1.4 Pengamatan MOS *Score* pada Koneksi 512Kbps

Dari hasil pengukuran MOS *Score* dengan protokol SIP pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.19 Pengukuran MOS *Score* pada Koneksi 512 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata MOS *Score*					**4,4**

Berdasarkan Tabel 4.19, pengukuran MOS *Score* yang dilakukan saat pengujian didapatkan rata-rata nilai MOS sebesar 4,4. nilai ini pun didapatkan pada setiap pengujian yang dilakukan pada koneksi 512 Kbps. Nilai ini sesuai dengan hasil suara pada saat komunikasi dilakukan. Suara tersebut dapat didengar dengan baik dan jelas walaupun ada beberapa pengujian dengan gangguan suara yang kecil pada pertengahan pembicaraan.

4.5.1.5 Pengamatan *Bandwidth* pada Koneksi 512 Kbps

Pada saat pengujian dilakukan terdapat sedikit gangguang kecil yang terjadi pada koneksi 512 Kbps, berbeda dengan suara yang dihasilkan dibandingkan dengan H.323 dengan suara yang jernih tanpa putus-putus atau gangguan suara lainnya.

4.5.2 Pengamatan Pada Uji Coba Koneksi 256 Kbps

4.5.2.1 Pengamatan Paket *Loss* pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran paket *loss* dengan protokol SIP pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 yang dilakukan sebanyak lima kali pengukuran, maka didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.20 Pengukuran Paket *Loss* pada Koneksi 256 Kbps

No	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.186	10.041	5.145	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	6.184	15.320	9.136	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.933	9.161	5.772	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7.020	15.261	8.241	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.913	9.410	5.503	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	6.456	15.040	8.584	0
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14.846	9.349	5.497	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	6.519	14.991	8.472	0
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	15.133	8.246	6.887	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7.894	15.271	7.377	0
Rata-rata					**10.908,40**	**12.209,00**	**7.061,40**	**41,51**

Berdasarkan Tabel 4.20 di atas, rata-rata paket yang hilang pada koneksi 256 Kbps yaitu sebesar 41,51%. Dari seluruh pengujian yang dilakukan, jumlah paket yang hilang rata-rata sebesar 7.061 paket. Nilai tersebut ternyata dapat mengakibatkan hasil suara terdengar kurang jelas.

4.5.2.2 Pengamatan *Delay* pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* dengan protokol SIP pada komunikasi antara *client* pada PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.21 Pengukuran *Delay* pada Koneksi 256 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
Rata-rata *Delay*					**10 ms**

Berdasarkan hasil pengujian pada koneksi 256 Kbps, waktu *delay* yang terjadi sama pada setiap uji coba yang telah dilakukan. Pada komunikasi antara PC1 dengan *server*, waktu *delay* yang terjadi sebesar 11 ms, sedangkan antara PC2 dan *server* memiliki waktu *delay* sebesar 9 ms. Rata-rata *delay* yang terjadi dari 5 pengukuran yang telah dilakukan adalah 10 ms.

4.5.2.3 Pengamatan *Jitter* pada Koneksi 256 Kbps

Pengujian yang dilakukan pada komunikasi antara *client* PC 1 dan PC 2, didapatkan statistik waktu *jitter* pada saat mentransmisikan paket data yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.22 Pengukuran *Jitter* pada Koneksi 256 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
Rata-rata *Jitter*					**10,5 ms**

Dari hasil Tabel 4.22, pengujian yang dilakukan dari seluruh total pengiriman paket, terdapat *jitter* dengan rata-rata sebesar 10,5 ms. *Jiiter* yang terjadi pada setiap komunikasi memiliki nilai yang sama, yaitu 11 ms pada PC1 dengan *server*, dan 10 ms pada PC2 dengan *server* .

4.5.2.4 Pengamatan MOS *Score* pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran MOS *Score* dengan protokol SIP pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.23 Pengukuran MOS *Score* pada Koneksi 256 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata MOS *Score*					**4,4**

Berdasarkan Tabel 4.23, pengukuran MOS *Score* yang dilakukan saat pengujian didapatkan rata-rata nilai MOS sebesar 4,4. nilai ini pun didapatkan pada setiap pengujian yang dilakukan pada koneksi 512 Kbps. Namun suara tersebut didengar dengan kurang baik dan jelas walaupun ada beberapa pengujian dengan gangguan suara yang kecil pada pertengahan pembicaraan.

4.5.2.5 Pengamatan *Bandwidth* pada Koneksi 256 Kbps

Dalam hal *bandwidth* ternyata SIP lebih banyak menggunakan *bandwidth* yang ada, sehingga mengakibatkan suara yang putus-putus, bahkan terdengar jauh berbeda dengan suara asli. Terdapat gangguan suara yang dihasilkan dari rata-rata koneksi yang terjadi dalam pengujian dengan koneksi *bandwidth* sebesar 256 Kbps.

4.5.3 Pengamatan pada Uji Coba Koneksi 64 Kbps

4.5.3.1 Pengamatan Paket *Loss* pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran paket *loss* dengan protokol SIP pada komunikasi antara user PC1 dan PC2 yang dilakukan sebanyak lima kali pengukuran, maka didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.24 Pengukuran Paket *Loss* pada Koneksi 64 Kbps

No	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	3.818	7.224	3.406	63
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	3.818	7.218	3.400	42
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	5.744	4.946	798	50
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5.748	4.942	806	55
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	3.408	7.743	4.335	67
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	3.410	7.735	4.325	40
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	5.754	5.688	66	53
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5.753	5.688	65	53
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	5.911	5.377	534	54
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	5.911	5.373	538	56
Rata-rata					**4.927,50**	**6.193,40**	**1.827,30**	**53,30**

Sangat besar paket hilang yang terjadi pada komunikasi VoIP berbasis SIP menggunakan *bandwidth* sebesar 64 Kbps yaitu sekitar 53,3 % dari seluruh pengujian yang dilakukan. Hal ini terbukti dengan menurunnya kualitas suara yang semakin tidak terdengar, *delay* dan suara yang patah-patah.

4.5.3.2 Pengamatan *Delay* pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* dengan protokol SIP pada komunikasi antara *client* pada PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.25 Pengukuran *Delay* pada Koneksi 64 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	10 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	9 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	11 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	12 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
Rata-rata *Delay*					**10,6 ms**

Rata-rata *delay* yang terjadi dari hasil uji coba yang telah dilakukan adalah sebesar 10,6 ms. *Delay* ini mengakibatkan suara yang diterima lambat diterima. Pada saat pengujian dilakukan bukan hanya *delay* yamg terjadi tapi berbagai gangguan suara, seperti patah-patah.

4.5.3.3 Pengamatan *Jitter* pada Koneksi 64 Kbps

Dari adanya koneksi komunikasi pada *client* PC1 dan PC2 didapatkan statistik *jitter* pada saat mentransmisikan paket data selama terjadinya komunikasi, sebagai berikut :

Tabel 4.26 Pengukuran *Jitter* pada Koneksi 64 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	11 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	11 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	11 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	10 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	12 ms
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	14 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	11 ms
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	12 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
Rata-rata *Jitter*					**11,3 ms**

Berdasarkan Tabel 4.26, rata-rata *jitter* yang dihasilkan dari komunikasi yang dilakukan antara PC1 dan PC2 adalah sebesar 11,3 ms. Nilali yang didapat pada setiap pengujian bearada lebih dari 10 ms. Waktu *jitter* terbesar terjadi pada uji coba ke-4 yaitu sebesar14 ms.

4.5.3.4 Pengamatan MOS *Score* pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran MOS *Score* dengan protokol SIP pada komunikasi antara *user* PC1 dan PC2 didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.27 Pengukuran *MOS Score* pada Koneksi 64 Kbps

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1,6
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1,6
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1,6
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1,5
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1,5
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1,6
4	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1,5
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1,5
5	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1,5
Rata-rata MOS *Score*					**1,53**

Berdasarkan dari hasil pengukuran yang dilakukan, dapat dilihat pada tabel diatas memiliki rata-rata MOS *Score* yang didapatkan yaitu sebesar 1,53. Dari nilai MOS tersebut dapat dikatakan bahwa hasil suara yang dihasilkan komunikasi akan baik atau terdengar jelas dengan koneksi *bandwidth* di atas 512 Kbps.

4.5.3.5 Pengamatan *Bandwidth* pada Koneksi 64 Kbps

Kekurangan *bandwidth,* secara otomatis akan menurunkan kualitas suara yang sangat signifikan bahkan sampai tidak lagi terdengar, suara terdengar patah-patah dan *delay* yang sangat lama diiringi dengan dengungan besar. Jika dibandingkan dengan *bandwidth* yang sama yaitu 64 Kbps, untuk suara yang dihasilkan antara VoIP yang menggunakan H.323 jauh lebih terdengar dan jernih dibandingkan dengan SIP.

4.6 Perbandingan Kualitas antara Protokol H.323 dan SIP

Setelah pengujian dilakukan pada masing-masing protokol, hasil pada setiap parameter akan dibandingkan. Perbandingan hasil pengujian dikelompokkan berdasarkan koneksi *bandwidth* yang digunakan dan berdasarkan parameter pengukuran.

4.6.1 Perbandingan Hasil Pengujian Berdasarkan Koneksi

4.6.1.1 Perbandingan Hasil Pengujian pada Koneksi 512 Kbps

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada koneksi *bandwidth* yang dibatasi sebesar 512 Kbps, perbandingan rata-rata hasil uji coba dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.28 Perbandingan pada Koneksi *Bandwidth* 512 Kbps

Parameter	H.323	SIP
Paket Loss (%)	0,16 %	0,02 %
Delay (ms)	6,2 ms	10 ms
Jitter (ms)	2,4	10,4 ms
MOS Score	4,4	4,4

Bedasarkan tabel di atas, secara umum komunikasi yang dilakukan dengan menggunakan protokol H.323 lebih baik daripada komunikasi yang dilakukan dengan menggunakan protokol SIP. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan pada setiap parameter ukur standar VoIP. Pada H.323, nilai paket *loss* sebesar 0,16 % sedangkan untup SIP, nilai paket loss sebesar 0,02 %. Walaupun paket yang hilang lebih banyak pada H323, namun waktu *delay* yang terjadi pada SIP jauh berbeda pada *delay* H.323. *Delay* yang terjadi pada SIP sebesar 10 ms sedangkan pada

H.323 sebesar 6,2 ms. Begitu pula *jitter* yang dihasilkan, *jitter* yang dihasilkan pada SIP sebesar 10,4 ms sedangkan pada H.323, *jitter* yang dihasilkan sebesar 2,4 ms.

Secara keseluruhan kualitas VoIP dapat dilihat dari hasil *MOS Score* yang terdapat dari masing-masing protokol. Baik pada H.323 maupun SIP, *MOS Score* yang didapat pada koneksi *bandwidth* 512 Kbps adalah 4,4 MOS. Nilai tersebut menandakan bahwa kualitas suara yang diterima dari hasil komunikasi masih terdengar dengan sangat baik.

Dari hasil perbandingan diatas, dapat disimpulkan bahwa pada koneksi 512 Kbps, penggunaaan protokol H.323 dan SIP akan berjalan dengan baik dan menghaislkan suara pada koneksi 512 Kbps.

4.6.1.2 Perbandingan Hasil Pengujian pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada koneksi *bandwidth* yang dibatasi sebesar 256 Kbps, perbandingan rata-rata hasil uji coba dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.29 Perbandingan pada Koneksi *Bandwidth* 256 Kbps

Parameter	H.323	SIP
Paket Loss (%)	0,03 %	41,51 %
Delay (ms)	9,1 ms	10 ms
Jitter (ms)	1,1 ms	10,5 ms
MOS Score	4,4	4,4

Bedasarkan hasil pengujian yang telah disajikan dalam bentuk tabel di atas, secara umum komunikasi yang dilakukan dengan menggunakan protokol H.323 jauh lebih baik daripada komunikasi yang dilakukan dengan menggunakan

protokol SIP. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan pada setiap parameter ukur standar VoIP pada tabel di atas. Untuk paket *loss* yang terjadi sebesar 0,03% dari rata-rata komunikasi yang dilakukan baik pada protokol H.323, sedangkan untuk SIP waktu yang dihaislkan sebesar 41,51%. Waktu d*elay* yang terjadi pada SIP lebih lama daripada *delay* yang terjadi pada H.323. *Delay* pada SIP sebesar 10 ms sedangkan pada H.323 sebesar 9,1 ms. Begitu pula *jitter* yang dihasilkan pada SIP sangat jauh, yaitu sebesar 10,5 ms sedangkan pada H.323 *jitter* yang dihasilkan sebesar 1,1 ms.

Nilai MOS *Score* yang dihasilkan adalah 4,4 baik pada protokol H.323 maupun SIP. Suara yang dihasilkan memang masih dapat didengar, namun dari hasil pengujian yang dilakukan dengan mendengarkan suara pada penggunaaan protokol SIP suara terdengar patah-patah dan *delay* yang tinggi.

Dari hasil perbandingan diatas, dapat disimpulkan bahwa pada koneksi 512 Kbps, penggunaaan protokol H.323 pada jaringan VoIP lebih baik daripada penggunaan protokol SIP.

4.6.1.3 Perbandingan hasil pengujian pada koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada *bandwidth* yang dibatasi sebesar 64 Kbps, perbandingan rata-rata hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.30 Perbandingan pada Koneksi *Bandwidth* 64 Kbps

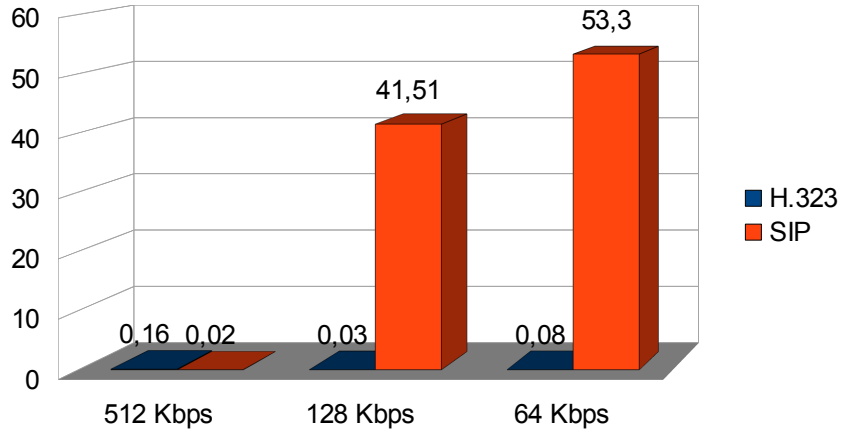
Parameter	H.323	SIP
Paket Loss (%)	0,08 %	53,3 %
Delay (ms)	6,4 ms	10,6 ms
Jitter (ms)	2 ms	11,3 ms
MOS Score	4,4	1,53

Bedasarkan hasil pengujian yang disajikan dalam bentuk tabel di atas, secara umum komunikasi yang dilakukan dengan menggunakan protokol H.323 pada koneksi 64 Kbps memiliki perbedaan yang sangat jauh. Hal ini dapat dilihat dari selisih perbedaan setiap parameter ukur standar VoIP pada masing-masing protokol. Untuk paket *loss* terbesar terjadi pada SIP yaitu sebesar 53,3 % sedangkan pada H.323 paket *loss* yang tejadi tidak sampai menimbulkan gangguan suara yaitu dengan rata-rata 0,08% dari keseluruhan pengujian. Waktu d*elay* yang terjadi pada SIP lebih lama daripada *delay* yang terjadi pada H.323. *Delay* pada SIP sebesar 10,6 ms sedangkan pada H.323 sebesar 6,4 ms. Begitu pula *jitter* yang dihasilkan pada SIP sangat jauh, yaitu sebesar 11,3 ms sedangkan pada H.323 *jitter* yang dihasilkan sebesar 2 ms.

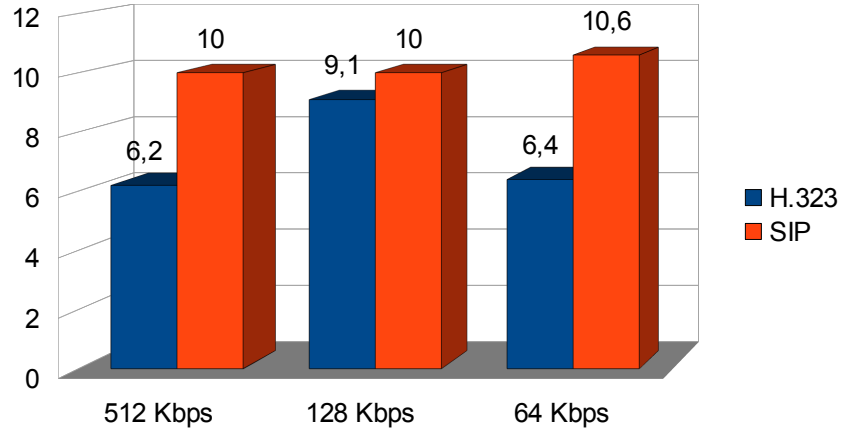
Secara keseluruhan kualitas VoIP dapat dilihat dari hasil *MOS Score* yang terdapat dari masing-masing protokol. Pada H.323 *MOS Score* yang didapat pada koneksi *bandwidth* 64 Kbps adalah 4,4 MOS sedangkan pada SIP nilai *MOS Score* yang didapat sebesar 1,53 MOS.

Dari hasil perbandingan diatas, dapat disimpulkan bahwa pada koneksi 64 Kbps, penggunaaan protokol H.323 pada jaringan VoIP jauh lebih baik daripada penggunaan protokol SIP. Hal tersebut sesuai dengan hasil pengujian yang telah dilakukan dan kualitas suara yang dihasilkan pada saat komunikasi dilakukan.

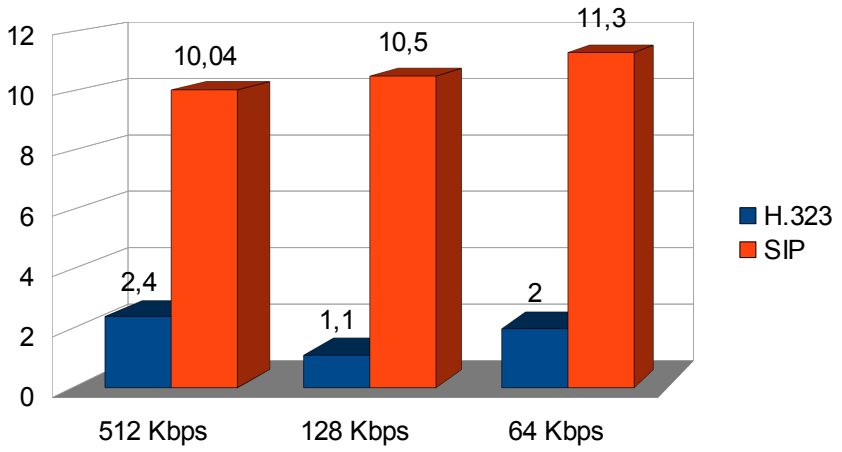
4.6.2 Perbandingan Hasil Pengujian Berdasarkan Parameter



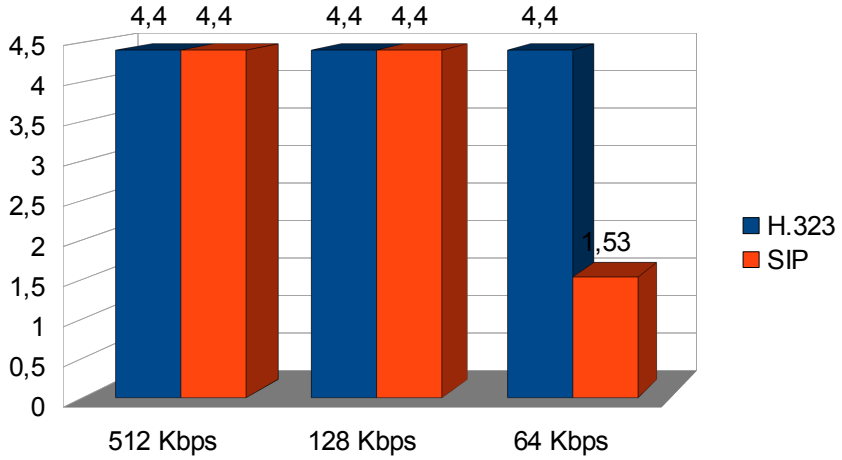
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan *Packet Loss (%)*



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan *Delay (ms)*



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan *Jitter (ms)*



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan *MOS Score (MOS)*

4.7 Kompatibilitas *Softphone*

Dari sekian banyaknya *softphone* yang ada saat ini, tentu membuat banyak pilihan bagi pengguna layanan VoIP. Penggunaan *softphone* tidak lepas dari faktor-faktor penting yang membuat pengguna dapat memilih dan menggunakan *softphone* tersebut. Beberapa faktor penting tersebut adalah dukungan protokol yang digunakan, fitur yang ditawarkan, biaya lisensi dan penggunaaan *codec* yang baik.

Pada pengujian *softphone* yang dilakukan ini, akan mengukur dari setiap penggunaan *softphone* tertentu pada protokol H.323 dan SIP. Pengujian ini dilakukan dengan batasan *bandwidth* sebesar 512 Kbps. Untuk mengukur setiap parameter QoS VoIP, VQManager dipasangkan pada setiap PC *client*.

Skenario yang digunakan adalah dengan melakukan panggilan dari PC1 ke PC2 dengan beberapa *softphone* tertentu. Pengukuran pada setiap *softphone* dilakukan sebanyak 3 kali selama 3 menit pada setiap panggilannya.

4.7.1 *Softphone* berbasis Protokol H.323

Beberapa *softphone* yang memiliki dukungan protokol H.323 adalah *SjPhone*, *Mirial*, dan *VidoPhone.* Berikut informasi hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui kompatibilitas yang dihasilkan dari *softphone* tersebut.

4.7.1.1 SjPhone

SjPhone merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk melakukan komunikasi pada jaringan VoIP. SjPhone merupakan produk dari perusahaan SjLabs yang dirilis mulai tahun 1999. Rilis terakhir pada saat laporan skripsi ini ditulis adalah versi 1.65.

SjPhone dapat pula digunakan pada *platform* yang berbeda seperti : Linux, Windows, Mac, Pocker PC. Salah satu keistimewaan dari SjPhone ini yaitu dapat digunakan pada multiprotokol, baik untuk protokol H.323 maupun SIP. Selain itu, SjPhone pun memiliki fitur diantaranya: *phonebook*, *conference*, *call data record*, *call fowarding,* dan *MME Statistic*. *Codec* yang mendukung pada SjPhone yaitu G.711u/a, GSM, dan iLBC.



Gambar 4.17 SjPhone

Hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan *softphone* SjPhone pada protokol H.323 adalah sebagai berikut:

A. Hasil Pengujian Paket *Loss*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* SJPhone dengan protokol H.323:

Tabel 4.31 Paket *Loss* pada SjPhone dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8.488	8.488	0	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.526	8.526	0	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8.100	8.009	1	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.127	8.127	0	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8.272	8.271	1	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.296	8.297	1	0
Rata-rata					**8.301,50**	**8.286,33**	**0,50**	**0,01**

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang dilakukan, rata-rata paket *loss* yang terjadi adalah sebesar 0,01%. Pada uji coba pertama semua paket terkirim seluruhnya tanpa ada yang hilang, namun pada pengujian kedua terdapat paket yang hilang sebanyak 1 paket, sedangkan pada pengujian ketiga paket yang hilang terjadi sebanyak 2 paket, masing-masing berjumlah 1 paket yang terkoneksi pada *server*.

B. Hasil Pengujian *Delay*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* SJPhone dengan protokol H.323:

Tabel 4.32 *Delay* pada SjPhone dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
Rata-rata *Delay*					**7 ms**

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang dilakukan, penggunaan *softphone SjPhone* pada protokol H.323 mengalami rata-rata waktu *delay* sebesar 7 ms. Pada seluruh pengujian yang dilakukan, waktu *delay* yang terjadi pada semua uji coba sama yaitu sebesar 7 ms.

C. Hasil Pengujian *Jitter*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* SJPhone dengan protokol H.323:

Tabel 4.33 *Jitter* pada SjPhone dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
Rata-rata *Jitter*					**7,2 ms**

Berdasarkan tabel di atas yang merupakan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan rata-rata hasil *jitter* yang terjadi dari seluruh pengujian yang dilakukan yaitu sebesar 7,2 ms. Pada setiap uji coba, *jitter* yang terjadi sekitar 7 ms. Sedangkan pada pengujian kedua terdapat *jitter* sebesar 8 ms yaitu terjadi pada koneksi antara PC1 dan server.

D. Hasil Pengujian MOS *Score*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* SJPhone dengan protokol H.323:

Tabel 4.34 *MOS Score* pada SjPhone dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata MOS *Score*					**4,4**

Seluruh hasil pengujian pada *softphone* SjPhone dengan protokol H.323, nilai MOS yang didapat adalah 4.4 MOS. Hal ini tentu berbanding lurus dari hasil suara yang dihasilkan. Dari seluruh pengujian yang dilakukan suara yang dihasilkan sangat baik, terdengar dengan jelas tanpa adanya gangguan suara.

4.7.1.2 Mirial

Mirial lebih mengutamakan komunikasi *video* dengan tampilan yang sederhana mirip *Media Player Classic*. Kualitas *video* yang ditawarkan pun sudah setara dengan *video* Full-HD (1080p). *Codec* suara yang digunakan adalah G.711 dan G.722.1/C, sedangkan untuk *codec video* yang digunakan oleh Mirial adalah H.261, H.263, dan H.264.

Mirial ini sangat kompatibel apabila digunakan untuk komunikasi VoIP bahkan untuk *video conference* dan *presentation online*. Fitur lengkap yang dimiliki oleh Mirial adalah sebagai berikut :

a. Dukungan protokol H.323 dan SIP.

b. H.264 video codec up to Full-HD (1080p).

c. *Call Management* (2 *lines: call hold, call transfer).*

d. *Presentation:* H.239 (mendukung *dual monitor*) and *DesktopSharing.*

e. Merekam video, melihat hasilnya ke Windowds Media Player.

f. Natural, full-motion video 2Mbps @ 30fps @ H.264 @ 1080p.

g. *Web integration* (single click call).

h. Remote Update.



Gambar 4.18 Mirial

Pada pengujian yang dilakukan, Mirial akan digunakan sebagai layanan *voice* saja. Oleh karena itu, fitur *video* yang terdapat dalam Mirial akan di *non-aktifkan* pada saat pengujian dilakukan. Hal ini dilakukan agar proses pengukuran paket suara tidak bercampur dengan video yang mengakibatkan data tidak *valid*, karena dalam proses penelitian yang akan dilakukan hanya untuk mengukur parameter QoS Suara saja.

A. Hasil Pengujian Paket *Loss*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* Mirial dengan protokol H.323:

Tabel 4.35 Paket *Loss* pada Mirial dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	9.163	9.163	0	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.882	8.882	0	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	9.152	9.152	0	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.880	8.880	0	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	9.029	9.029	0	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.743	8.741	2	0
Rata-rata					**8.974,83**	**8.974,50**	**0,33**	**0,00**

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang dilakukan, pada penggunaan *softphone* Mirial dengan protokol H.323 dan lingkungan jaringan dengan *bandwidth* 512 Kbps rata-rata paket *loss* yang terjadi sebesar 0 %. Namun pada uji coba ketiga terdapat paket yang hilang yaitu sebesar 2 paket saja.

B. Hasil Pengujian *Delay*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* Mirial dengan protokol H.323:

Tabel 4.36 *Delay* pada Mirial dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1 ms
Rata-rata *Delay*					**1,2 ms**

Berdasarkan tabel di atas, pada penggunaan *softphone* Mirial dengan protokol SIP dan lingkungan jaringan dengan *bandwidth* 512 Kbps, rata-rata *delay* yang terjadi sebesar 1,2 ms. Suara yang dihasilkan terdengar sangat jelas.

C. Hasil Pengujian *Jitter*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* Mirial dengan protokol H.323:

Tabel 4.37 *Jitter* pada Mirial dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter* (ms)
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	2 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2 ms
Rata-rata *Jitter*					**2 ms**

Berdasarkan tabel di atas yang merupakan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan rata-rata hasil *jitter* yang terjadi dari seluruh pengujian yang dilakukan yaitu sebesar 2 ms. Pada setiap uji coba, *jitter* yang terbesar yang terjadi yaitu sebesar 2 ms. Pada pengujian kedua terdapat *jitter* sebesar 2 ms yaitu terjadi antara PC1 dan *Server*. Saat komunikasi dilakukan dengan *softphone* mirial ini. Suara yang dihasilkan terdengar baik dan jelas.

D. Hasil Pengujian MOS *Score*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* Mirial dengan protokol H.323:

Tabel 4.38 MOS *Score* pada Mirial dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata MOS *Score*					**4,4**

Seluruh hasil pengujian pada *softphone* Mirial dengan protokol H.323, nilai MOS yang didapat adalah 4.4 MOS. Dari seluruh pengujian yang dilakukan suara yang dihasilkan sama dengan pengujian pada protokol H.323. Suara yang dihasilkan terdengar dengan jelas tanpa adanya gangguan suara.

Berdasarkan keseuruhan hasil analisa dari setiap pengamatan pada parameter pengukuran QoS VoIP dapat disimpulkan bahwa *softphone* ini memiliki kompatibilitas yang baik sebagai VoIP *client* dengan menggunakan protokol H.323.

4.7.1.3 VidoPhone

Pengujian *softphone* yang terakhir untuk protokol H.323 adalah VidoPhone. VidoPhone ini merupakan *softphone* khusus untuk jaringan VoIP dengan menggunakan protokol H.323. VidoPhone memiliki tampillan yang mirip dengan sebuah *handphone.* Konfigurasinya pun sangat mudah. Hanya memasukkan nama akun, *password* dan alamat IP Gatekeeper. Namun kelemahan yang ada dalam *softphone* ini adalah tidak memiliki dukungan *codec*. Informasi codec pun tidak disertakan dalam *softphone* tersebut.



Gambar 4.19 VidoPhone

A. Hasil Pengujian Paket *Loss*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* VidoPhone dengan protokol H.323:

Tabel 4.39 Paket *Loss* pada VidoPhone dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	2.999	3.014	15	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2.942	2.963	21	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	3.013	3.012	1	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	3.048	3.046	2	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	3.112	3.111	1	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	3.074	3.073	1	0
Rata-rata					**3.031,33**	**3.036,50**	**6,83**	**0,23**

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang dilakukan, pada penggunaan *softphone* VidoPhone dengan protokol H.323 dan lingkungan jaringan dengan *bandwidth* 512 Kbps rata-rata paket *loss* yang terjadi yaitu sebesar 0,23 %. Dengan VidoPhone ini, kehilangan paket terbesar terjadi pada pengujian pertama yaitu 15 paket pada koneksi antara PC1 dengan Server dan 21 paket pada koneksi PC2 dengan *Server.*

B. Hasil Pengujian *Delay*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* VidoPhone dengan protokol H.323:

Tabel 4.40 *Delay* pada VidoPhone dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	30 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	57 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	10 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	10 ms
Rata-rata *Delay*					**18,2 ms**

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang dilakukan pada penggunaan *softphone* VidoPhone, rata-rata *delay* yang terjadi sebesar 18,2 ms. Pada pengujian yang dilakukan dengan menggunakan *softphone* ini, suara yang dihasilkan tidak jelas dan putus-putus. Hal ini dikarenakan tidak ada dukungan *codec* pada *softphone* ini.

C. Hasil Pengujian *Jitter*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* VidoPhone dengan protokol H.323:

Tabel 4.41 *Jitter* pada VidoPhone dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	2 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	3 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	2 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	2 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2 ms
Rata-rata *Jitter*					**2,2 ms**

Berdasarkan tabel di atas yang merupakan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan rata-rata hasil *jitter* yang terjadi dari seluruh pengujian yang dilakukan yaitu sebesar 2,2 ms. Waktu *jitter* terbesar yang terjadi yaitu sebesar 3 ms. Waktu *jitter* tersebut terjadi pada pengujian pertama.

D. Hasil Pengujian *MOS Score*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* VidoPhone dengan protokol H.323:

Tabel 4.42 *MOS Score* pada VidoPhone dengan Protokol H.323

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,1
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,1
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,1
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,1
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,1
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata *MOS Score*					**4,15**

Hasil *MOS Score* yang didapat pada pengujian dengan VidoPhone ini yaitu sebesar 4,15. Nilai tersebut tentu lebih kecil jika dibandingkan dengan *softphone* SjPhone dan Mirial. Seperti yang telah disebutkan di selebumnya bahwa

VidoPhone tidak memiliki piihan penggunaan *codec.* Oleh karena itu nilai secara keseluruhan nilai MOS yang dihasilkan kecil.

Berdasarkan keseuruhan hasil analisa dari setiap pengamatan pada parameter pengukuran QoS VoIP, dapat disimpulkan bahwa *softphone* ini memiliki kompatibilitas yang kurang baik. Walau dengan tampilan yang sederhana dan mirip dengan sebuah *handphone*, namun pilihan *codec* tidak disertakan dalam *softphone* ini. Pada saat pengujian yang telah dilakukan pada *softphone* ini, suara yang dihasilkan patah-patah dan waktu *delay* yang tinggi.

4.7.2 *Softphone* berbasis Protokol SIP

Softphone yang digunakan ada pengujian berbasis SIP adalah *SjPhone*, *Mirial*, dan *3CXPhone.* Berikut informasi hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui kompatibilitas dari *softphone* tersebut.

4.7.2.1 SjPhone

Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan dengan menggunakan SjPhone, suara yang dihasilkan terdengar jelas. Dengan kompatibiltas multiprotokol yang dimiliki, SjPhone ini dapat digunakan pada protokol SIP. Hasil pengujian pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

A. Hasil Pengujian Paket *Loss*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* SJPhone dengan protokol SIP:

Tabel 4.43 Paket *Loss* pada SjPhone dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8.097	8.100	0	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7.964	7.968	4	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8.014	8.015	1	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7.961	7.963	2	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8.999	8.094	4	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.036	8.039	3	0
Rata-rata					**8.178,50**	**8.029,83**	**2,33**	**0,03**

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang dilakukan, untuk penggunaan *softphone* pada protokol SIP dan lingkungan jaringan dengan *bandwidth* 512 Kbps paket *loss* yang terjadi sebesar 0,03 %. Paket *loss* terbesar terjadi pada pengujian pertama yaitu sebesar 4 ms.

B. Hasil Pengujian *Delay*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* SJPhone dengan protokol SIP:

Tabel 4.44 *Delay* pada SjPhone dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay(ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	6 ms
Rata-rata *Delay*					**6,8 ms**

Berdasarkan tabel hasil pengujian pada penggunaan *softphone* dengan protokol SIP dengan *bandwidth* 512 Kbps, rata-rata *delay* yang terjadi sebesar 6,8 ms. Pada kondisi ini suara yang dihasilkan terdengar jelas.

C. Hasil Pengujian *Jitter*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* SJPhone dengan protokol SIP:

Tabel 4.45 *Jitter* pada SjPhone dengan protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	7 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	7 ms
Rata-rata *Jitter*					**7,2 ms**

Berdasarkan tabel di atas yang merupakan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan rata-rata hasil *jitter* yang terjadi dari seluruh pengujian yang dilakukan yaitu sebesar 7,2 ms. Pada setiap uji coba, *jitter* yang terjadi sekitar 7 ms. Pada pengujian kedua terdapat *jitter* sebesar 8 ms yaitu terjadi antara PC1 dan *Server*.

D. Hasil Pengujian *MOS Score*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* SJPhone dengan protokol SIP:

Tabel 4.46 *MOS Score* pada SjPhone dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata *MOS Score*					**4,4**

Seluruh hasil pengujian pada *softphone* SjPhone dengan protokol SIP, nilai MOS yang didapat adalah 4.4 MOS. Hal ini tentu berbanding lurus dari hasil suara yang dihasilkan. Dari seluruh pengujian yang dilakukan suara yang dihasilkan sama dengan pengujian pada protokol H323. Suara yang dihasilkan terdengar dengan jelas tanpa adanya gangguan suara.

Berdasarkan keseuruhan hasil analisa dari setiap pengamatan pada parameter pengukuran QoS VoIP dapat disimpulkan bahwa *softphone* ini memiliki kompatibilitas yang baik sebagai VoIP client dengan menggunakan protokol SIP.

4.7.2.2 Mirial

Sama seperti Sjphone, Mirial merupakan *softphone* yang dapat digunakan pada lingkungan multiprotokol. Mirial memiliki kompatibitas yang baik dan mendukung komunikasi VoIP menggunakan protokol SIP. Mirial sebenarnya merupakan jenis *softphone* yang dikhususkan untuk komunikasi *voice* dan *video*. Bahkan *video* yang dihasilkan jernih dan dapat dimanfaatkan oleh pengguna untuk keperluan *video conference* dan *presentation online.*



Gambar 4.20 Mirial Softphone

Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan dengan menggunakan Mirial, suara yang dihasilkan terdengar jelas. Dengan kompatibiltas multiprotokol yang dimiliki, Mirial ini dapat digunakan pada protokol SIP.

A. Hasil Pengujian Paket *Loss*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* Mirial dengan protokol SIP:

Tabel 4.47 Paket *Loss* pada Mirial dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	9.091	9.090	1	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.801	8.801	0	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8.838	8.839	1	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9.049	9.050	1	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	9.099	9.100	1	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.979	8.979	0	0
Rata-rata					**8976,17**	**8976,5**	**0,67**	**0,01**

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang dilakukan, pada penggunaan *softphone* Mirial dengan protokol SIP dan lingkungan jaringan dengan *bandwidth* 512 Kbps rata-rata paket *loss* yang terjadi sebesar 0,01 %. Dengan Mirial ini, kehilangan paket terbesar sebanyak 1 paket saja.

B. Hasil Pengujian *Delay*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* Mirial dengan protokol SIP.

Tabel 4.48 *Delay* pada Mirial dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1 ms
Rata-rata *Delay*					**1,2 ms**

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang dilakukan pada penggunaan *softphone* Mirial dengan protokol SIP dan lingkungan jaringan dengan *bandwidth* 512 Kbps, rata-rata *delay* yang terjadi sebesar 1,2 ms. Pada kondisini ini suara yang dihasilkan terdengar sangat jelas.

C. Hasil Pengujian *Jitter*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* Mirial dengan protokol SIP:

Tabel 4.49 *Jitter* pada Mirial dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	2 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	2 ms
Rata-rata *Jitter*					**2 ms**

Berdasarkan tabel di atas yang merupakan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan rata-rata hasil *jitter* yang terjadi dari seluruh pengujian yang dilakukan yaitu sebesar 2 ms. Pada setiap uji coba, *jitter* yang terbesar yang terjadi yaitu sebesar 2 ms. Pada pengujian kedua terdapat *jitter* sebesar 2 ms yaitu terjadi antara PC1 dan *Server*. Saat komunikasi dilakukan dengan *softphone* mirial ini. Suara yang dihasilkan terdengar baik dan jelas.

D. Hasil Pengujian *MOS Score*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* Mirial dengan protokol SIP:

Tabel 4.50 *MOS Score* pada Mirial dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata MOS *Score*					**4,4**

Seluruh hasil pengujian pada *softphone* Mirial dengan protokol SIP, nilai MOS yang didapat adalah 4.4 MOS. Dari seluruh pengujian yang dilakukan suara yang dihasilkan sama dengan pengujian pada protokol SIP. Suara yang dihasilkan terdengar dengan jelas tanpa adanya gangguan suara.

Berdasarkan keseuruhan hasil analisa dari setiap pengamatan pada parameter pengukuran QoS VoIP dapat disimpulkan bahwa *softphone* ini memiliki kompatibilitas yang baik sebagai VoIP *client* dengan menggunakan protokol SIP.

4.7.2.3 3CX Phone

3CX Phone adalah *softphone* yang digunakan khusus untuk protokol SIP. Tampilan dengan warna dasar ini mirip dengan *smartphone* yang memiliki fitur layar sentuh (*touch screen*). 3CX Phone mampu berkomuikasi dengan 5 jalur secara *real-time* atau bersamaan.

Hasil pengujian dengan 3CX Phone ini, suara terdengar baik dan jelas. Penggunaan *softphone* ini kompatibel untuk jaringan VoIP berbasis protokol SIP saja, sehingga tidak dapat digunakan untuk pada jaringan VoIP berbasis protokol H.323.



Gambar 4.21 3CX Phone

Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan pada penggunaan *softphone* 3CX Phone yang diimplementasikan pada jaringan VoIP berbasis SIP yaitu sebagai berikut:

A. Hasil Pengujian Paket *Loss*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* 3CX Phone dengan protokol SIP:

Tabel 4.51 Paket *Loss* pada 3CX Phone dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	Paket Asal	Paket Tujuan	Paket *Loss*	%
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8.777	8.777	0	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	9.157	9.156	1	0
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	9.020	9.020	0	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.947	8.947	0	0
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	8.947	8.947	1	0
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	8.871	8.871	0	0
Rata-rata					**8.953,17**	**8.953,00**	**0,33**	**0,01**

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang dilakukan, pada penggunaan *softphone* Mirial dengan protokol SIP dan lingkungan jaringan dengan *bandwidth* 512 Kbps rata-rata paket *loss* yang terjadi sebesar 0,01 %. Dengan 3CX Phone ini, kehilangan paket terbesar sebanyak 1 paket saja.

B. Hasil Pengujian *Delay*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* 3CX Phone dengan protokol SIP:

Tabel 4.52 *Delay* pada 3CX Phone dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Delay (ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	0 ms

	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
Rata-rata *Delay*					**0,2 ms**

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang dilakukan diatas, *softphone* 3CX Phone memiliki hasil suara lebih baik dibandingkan dengan *softphone* SjPhone maupun Mirial. Hal tersebut dapat dilihat dari waktu *delay* yang terjadi yaitu hanya sekitar 0,2 ms. Pada saat pengujian, suara memang terdengar sangat jernih walau dengan penggunaan *codec* yang sama yaitu G.711u .

C. Hasil Pengujian *Jitter*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* 3CX Phone dengan protokol SIP.

Tabel 4.53 *Jitter* pada 3CX Phone dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*Jitter(ms)*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	1 ms
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	1 ms
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	0 ms
Rata-rata *Jitter*					**0,7 ms**

Berdasarkan tabel di atas yang merupakan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan rata-rata hasil *jitter* yang terjadi dari seluruh pengujian yang dilakukan yaitu sebesar 0,7 ms. Pada setiap uji coba, *jitter* terbesar yang terjadi yaitu sebesar 1 ms. Pada pengujian kedua, tidak mengalami waktu *jitter* sama seperti pengujian ketiga antara PC2 dan *Server*.

D. Hasil Pengujian *MOS Score*

Berikut data statistik hasil pengujian yang dilakukan pada *softphone* 3CX Phone dengan protokol SIP:

Tabel 4.54 MOS *Score* pada 3CX Phone dengan Protokol SIP

No.	Asal	Tujuan	IP Asal	IP Tujuan	*MOS Score*
1	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
2	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
3	PC1	Server	192.168.20.210	192.168.20.248	4,4
	Server	PC2	192.168.20.248	182.168.20.220	4,4
Rata-rata *MOS Score*					**4,4**

Seluruh hasil pengujian pada *softphone* Mirial dengan protokol SIP, nilai MOS yang didapat adalah 4.4 . Dari seluruh pengujian yang dilakukan suara yang dihasilkan sama dengan pengujian pada protokol SIP lainnya. Suara yang dihasilkan terdengar dengan jelas tanpa adanya gangguan suara.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa dari setiap pengamatan pada parameter pengukuran QoS VoIP, dapat disimpulkan bahwa *softphone* 3CX Phone ini memiliki kompatibilitas yang baik sebagai VoIP *client* dengan menggunakan protokol SIP.