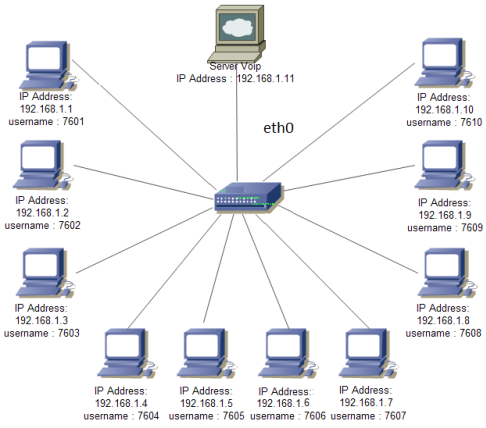
BAB 4

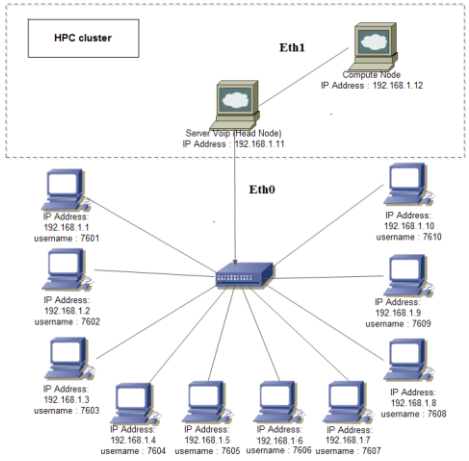
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

4.1 Implementasi Sistem VoIP

Server VoIP yang dibangun akan diimplementasikan pada sistem yang sebenarnya. Implementasi dilakukan berdasarkan analisis dan perancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Berikut gambar 4.1a dan 4.1b adalah topologi yang digunakan dalam pengujian *server* VoIP berbasis HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal.



Gambar 4.1 .a Topologi *server* tunggal



Gambar 4.1 b Topologi *server* HPC *cluster*

Pada Gambar 4.1(a) merupakan topologi jaringan yang akan digunakan dalam melakukan pengujian pada VoIP dengan *server* tunggal. Pada *server* tunggal setiap *client* merupakan pengguna VoIP. Untuk dapat berkomunikasi dengan pengguna lainnya, *client* menggunakan aplikasi X-Lite sebagai *softphone.*

Untuk jaringan *server* VoIP berbasis HPC *cluster* dapat dilihat pada Gambar 4.1(b). PC *server* terhubung pada 2 jaringan yaitu eth0 dan eth1. Jaringan

Eth0 adalah *node* jaringan VoIP, setiap *client* yang terdapat pada jaringan ini, bertindak sebagai pengguna dari layanan VoIP. Ketika *client* melakukan percakapan dengan *client* lainnya, sebelum suara tersebut sampai pada *client* yang dituju, suara tersebut diproses terlebih dahulu oleh *server* VoIP. Dalam hal ini *server* VoIP merupakan penengah antara *client* yang satu dengan *client* lainnya.

Sedangkan Jaringan *Eth1* berfungsi sebagai jaringan HPC *cluster*. Fungsi dari jaringan ini, yaitu sebagai pembagi kerja ketika sebuah *server* menerima proses dari *node* jaringan VoIP. Semua *client* yang ada pada *node* jaringan ini bertindak sebagai *compute node* yang berfungsi pembantu kerja dari *server*. *Server* pada *node* jaringan ini, bertindak sebagai *head node* yang menjadi pusat pemrosesan dan pemberi perintah ke *compute node.*

Tabel 4.1 Daftar IP Address dan Nomor *Dial* pada Jaringan Eth0

No.	Nama Komputer	IP Address	Nomor *Dial*
1	*Server* VoIP	192.168.1.11	
2	SIP *Client* 1	192.168.1.1	**7601**
3	SIP *Client* 2	192.168.1.2	**7602**
4	SIP *Client* 3	192.168.1.3	**7603**
5	SIP *Client* 4	192.168.1.4	**7604**
6	SIP *Client* 5	192.168.1.5	**7605**
7	SIP *Client* 6	192.168.1.6	**7606**
8	SIP *Client* 7	192.168.1.7	**7607**
9	SIP *Client* 8	192.168.1.8	**7608**
10	SIP *Client* 9	192.168.1.9	**7609**
11	SIP *Client* 10	192.168.1.10	**7610**

Tabel 4.1 merupakan tabel konfigurasi pada jaringan *eth0* sedangkan pada tabel 4.2 menggambarkan konfigurasi jaringan pada jaringan *eth1*. *Client* pada jaringan Eth1, merupakan *compute node* yang bertugas mengelola proses apabila *kwanta time* pada *head node* habis. Sehingga, *client* pada jaringan ini tidak memiliki nomor *dial.*

Tabel 4.2 Daftar IP Address pada jaringan eth1

No	Nama Komputer	IP *Address*
1	*Server* VoIP	192.168.1.11
2	*Compute node*	192.168.1.12

Setelah IP *address* dan nomor *dial* dikonfigurasikan pada tiap PC, maka akan dilakukan pengujian panggilan dari masing-masing *client* pada jaringan *eth0.*

4.2 Pengujian Sistem

Dalam melakukan pengujian sistem VoIP setidaknya terdapat 2 *client* atau lebih yang melakukan panggilan. Uji coba panggilan dilakukan dari 1 PC ke PC lainnya. Pada skripsi ini jumlah *client* yang melakukan panggilan sebanyak 10 *client*. Masing-masing user memiliki pasangan dalam melakukan komunikasi. Panggilan akan dilakukan secara dua arah.

Berikut merupakan daftar pasangan *client*.

Tabel 4.3 Daftar Pasangan Panggilan User

No	Komputer (melakukan panggilan)	Komputer (penerima panggilan)
1	SIP *Client* 1	SIP *Client* 2
2	SIP *Client* 3	SIP *Client* 4
3	SIP *Client* 5	SIP *Client* 6
4	SIP *Client* 7	SIP *Client* 8
5	SIP *Client* 9	SIP *Client* 10

4.2.1 Skenario Pengujian

Pada penelitian skripsi ini akan dilakukan beberapa skenario uji coba dengan tujuan untuk mendapatkan beberapa perbandingan data hasil pengukuran. Pengukuran akan dilakukan sebanyak 1 kali pada *server* VoIP tunggal dan *server* VoIP berbasis HPC *cluster*. *Bandwith* yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu 256 Kbps, 128 Kbps, dan 64 Kbps.

Dengan demikian, terdapat 3 kali pengujian pada masing-masing *server*. Setelah itu, kemudian akan diambil rata-rata QoS (*Quality of Services*) dari setiap parameter. Adapun skenario uji coba yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian sistem dengan pemanggilan pada *server* VoIP tunggal

   Sistem akan diuji coba dengan melakukan panggilan menggunakan X-Lite kepada user lain untuk selanjutnya akan diukur kualitas yang dihasilkan berdasarkan parameter uji. Untuk melakukan analisa pengukuran digunakan VQManager. Pengukuran akan dilakukan sebanyak 1 kali berturut-turut mulai dari 2 *client* sampai 10 *client* dengan waktu panggilan selama kurang lebih 5 menit. Bandwith yang akan digunakan yaitu 256 Kbps, 128 Kbps, dan 128 Kbps.

2. Pengujian sistem dengan pemanggilan pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster.*

   Sistem akan diuji coba dengan melakukan panggilan menggunakan X-lite kepada user lain. Sistem akan diamati dan selanjutnya akan diukur kualitas yang dihasilkan berdasarkan parameter uji. Untuk melakukan analisa pengukuran digunakan VQManager. Pengukuran akan dilakukan

sebanyak 1 kali berturut-turut mulai dari 2 *client* sampai 10 *client* dengan waktu panggilan masing-masing *client* selama kurang lebih 5 menit.

4.2.2 Parameter Pengujian

Pada skripsi ini, sistem VoIP yang dibangun, akan diuji QoS (*Quality of Services*) yang dihasilkan. Parameter-parameter yang diujikan tersebut antara lain *packet loss, delay, jitter,* dan MOS. Selain itu, akan dilakukan pengaturan terhadap *bandwith* yang digunakan. Berikut adalah penjelasan mengenai parameter uji yang digunakan.

1. *Packet loss*

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

   a. Baik (0 % - 1 %)

   b. Cukup (1 % - 2 %)

   c. Buruk (>2 %)

2. *Delay*

   Pengujian dan Pengukuran 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) 145

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 4.4 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. *Bandwidth* yang digunakan pada jaringan yaitu 256 Kbps, 128 Kbps, 64 Kbps. Untuk melakukan batasan *bandwidth* ini digunakan aplikasi Wondershaper. *Bandwith* diturunkan agar dapat mengimplementasikan keadaan yang sesungguhnya pada jaringan Internet. Karena, saat ini kecepatan jaringan internet secara umum masih cukup lambat. Berikut adalah tabel skenario pengujian pada server VoIP tunggal dan *server* VoIP berbasis HPC *cluster* .

Tabel 4.5 Tabel Skenario Pengujian

Kelas Uji	Butir Uji	Jenis Pengujian
Server VoIP tunggal	*Packet Loss*	Panggilan 2 arah dengan *bandwith* 256 Kbps, 128 Kbps, 64 Kbps.
	Delay	Panggilan 2 arah dengan *bandwith* 256 Kbps, 128 Kbps, 64 Kbps.
	Jitter	Panggilan 2 arah dengan *bandwith* 256 Kbps, 128 Kbps, 64 Kbps.
	MOS *Score*	Panggilan 2 arah dengan *bandwith* 256 Kbps, 128 Kbps, 64 Kbps.
Server VoIP berbasis HPC *cluster*	*Packet Loss*	Panggilan 2 arah dengan *bandwith* 256 Kbps, 128 Kbps, 64 Kbps.
	Delay	Panggilan 2 arah dengan *bandwith* 256 Kbps, 128 Kbps, 64 Kbps.
	Jitter	Panggilan 2 arah dengan *bandwith* 256 Kbps, 128 Kbps, 64 Kbps.
	MOS *Score*	Panggilan 2 arah dengan *bandwith* 256 Kbps, 128 Kbps, 64 Kbps.

4.3 Pengukuran Kualitas Suara

Sesuai dengan skenario pengujian, maka pengujian akan dilakukan secara 2 kali yaitu pada *server* VoIP tunggal dan *server* VoIP berbasis HPC *cluster*. *Bandwith* yang akan diujikan yaitu 256 Kbps, 128Kbps, dan 64 Kbps. Masing-masing panggilan akan dilakukan selama 5 menit.

4.3.1 Pengukuran Kualitas Suara pada Server VoIP Tunggal

Dalam pengukuran kualitas suara *server* VoIP tunggal, *bandwith* yang akan diujikan yaitu 256 Kbps, 128 Kbps, dan 64 Kbps. *Software* yang digunakan

untuk menghitung QoS (*Quality of Service*) dari layanan VoIP, yaitu VQManager. Parameter QoS (*Quality of Services*) dari sebuah layanan VoIP meliputi *delay*, *jitter*, *packet loss* dan MOS.

4.3.1.1 Pengukuran pada Uji Coba Koneksi 256 Kbps

Sesuai dengan tabel skenario yang telah dibuat, parameter uji yang akan diukur meliputi *packet loss*, *delay*, *jitter* dan MOS. Jumlah *client* yang akan menggunakan layanan ini, sebanyak 10 *client*. Panggilan akan dilakukan secara berturut-turut mulai dari 2 *client* hingga 10 *client*. Lamanya waktu yang akan digunakan pada masing-masing panggilan yaitu sebanyak 5 menit.

4.3.1.1.1 Pengukuran Packet Loss pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran *packet loss* yang terjadi pada *server* VoIP tunggal dengan menggunakan *bandwith* 256 Kbps, didapatkan hasil statistik berikut:

1. Pengujian dengan 2 *client*

Tabel 4.6 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps dengan 2 *client*

No.	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	20.007	19.996	11	0,055
2	7602	7601	19.180	19.168	12	0,062
	Rata-rata		**19.593,5**	**19.582**	**11,5**	**0,058**

2. Pengujian dengan 4 *client*

Tabel 4.7 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps dengan 4 *client*

No.	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	18.143	18.137	6	0,033
2	7602	7601	18.767	18.754	13	0,069
3	7603	7604	19.184	19.175	9	0,046

4	7604	7603	19.284	19.275	9	0,046
	Rata-rata		**18.455**	**18.835,25**	**9,25**	**0,050**

3. Pengujian dengan 6 *client*

Tabel 4.8 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps dengan 6 *client*

No.	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	20.072	20.068	4	0,020
2	7602	7601	23.814	23.779	35	0,147
3	7603	7604	19.250	19.243	7	0,036
4	7604	7603	20.508	20.496	12	0,058
5	7605	7606	19.190	19.173	17	0,088
6	7606	7605	19.763	19.715	48	0,242
	Rata-rata		**21.943**	**20.412,33**	**20,5**	**0,093**

4. Pengujian dengan 8 *client*

Tabel 4.9 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps dengan 8 *client*

No.	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	21.172	21.057	115	0,540
2	7602	7601	20.990	20.945	45	0,214
3	7603	7604	18.054	18.036	18	0,099
4	7604	7603	18.665	18.634	31	0,166
5	7605	7606	20.093	20.083	10	0,049
6	7606	7605	19.677	19.654	23	0,117
7	7607	7608	21.184	21.172	12	0,057
8	7608	7607	22.556	22.501	55	0,244
	Rata-rata		**20.298,88**	**20.260,25**	**38,635**	**0.186**

5. Pengujian dengan 10 *client*

Tabel 4.10 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps dengan 10 *client*

No.	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	22.184	22.172	12	0,054
2	7602	7601	22.654	22.556	98	0,432
3	7603	7604	22.196	22.191	5	0,022
4	7604	7603	22.556	22.493	63	0,279
5	7605	7606	21.571	21.433	138	0,639

6	7606	7605	21.753	21.722	31	0,142
7	7607	7608	20.153	20.141	12	0,059
8	7608	7607	19.789	19.677	112	0,565
9	7609	7610	20.683	20.654	29	0,140
10	7610	7609	19.882	19.794	88	0,442
	Rata-rata		**21.342,1**	**21.283,3**	**58,8**	**0,274**

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan pada *bandwith* 256 Kbps dengan 10 *client*, packet *loss* yang dihasilkan masih dalam kriteria baik, karena nilai rata-rata presentase *packet loss* yang dihasilkan pada layanan VoIP dengan server tunggal masih berkisar antara 0 % sampai dengan 1 %.

4.3.1.1.2 Pengukuran Delay pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* dengan pada *server* VoIP tunggal pada komunikasi antar 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.11 Pengukuran *Delay* Koneksi 256 Kbps dengan 2 *client*

No.	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	3
2	7602	7601	9
	Rata-rata		**6**

Tabel 4.12 Pengukuran *Delay* Koneksi 256 Kbps dengan 4 *client*

No.	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	4
2	7602	7601	8
3	7603	7604	1
4	7604	7603	6
	Rata-rata		**8.5**

Tabel 4.13 Pengukuran *Delay* Koneksi 256 Kbps dengan 6 *client*

No.	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	6
2	7602	7601	21
3	7603	7604	5
4	7604	7603	8
5	7605	7606	18
6	7606	7605	7
	Rata-rata		**10.8**

Tabel 4.14 Pengukuran *Delay* Koneksi 256 Kbps dengan 8 *client*

No.	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	7
2	7602	7601	21
3	7603	7604	12
4	7604	7603	14
5	7605	7606	9
6	7606	7605	15
7	7607	7608	18
8	7608	7607	8
	Rata-rata		**13**

Tabel 4.15 Pengukuran *Delay* Koneksi 256 Kbps dengan 10 *client*

No.	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	24
2	7602	7601	13
3	7603	7604	25
4	7604	7603	19
5	7605	7606	18
6	7606	7605	44
7	7607	7608	13
8	7608	7607	35
9	7609	7610	14
10	7610	7609	45
	Rata-rata		**25**

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan tidak terjadi *Delay* yang cukup signifikan pada jaringan voip dengan *server* tunggal pada bandwith 256 Kbps. Layanan VoIP yang dihasilkan hanya berkisar dari 0 ms sampai dengan 150 ms. Hal ini dikarenakan jaringan yang digunakan merupakan jaringan lokal yang sangat stabil.

4.3.1.1.3 Pengukuran Jitter pada Koneksi 256 Kbps

Kegiatan pengukuran *jitter* sama dengan yang dilakukan pada pengukuran *packet loss.* Masing-masing *client*, melakukan panggilan secara simultan. Berikut adalah tabel pengukuran *jitter* pada koneksi 256 Kbps.

Tabel 4.16 Pengukuran *Jiitter* pada Koneksi 256 Kbps

No.	Jumlah *Client*	*Jitter* (ms)
1	2 *Client*	3
2	4 *Client*	4
3	6 *Client*	4
4	8 *Client*	5
5	10 *Client*	7
	Rata-rata	**4.6**

4.3.1.1.4 Pengukuran MOS Score pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* yang terjadi pada *server* VoIP tunggal dengan komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.17 Pengukuran MOS Score pada Koneksi 256 Kbps

No.	Jumlah *Client*	MOS
1	2 *Client*	4,3
2	4 *Client*	4,3
3	6 *Client*	4,3
4	8 *Client*	4,3
5	10 *Client*	4,3
	Rata-rata	**4,3**

Berdasarkan dari hasil seluruh pengukuran MOS yang dilakukan, dengan *bandwith* 256 Kbps dapat dilihat pada tabel diatas bahwa komunikasi VoIP yang

dilakukan memiliki rata-rata MOS Score sebesar 4.3. Dari MOS tersebut dapat dikatakan bahwa hasil suara yang dihasilkan dengan menggunakan *bandwidth* 256 Kbps masih dalam kategori sangat baik. Karena, rata-rata nilai *Score* MOS yang dihasilkan berkisar antara 4 sampai dengan 5.

4.3.1.2 Pengukuran pada Uji Coba Bandwith 128 Kbps

Selanjutnya, pada *server* VoIP tunggal akan dilakukan pengujian dengan menggunakan *bandwith* 128 Kbps. Seperti halnya pada uji coba dengan *bandwith* 256 Kbps, parameter uji meliputi *packet loss*, *delay*, *jitter* dan MOS.

4.3.1.2.1 Pengukuran Packet Loss pada Koneksi 128 Kbps

Dari hasil pengukuran *packet loss* pada *server* VoIP tunggal pada komunikasi antara user yang dilakukan sebanyak 1 kali pengukuran dengan 10 *client*, maka didapatkan hasil statistik berikut:

1. Pengujian dengan 2 *client*

Tabel 4.18 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 128 Kbps dengan 2 *client*

No.	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	20.024	20.019	5	0,025
2	7602	7601	20.789	20.783	6	0,028
	Rata-rata		**20.406,5**	**20.401**	**5.5**	**0,027**

2. Pengujian dengan 4 *client*

Tabel 4.19 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 128 Kbps dengan 4 *client*

No.	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	21.098	21.091	7	0,033
2	7602	7601	21.348	21.331	17	0,079
3	7603	7604	20.178	20.152	26	0,128

4	7604	7603	19.224	19.190	34	0,177
	Rata-rata		**20.462**	**20.441**	**21**	**0,105**

3. Pengujian dengan 6 *client*

Tabel 4.20 Pengukuran Packet *Loss* Koneksi 128 Kbps dengan 6 client

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	20.072	20.068	4	0,020
2	7602	7601	20.211	20.166	45	0,223
3	7603	7604	19.250	19.243	7	0,036
4	7604	7603	19.223	19.195	28	0,147
5	7605	7606	19.190	19.173	17	0,089
6	7606	7605	19.723	19.676	47	0,238
	Rata-rata		**19.611,5**	**19.586,83**	**24,67**	**0,125**

4. Pengujian dengan 8 *client*

Tabel 4.21 Pengukuran Packet *Loss* Koneksi 128 Kbps dengan 8 client

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	21.172	21.057	115	0,543
2	7602	7601	21.883	21.848	35	0,159
3	7603	7604	18.054	18.036	18	0,099
4	7604	7603	19.231	19.188	43	0,223
5	7605	7606	20.093	20.083	10	0,049
6	7606	7605	21.901	21.863	38	0,173
7	7607	7608	21.184	21.164	20	0,094
8	7608	7607	21.234	21.179	55	0,259
	Rata-rata		**20.594**	**20.552,25**	**41,75**	**0,200**

5. Pengujian dengan 10 *client*

Tabel 4.22 Pengukuran Packet *Loss* Koneksi 128 Kbps dengan 10 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	22.184	22.172	12	0.054
2	7602	7601	22.172	22.116	56	0.252
3	7603	7604	22.196	22.191	5	0.022
4	7604	7603	22.188	22.127	61	0.274
5	7605	7606	21.551	21.443	108	0.501

6	7606	7605	21764	21.686	78	0.358
7	7607	7608	20.153	20.147	6	0.030
8	7608	7607	20.189	20.103	86	0.426
9	7609	7610	20.683	20.654	29	0.140
10	7610	7609	20.781	20.683	98	0.472
	Rata-rata		**21386.1**	**21332.2**	**53.9**	**0.253**

Berdasarkan data pengukuran *packet loss* diatas, dapat disimpulkan pada bandwith 128 Kbps dengan *client* sebanyak 10 komputer, kualitas layanan VoIP yang dihasilkan masih bagus. Karena, rata-rata presentase *packet loss* yang dihasilkan berkisar antara 0 % sampai dengan 1 %.

4.3.1.2.2 Pengukuran Delay pada Koneksi 128 Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* pada *server* VoIP tunggal pada komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.23 Pengukuran *Delay* Koneksi 128 Kbps dengan 2 Client

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	6
2	7602	7601	3
	Rata-rata		**4,5**

Tabel 4.24 Pengukuran *Delay* Koneksi 128 Kbps dengan 4 Client

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	4
2	7602	7601	7
3	7603	7604	3
4	7604	7603	5
	Rata-rata		**4,75**

Tabel 4.25 Pengukuran *Delay* Koneksi 128 Kbps dengan 6 Client

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	10
2	7602	7601	18
3	7603	7604	23
4	7604	7603	7
5	7605	7606	13
6	7606	7605	12
	Rata-rata		**13.8**

Tabel 4.26 Pengukuran *Delay* Koneksi 128 Kbps dengan 8 *Client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	25
2	7602	7601	32
3	7603	7604	22
4	7604	7603	45
5	7605	7606	28
6	7606	7605	48
7	7607	7608	19
8	7608	7607	56
	Rata-rata		**34,4**

Tabel 4.27 Pengukuran *Delay* Koneksi 128 Kbps dengan 10 *Client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	32
2	7602	7601	48
3	7603	7604	42
4	7604	7603	12
5	7605	7606	29
6	7606	7605	43
7	7607	7608	26
8	7608	7607	73
9	7609	7610	28
10	7610	7610	19
	Rata-rata		**35,2**

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, terjadi penurunan kualitas pada suara yang dihasilkan bila dibandingkan dengan kualitas suara pada server VoIP dengan *bandwith* 256 Kbps. Walau demikian *delay* suara yang dihasilkan masih dalam kategori baik. Karena rata-rata *delay* yang dihasilkan hanya berkisar dari 0 ms sampai dengan 150 ms.

4.3.1.2.3 Pengukuran Jitter pada Koneksi 128 Kbps

Dari hasil pengukuran pada *server* VoIP tunggal pada komunikasi antara 10 *client.* Statistik jitter yang dihasilkan pada saat selama *client* melakukan komunikasi, adalah sebagai berikut :

Tabel 4.28 Pengukuran Jiitter pada Koneksi 128 Kbps

No	Jumlah *Client*	Jitter (ms)
1	2 *Client*	1
2	4 *Client*	4
3	6 *Client*	9
4	8 *Client*	12
5	10 *Client*	18
	Rata-rata	**8,8**

4.3.1.2.4 Pengukuran MOS Score pada Koneksi 128 Kbps

Dari hasil pengukuran MOS dengan pada *server* VoIP tunggal pada komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.29 Pengukuran MOS *Score* pada Koneksi 128 Kbps

No	Jumlah *Client*	MOS
1	2 *Client*	4.2
2	4 *Client*	4.2
3	6 *Client*	3.5
4	8 *Client*	3.5
5	10 *Client*	3.4
	Rata-rata	**3.76**

Berdasarkan dari hasil seluruh pengukuran MOS yang dilakukan, dapat dilihat pada tabel 4.15 bahwa komunikasi VoIP yang dilakukan memiliki rata-rata MOS *Score* sebesar 3.76. Dari MOS tersebut dapat dikatakan bahwa hasil suara yang dihasilkan masih dalam kategori bagus.

4.3.1.3 Pengukuran pada Uji Coba Koneksi 64 Kbps

Akan dilakukan pengukuran parameter uji pada *bandwith* 64 Kbps. *Bandwith* tersebut merupakan *bandwith* terkecil yang diujikan pada server VoIP tunggal dan server VoIP berbasis HPC *cluster*.

4.3.1.3.1 Pengukuran Packet Loss pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran *packet loss* pada *server* VoIP tunggal pada komunikasi dengan 10 *client* dengan *bandwith* 128 Kbps, maka didapatkan hasil statistik berikut:

1. Pengujian dengan 2 *client*

Tabel 4.30 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps dengan 2 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	20.147	20.141	6	0,030
2	7602	7601	20.182	20.170	12	0,059
	Rata-rata		**20.164,5**	**20.155,5**	**9**	**0,045**

2. Pengujian dengan 4 *client*

Tabel 4.31 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps dengan 4 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	19.810	19.799	11	0,056
2	7602	7601	19.435	19.426	9	0,046
3	7603	7604	19.442	19.430	12	0,062
4	7604	7603	19.532	19.518	14	0,072
	Rata-rata		**19.554,75**	**19543,25**	**11,5**	**0,059**

3. Pengujian dengan 6 *client*

Tabel 4.32 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps dengan 6 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	20.056	19.964	92	0,459
2	7602	7601	19.785	19.730	55	0,278
3	7603	7604	19.962	19.556	406	2,034
4	7604	7603	19.941	19.920	21	0,105
5	7605	7606	18.766	18.596	170	0,906
6	7606	7605	18.671	18.538	133	0,712
	Rata – rata		**19.530,17**	**19.384**	**146,167**	**0,749**

4. Pengujian dengan 8 *client*

Tabel 4.33 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps dengan 8 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	19.901	19.809	92	0.462
2	7602	7601	19.762	19.707	55	0.278
3	7603	7604	19.881	19.475	406	2.042
4	7604	7603	19.656	19.635	21	0.107
5	7605	7606	21.056	20.886	170	0.807
6	7606	7605	21.343	21.210	133	0.623
7	7607	7608	20.673	20.635	38	0.183
8	7608	7607	20.854	20.523	331	1.587
	Rata-rata		**20.390,75**	**20235**	**155,75**	**0.761**

5. Pengujian dengan 10 *client*

Tabel 4.34 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps dengan 10 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	20.125	19.902	223	1,108
2	7602	7601	20.203	20.181	22	0,109
3	7603	7604	19.895	19.819	76	0,382
4	7604	7603	19.876	19.730	146	0,734
5	7605	7606	20.082	19.898	184	0,916
6	7606	7605	20.643	20.519	124	0,601
7	7607	7608	20.865	20.504	361	1.730
8	7608	7607	20.764	20.685	79	0,380
9	7609	7610	20.006	19.732	274	1,369

10	7610	7609	20.115	19.985	130	0,646
	Rata-rata		**20.257,4**	**20.095,5**	**161,9**	**0,798**

Berdasarkan data yang didapat, diketahui bahwa pada saat pengujian yang dilakukan secara berturut-turut dari 2 *client* hingga 10 *client.* Didapat kesimpulan pada *bandwith* 64 Kbps mengalami penurunan kualitas suara, semakin banyak *user* yang mengakses semakin besar pula presentasi *packet loss* yang dihasilkan.

4.3.1.3.2 Pengukuran Delay pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* dengan pada *server* VoIP tunggal pada komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.35 Pengukuran *Delay* Koneksi 64 Kbps dengan 2 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	5
2	7602	7601	8
	Rata-rata		**6,5**

Tabel 4.36 Pengukuran *Delay* Koneksi 64 Kbps dengan 4 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	6
2	7602	7601	18
3	7603	7604	12
4	7604	7603	14
	Rata-rata		**12,5**

Tabel 4.37 Pengukuran *Delay* Koneksi 64 Kbps dengan 6 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	28
2	7602	7601	10
3	7603	7604	30

4	7604	7603	21
5	7605	7606	18
6	7606	7605	43
	Rata-rata		**25**

Tabel 4.38 Pengukuran *Delay* Koneksi 64 Kbps dengan 8 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	26
2	7602	7601	78
3	7603	7604	83
4	7604	7603	42
5	7605	7606	32
6	7606	7605	73
7	7607	7608	11
8	7608	7607	75
	Rata-rata		**52,5**

Tabel 4.39 Pengukuran *Delay* Koneksi 64 Kbps dengan 10 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	43
2	7602	7601	77
3	7603	7604	45
4	7604	7603	41
5	7605	7606	78
6	7606	7605	58
7	7607	7608	86
8	7608	7607	73
9	7609	7610	28
10	7610	7609	22
	Rata-rata		**55,1**

4.3.1.3.3 Pengukuran Jitter pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran *jitter* pada simulasi komunikasi antara 10 *client.* Statistik *jitter* yang dihasilkan pada saat mentransmisikan *packet* data selama terjadinya komunikasi, adalah sebagai berikut :

Tabel 4.40 Pengukuran Jiitter pada Koneksi 64 Kbps

No	Jumlah *Client*	*Jitter* (ms)
1	2 *Client*	9
2	4 *Client*	18
3	6 *Client*	20
4	8 *Client*	20
5	10 *Client*	24
	Rata-rata	**18.2**

4.3.1.3.4 Pengukuran MOS Score pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran MOS dengan simulasi komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.41 Pengukuran MOS *Score* pada Koneksi 64 Kbps

No	Jumlah *Client*	MOS
1	2 *Client*	1.5
2	4 *Client*	1.5
3	6 *Client*	1.5
4	8 *Client*	1.4
5	10 *Client*	1.3
	Rata-rata	1.6

Berdasarkan dari hasil seluruh pengukuran MOS yang dilakukan, dapat disimpulkan MOS yang terjadi pada *bandwith* 64 Kbps masuk dalam kategori buruk karena kualitas MOS *score* yang terjadi hanya berkisar dari 1 hingga 2.

4.3.2 Pengukuran Kualitas pada *Server* VoIP berbasis HPC *cluster*

Seperti hal nya pengukuran kinerja *server* VoIP tunggal pada pengukuran server VoIP berbasis HPC *cluster* pun, dilakukan pengaturan *bandwith*. *Bandwith* yang digunakan dalam pengujian yaitu 256 Kbps, 128 Kbps, dan 64 Kbps. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung parameter uji dari simulasi percakapan antar 10 *client*. Berikut adalah data statistik pada masing-masing *bandwith* yang diujikan.

4.3.2.1 Pengukuran pada Uji Coba Koneksi 256 Kbps

Akan dilakukan pengukuran pada uji coba panggilan dengan menggunakan koneksi dengan *bandwith* 256 Kbps. Koneksi tersebut merupakan *bandwith* maksimal yang akan diujikan.

4.3.2.1.1 Pengukuran Packet Loss pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran *packet loss* pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster*. Dengan simulasi komunikasi antar user yang dilakukan sebanyak 1 kali. Maka didapatkan hasil statistik sebagai berikut:

1. Pengujian dengan 2 *client*

Tabel 4.42 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps dengan 2 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	21.192	21.186	6	0,028
2	7602	7601	20.661	20.652	9	0,043
	Rata-rata		**20.926,5**	**20.919**	**7,5**	**0,036**

2. Pengujian dengan 4 *client*

Tabel 4.43 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps dengan 4 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	20.376	20.365	11	0.054
2	7602	7601	20.388	20.379	9	0.044
3	7603	7604	20.141	20.128	13	0.064
4	7604	7603	20.487	20.475	12	0.059
	Rata-rata		**20.348**	**20.336,75**	**11,25**	**0.055**

3. Pengujian dengan 6 *client*

Tabel 4.44 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps dengan 6 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	20.654	20.638	16	0,077
2	7602	7601	20.502	20.465	37	0,180
3	7603	7604	19.767	19.744	23	0,116
4	7604	7603	19.754	19.727	27	0,137
5	7605	7606	19.672	19.658	14	0,071
6	7606	7605	19.875	19.856	19	0,096
	Rata-rata		**20.037,33**	**20.014,67**	**22,67**	**0,113**

4. Pengujian dengan 8 *client*

Tabel 4.45 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps dengan 8 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	19.982	19.950	32	0,160
2	7602	7601	20.009	19.953	56	0,280
3	7603	7604	20.154	20.086	68	0,337
4	7604	7603	20.225	20.194	31	0,153
5	7605	7606	20.736	20.691	45	0,217
6	7606	7605	19.677	19.654	23	0,117
7	7607	7608	19.876	19.950	32	0,161
8	7608	7607	19.871	19.953	56	0,281
	Rata-rata		**20.066,25**	**20053,88**	**42.86**	**0,213**

5. Pengujian dengan 10 *client*

Tabel 4.46 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps dengan 10 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	19.768	19.692	76	0,384
2	7602	7601	19.824	19.759	65	0,328
3	7603	7604	20.190	20.099	91	0,451
4	7604	7603	19.881	19.787	94	0,472
5	7605	7606	19.453	19.355	98	0,504
6	7606	7605	19.892	19.814	78	0,392
7	7607	7608	20.482	20.392	90	0,439
8	7608	7607	19.672	19.574	98	0,498
9	7609	7610	20.102	20.081	21	0,104
10	7610	7609	20.453	20.388	65	0,318
	Rata - rata		**19.971,7**	**19.894,1**	**77,6**	**0,389**

Dari hasil tersebut, dapat diketahui bahwa pada saat pengujian yang dilakukan secara berturut-turut dari 2 *client* hingga 10 *client.* Didapat kesimpulan pada *bandwith* 256 Kbps dengan 10 *client*, kualitas layanan VoIP yang dihasilkan masih bagus karena rata-rata packet *loss* yang terjadi berkisar antara 0 % sampai dengan 1 %.

4.3.2.1.2 Pengukuran Delay pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* dengan pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster* pada komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.47 Pengukuran *Delay* Koneksi 256 Kbps dengan 2 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	3
2	7602	7601	7
	Rata-rata		**5**

Tabel 4.48 Pengukuran *Delay* Koneksi 256 Kbps dengan 4 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	8
2	7602	7601	12
3	7603	7604	10
4	7604	7603	7
	Rata-rata		**9,25**

Tabel 4.49 Pengukuran *Delay* Koneksi 256 Kbps dengan 6 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	7
2	7602	7601	23
3	7603	7604	8
4	7604	7603	8
5	7605	7606	20
6	7606	7605	9
	Rata-rata		**12.5**

Tabel 4.50 Pengukuran *Delay* Koneksi 256 Kbps dengan 8 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	9
2	7602	7601	21
3	7603	7604	12
4	7604	7603	18
5	7605	7606	32
6	7606	7605	18
7	7607	7608	22
8	7608	7607	23
	Rata-rata		**19,37**

Tabel 4.51 Pengukuran *Delay* Koneksi 256 Kbps dengan 10 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	15
2	7602	7601	28
3	7603	7604	45
4	7604	7603	67

5	7605	7606	56
6	7606	7605	89
7	7607	7608	16
8	7608	7607	76
9	7609	7610	14
10	7610	7609	62
	Rata-rata		**46,8**

Berdasarkan hasil statisk, dapat disimpulkan tidak terjadi *delay* yang cukup tinggi pada suara yang dihasilkan pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster* dengan *bandwith* 256 Kbps. Rata-rata kualitas suara yang dihasilkan masih dalam kategori baik karena *delay* yang terjadi berada diantara 0 sampai dengan 150 ms. *Delay* terbesar terjadi hanya ketika 10 *client* melakukan komunikasi secara serentak.

4.3.2.1.3 Pengukuran Jitter pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran pada *server* VoIP HPC *cluster* pada komunikasi antara 10 *client*, statistik *jitter* pada saat mentransmisikan *packet* suara selama terjadinya komunikasi, adalah sebagai berikut :

Tabel 4.52 Pengukuran *Jiitter* pada Koneksi 256 Kbps

No	Jumlah *Client*	*Jitter* (ms)
1	2 *Client*	2
2	4 *Client*	2
3	6 *Client*	4
4	8 *Client*	8
5	10 *Client*	10
	Rata-rata	**5.2**

4.3.2.1.4 Pengukuran MOS Score pada Koneksi 256 Kbps

Dari hasil pengukuran MOS *Score* dengan pada *server* VoIP HPC *cluster* pada komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.53 Pengukuran MOS *Score* pada Koneksi 256 Kbps

No	Jumlah *Client*	MOS
1	2 *Client*	4.3
2	4 *Client*	4.3
3	6 *Client*	4.3
4	8 *Client*	4.3
5	10 *Client*	4.3
	Rata-rata	**4.3**

Berdasarkan dari hasil seluruh pengukuran MOS yang dilakukan, rata-rata MOS *Score* yang dihasilkan sebesar 4.3. Dari MOS *score* tersebut dapat disimpulkan bahwa suara yang dihasilkan pada komunikasi dengan *bandwidth* 256 Kbps sangat baik. Karena, rata-rata MOS *score* yang terjadi berkisar antara 4 sampai dengan 5.

4.3.2.2 Pengukuran pada Uji Coba Koneksi 128 Kbps

Selanjutnya, pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster* akan dilakukan pengujian dengan menggunakan *bandwith* 128 Kbps. Seperti halnya pada uji coba dengan *bandwith* 256 Kbps, parameter uji meliputi *packet loss*, *delay*, *jitter* dan MOS.

4.3.2.2.1 Pengukuran Packet Loss pada Koneksi 128 Kbps

Dari hasil pengukuran *packet loss* pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster* pada komunikasi antara user dilakukan sebanyak 1 kali pengukuran berturut-turut, maka didapatkan hasil statistik berikut:

1. Pengujian dengan 2 *client*

Tabel 4.54 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 128 Kbps dengan 2 *Client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	20.377	20.370	7	0.034
2	7602	7601	20.364	20.357	7	0.034
Rata-rata			**20.370,5**	**20.363,5**	**7**	**0.034**

2. Pengujian dengan 4 *client*

Tabel 4.55 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 128 Kbps dengan 4 *Client*

No.	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	19.847	19.833	14	0.071
2	7602	7601	19.766	19.749	17	0.086
3	7603	7604	19.856	19.833	23	0.116
4	7604	7603	19.992	19,955	37	0,185
Rata-rata			**19.865,25**	**19.842,5**	**22,75**	**0,114**

3. Pengujian dengan 6 *client*

Tabel 4.56 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 128 Kbps dengan 6 *Client*

No.	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	20.107	20.098	9	0,045
2	7602	7601	20.301	20.278	23	0,113
3	7603	7604	19.963	19.920	43	0,215
4	7604	7603	20.198	20.159	39	0,193
5	7605	7606	19.887	19.873	14	0,070
6	7606	7605	19.543	19.487	56	0,286
Rata-rata			**19999,83**	**19969,17**	**30,67**	**0,154**

4. Pengujian dengan 8 *client*

Tabel 4.57 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 128 Kbps dengan 8 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	20.182	20.144	38	0,188
2	7602	7601	20.345	20.322	23	0,113

3	7603	7604	20.456	20.400	56	0,274
4	7604	7603	20.129	20.084	45	0,224
5	7605	7606	19.260	19.193	67	0,348
6	7606	7605	19.234	19.156	78	0,406
7	7607	7608	20.765	20.730	35	0,169
8	7608	7607	20.651	20.631	20	0,096
	Rata-rata		**20127,75**	**20082,5**	**45,25**	**0,227**

5. Pengujian dengan 10 *client*

Tabel 4.58 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 128 Kbps dengan 10 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	19.726	19.628	98	0,497
2	7602	7601	20.634	20.573	61	0,296
3	7603	7604	20.145	20.073	72	0,357
4	7604	7603	20.654	20.569	85	0,412
5	7605	7606	20.345	20.252	93	0,457
6	7606	7605	19.784	19.759	25	0,126
7	7607	7608	20.549	20.473	76	0,370
8	7608	7607	20.981	20.891	90	0,429
9	7609	7610	20.549	20.465	84	0,409
10	7610	7609	19.498	19.434	64	0,328
	Rata-rata		**20.286,5**	**20.211,7**	**74,8**	**0,368**

Berdasarkan data yang didapat, dapat diketahui bahwa pada saat pengujian yang dilakukan 1 kali secara berturut-turut dari 2 *client* hingga 10 *client.* Didapat kesimpulan pada bandwith 128 Kbps Kbps dengan 10 *client*, kualitas layanan VoIP yang dihasilkan masih bagus. Karena rata-rata presentase yang dihasilkan antara 0 % sampai dengan 1 % .

4.3.2.2.2 Pengukuran Delay pada Koneksi 128 Kbps

Dari hasil pengukuran *delay* dengan pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster* pada simulasi komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.59 Pengukuran *Delay* Koneksi 128 Kbps dengan 2 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	5
2	7602	7601	6
	Rata-rata		**5,5**

Tabel 4.60 Pengukuran *Delay* Koneksi 128 Kbps dengan 4 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	4
2	7602	7601	8
3	7603	7604	7
4	7604	7603	5
	Rata-rata		**6**

Tabel 4.61 Pengukuran *Delay* Koneksi 128 Kbps dengan 6 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	18
2	7602	7601	25
3	7603	7604	27
4	7604	7603	31
5	7605	7606	34
6	7606	7605	28
	Rata-rata		**27,17**

Tabel 4.62 Pengukuran *Delay* Koneksi 128 Kbps dengan 8 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	42
2	7602	7601	23
3	7603	7604	28
4	7604	7603	51
5	7605	7606	45
6	7606	7605	61
7	7607	7608	13
8	7608	7607	18
	Rata-rata		**35,13**

Tabel 4.63 Pengukuran *Delay* Koneksi 128 Kbps dengan 10 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	45
2	7602	7601	13
3	7603	7604	65
4	7604	7603	24
5	7605	7606	14
6	7606	7605	28
7	7607	7608	45
8	7608	7607	45
9	7609	7610	69
10	7610	7610	75
	Rata-rata		**42,2**

Dari data statistik yang dihasilkan, dapat disimpulkan tidak terjadi *delay* yang cukup tinggi. Kualitas suara yang dihasilkan pun masih dalam kategori bagus. Karena rata-rata *delay* yang terjadi masih dibawah 100ms .

4.3.2.2.3 Pengukuran Jitter pada Koneksi 128 Kbps

Dari hasil pengukuran pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster* dengan simulasi komunikasi antara 10 *client* statistik jitter pada saat mentransmisikan *packet* data selama terjadinya komunikasi, sebagai berikut :

Tabel 4.64 Pengukuran *Jiitter* pada Koneksi 128 Kbps

No	Jumlah *Client*	Jitter (ms)
1	2 *Client*	2
2	4 *Client*	5
3	6 *Client*	7
4	8 *Client*	9
5	10 *Client*	17
	Rata-Rata	8,4

4.3.2.2.4 Pengukuran MOS Score pada Koneksi 128 Kbps

Dari hasil pengukuran MOS dengan pada *server* VoIP HPC *cluster* pada komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.65 Pengukuran MOS *Score* pada Koneksi 128 Kbps

No	Jumlah *Client*	MOS
1	2 *Client*	4.2
2	4 *Client*	4.2
3	6 *Client*	3.6
4	8 *Client*	3.7
5	10 *Client*	3.7
	Rata-rata	**3.88**

Berdasarkan dari hasil seluruh pengukuran MOS yang dilakukan, dapat dilihat pada tabel diatas bahwa komunikasi VoIP yang dilakukan memiliki rata-rata MOS *Score* sebesar 3.88. Dari MOS tersebut dapat dikatakan bahwa hasil suara yang dihasilkan komunikasi cukup baik pada koneksi dengan *bandwidth* 128 Kbps karena MOS *score* yang dihasilkan masih berkisar antara 3 sampai dengan 4.

4.3.2.3 Pengukuran pada Uji Coba Koneksi 64 Kbps

Selanjutnya akan dilakukan pengujian menggunakan *bandwith* 64 Kbps. Bandwith tersebut merupakan bandwith terkecil yang akan diujikan.

4.3.2.3.1 Pengukuran Packet Loss pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran *packet loss* pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster* dengan simulasi komunikasi antara 10 *client*. Maka didapatkan hasil statistik sebagai berikut:

1. Pengujian dengan 2 *client*

Tabel 4.66 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps dengan 2 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	19.882	19.877	5	0,025
2	7602	7601	19.765	19.760	5	0,025
Rata-rata			**19.823,5**	**19.818,5**	**5**	**0,025**

2. Pengujian dengan 4 *client*

Tabel 4.67 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps dengan 4 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	(%)
1	7601	7602	20.384	20.375	9	0,044
2	7602	7601	20.567	20.557	10	0,049
3	7603	7604	20.761	20.747	14	0,067
4	7604	7603	19.564	19.556	8	0,041
Rata-rata			**20.319**	**20.308,75**	**10,25**	**0,050**

3. Pengujian dengan 6 *client*

Tabel 4.68 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps dengan 6 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Packet* Dikirim (Kbps)	*Packet* Diterima (Kbps)	*Packet Loss* (Kbps)	%
1	7601	7602	19.659	19.603	56	0,285
2	7602	7601	19.723	19.636	87	0,441
3	7603	7604	19.840	19.738	102	0,514

4	7604	7603	20.129	20.034	95	0,472
5	7605	7606	19.901	19.816	85	0,427
6	7606	7605	20.265	20.189	76	0,375
	Rata - rata		**19.919,5**	**19.836**	**83,5**	0,419

4. Pengujian dengan 8 *client*

Tabel 4.69 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps dengan 8 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	20.431	20.342	89	0,436
2	7602	7601	19.659	19.476	183	0,931
3	7603	7604	19.387	19.281	106	0,547
4	7604	7603	20.781	20.403	378	1,819
5	7605	7606	20.854	20.771	83	0,398
6	7606	7605	20.675	20.530	145	0,701
7	7607	7608	20.478	20.391	87	0,425
8	7608	7607	20.556	20.367	189	0,920
	Rata-rata		**20352,63**	**20195,13**	**157,5**	**0,772**

5. Pengujian dengan 10 *client*

Tabel 4.70 Pengukuran *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps dengan 10 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Packet* Dikirim (Kbps)**	***Packet* Diterima (Kbps)**	***Packet Loss* (Kbps)**	**(%)**
1	7601	7602	20.189	20.000	189	0,936
2	7602	7601	19.765	19.700	65	0,329
3	7603	7604	20.145	20059	86	0,427
4	7604	7603	20.765	20570	195	0,939
5	7605	7606	19.560	19468	92	0,470
6	7606	7605	19.458	19326	132	0,678
7	7607	7608	20.173	19939	234	1,160
8	7608	7607	19.567	19355	212	1,083
9	7609	7610	20.549	20238	311	1,513
10	7610	7609	19.214	19.102	112	0,583
	Rata-rata		**19.938,5**	**19.775,7**	**162,8**	**0.812**

Berdasarkan data yang didapat, dapat diketahui bahwa pada saat pengujian yang dilakukan 1 kali secara berturut-turut dari 2 *client* hingga 10 *client.*D idapat

kesimpulan pada bandwith 64 Kbps. Mengalami penurunan kualitas, semakin banyak user yang mengakses semakin banyak pula *packet loss* yg terjadi.

4.3.2.3.2 Pengukuran Delay pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran delay dengan pada *server* VoIP tunggal pada komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.71 Pengukuran *Delay* Koneksi 64 Kbps dengan 2 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	11
2	7602	7601	7
	Rata-rata		**9**

Tabel 4.72 Pengukuran *Delay* Koneksi 64 Kbps dengan 4 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	16
2	7602	7601	18
3	7603	7604	12
4	7604	7603	14
	Rata-rata		**15**

Tabel 4.73 Pengukuran *Delay* Koneksi 64 Kbps dengan 6 *client*

No	**Nomor *Dial* (Pengirim)**	**Nomor *Dial* (Penerima)**	***Delay* (ms)**
1	7601	7602	16
2	7602	7601	13
3	7603	7604	28
4	7604	7603	27
5	7605	7606	32
6	7606	7605	43
	Rata-rata		**26.5**

Tabel 4.74 Pengukuran *Delay* Koneksi 64 Kbps dengan 8 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	72
2	7602	7601	45
3	7603	7604	86
4	7604	7603	35
5	7605	7606	58
6	7606	7605	81
7	7607	7608	34
8	7608	7607	75
	Rata-rata		**60.75**

Tabel 4.75 Pengukuran *Delay* Koneksi 64 Kbps dengan 10 *client*

No	Nomor *Dial* (Pengirim)	Nomor *Dial* (Penerima)	*Delay* (ms)
1	7601	7602	78
2	7602	7601	84
3	7603	7604	103
4	7604	7603	65
5	7605	7606	89
6	7606	7605	99
7	7607	7608	103
8	7608	7607	86
9	7609	7610	54
10	7610	7609	57
	Rata-rata		**81.8**

Berdasarkan data yang didapat, dapat diketahui bahwa pada saat pengujian yang dilakukan 1 kali secara berturut-turut dari 2 *client* hingga 10 *client.* Didapat kesimpulan pada *bandwith* 64 Kbps. Mengalami penurunan kualitas, semakin banyak user yang mengakses semakin banyak pula *packet loss* yg terjadi.

4.3.2.3.3 Pengukuran Jitter pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran pada *server* VoIP HPC *cluster* pada komunikasi antara 10 *client*, statistik *jitter* pada saat mentransmisikan *packet* data selama terjadinya komunikasi, sebagai berikut :

Tabel 4.76 Pengukuran Jiitter pada Koneksi 64 Kbps

No	Jumlah *Client*	Jitter (ms)
1	2 *Client*	8
2	4 *Client*	15
3	6 *Client*	16
4	8 *Client*	17
5	10 *Client*	18
	Rata-rata	**14.8**

4.3.2.3.4 Pengukuran MOS Score pada Koneksi 64 Kbps

Dari hasil pengukuran MOS dengan pada *server* VoIP HPC *cluster* pada komunikasi antara 10 *client* didapatkan hasil statistik berikut:

Tabel 4.77 Pengukuran MOS *Score* pada Koneksi 64 Kbps

No	Jumlah *Client*	MOS
1	2 *Client*	1,6
2	4 *Client*	1,6
3	6 *Client*	1,6
4	8 *Client*	1,5
5	10 *Client*	1,4
	Rata-rata	**1,54**

Berdasarkan dari hasil seluruh pengukuran MOS yang dilakukan, dapat dilihat pada tabel diatas bahwa komunikasi VoIP yang dilakukan memiliki rata-rata MOS Score sebesar 1.5. Dari MOS tersebut dapat dikatakan bahwa hasil suara yang dihasilkan komunikasi baik pada koneksi dengan bandwidth 64 Kbps kurang baik dalam implementasi VoIP dengan banyak user.

4.4 Perbandingan Kualitas Suara

4.4.1 Perbandingan Packet Loss Pada Bandwith 256 Kbps

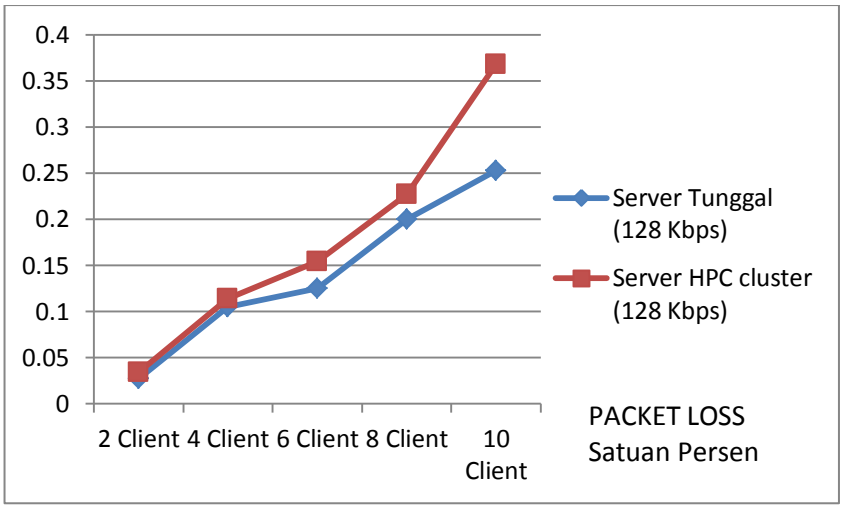


Gambar 4.1 Grafik Perbandingan *Packet Loss* Koneksi 256 Kbps

Grafik diatas menunjukkan perbandingan *packet loss* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 256 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dalam persen (%). Semakin tinggi jumlah *packet loss* yang hilang kualitas suara yang dihasilkan semakin buruk.

Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan *packet loss* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster,* lebih tinggi dari *server* VoIP tunggal. Namun demikian, kualitas suara yang dihasilkan masih cukup baik. Hal ini, dapat dilihat dari rata-rata suara yang dihasilkan masih dalam *range* 0 % sampai dengan 1 %.

4.4.2 Perbandingan Packet Loss pada Bandwith 128 Kbps

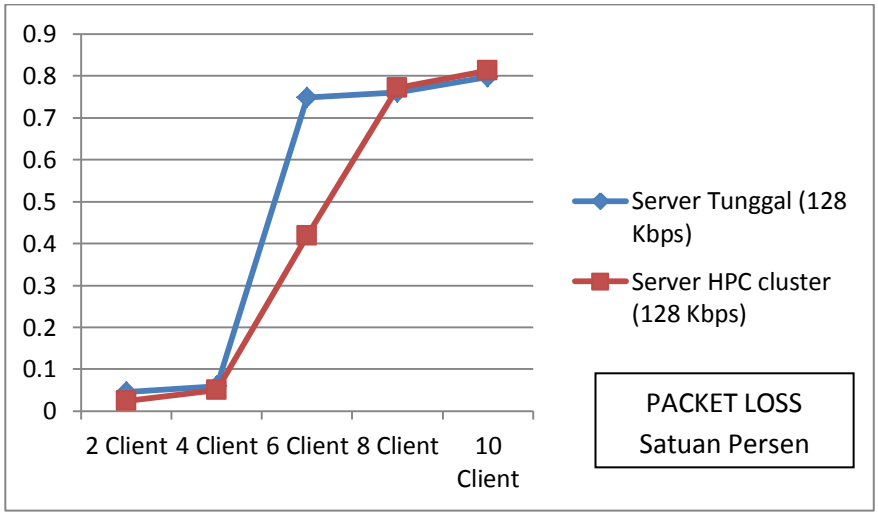


Gambar 4.2 Grafik Perbandingan *Packet Loss* Koneksi 128 Kbps

Grafik diatas menunjukkan *packet loss* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 128 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dalam persen (%). Semakin tinggi jumlah *packet loss* yang hilang kualitas suara yang dihasilkan semakin buruk.

Dari hasil grafik teresebut dapat disimpulkan *packet loss* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC cluster, lebih tinggi dari *server* VoIP tunggal. Namun demikian, kualitas suara yang dihasilkan masih cukup baik. Hal ini, dapat dilihat dari rata-rata suara yang dihasilkan masih dalam *range* 0 % sampai dengan 1 %.

4.4.3 Perbandingan Packet Loss pada Bandwith 64 Kbps

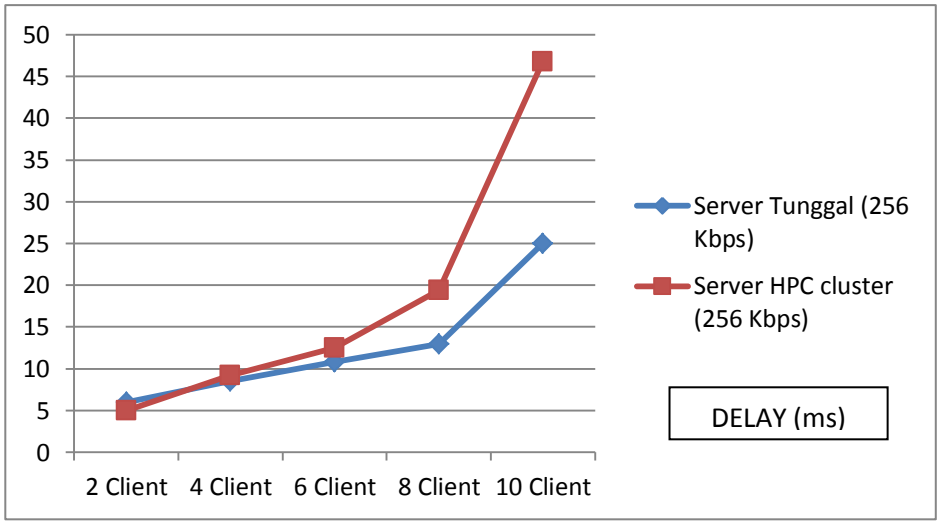


Gambar 4.3 Grafik Perbandingan *Packet Loss* Koneksi 64 Kbps

Grafik diatas menunjukkan *packet loss* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 256 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dalam persen (%). Semakin tinggi jumlah *packet loss* yang hilang kualitas suara yang dihasilkan semakin buruk.

Dari hasil grafik teresebut dapat disimpulkan *packet loss* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster*, lebih tinggi dari *server* VoIP tunggal. Namun demikian, kualitas suara yang dihasilkan masih cukup baik. Hal ini, dapat dilihat dari rata-rata suara yang dihasilkan masih dalam *range* 0 % sampai dengan 1 %.

4.4.4 Perbandingan Delay pada Bandwith 256 Kbps



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan *Delay* Koneksi 256 Kbps

Grafik diatas menunjukkan *delay* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 256 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dalam waktu (ms). Semakin tinggi jumlah *delay* kualitas suara yang dihasilkan semakin buruk.

Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan *delay* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC cluster, lebih tinggi dari *server* VoIP tunggal. Namun demikian, kualitas suara yang dihasilkan masih cukup baik. Hal ini, dapat dilihat dari rata-rata *delay* yang dihasilkan masih dalam *range* 0 sampai dengan 50.

4.4.5 Perbandingan Delay pada Bandwith 128 Kbps

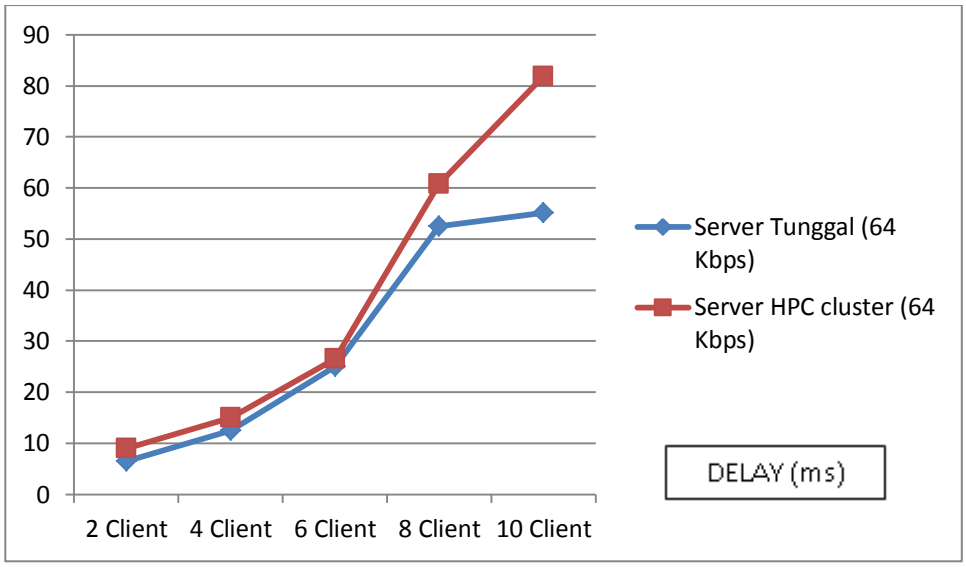


Gambar 4.5 Grafik Perbandingan *Delay* Koneksi 128 Kbps

Grafik diatas menunjukkan *delay* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 128 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dalam waktu (ms). Semakin tinggi jumlah *delay* kualitas suara yang dihasilkan semakin buruk.

Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan *delay* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC cluster, lebih tinggi dari *server* VoIP tunggal. Namun demikian, kualitas suara yang dihasilkan masih cukup baik. Hal ini, dapat dilihat dari rata-rata delay yang dihasilkan masih dalam *range* 0 sampai dengan 50.

4.4.6 Perbandingan Delay pada Bandwith 64 Kbps

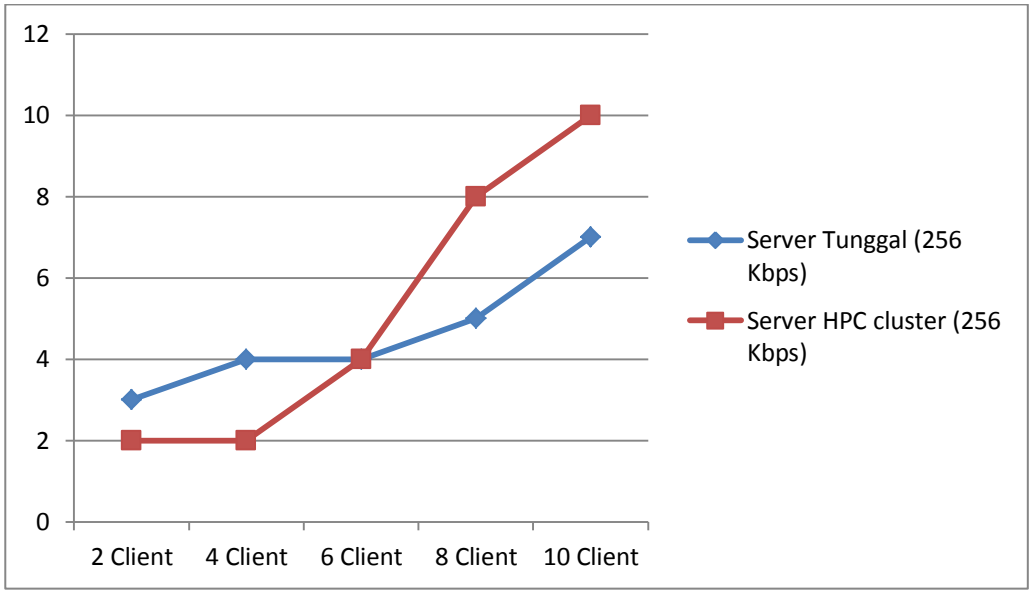


Gambar 4.6 Grafik Perbandingan *Delay* Koneksi 64 Kbps

Grafik diatas menunjukkan *delay* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 64 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dalam waktu (ms). Semakin tinggi jumlah *delay* kualitas suara yang dihasilkan semakin buruk.

Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan *delay* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC cluster, lebih tinggi dari *server* VoIP tunggal. Namun demikian, kualitas suara yang dihasilkan masih cukup baik. Hal ini, dapat dilihat dari rata-rata delay yang dihasilkan masih dalam *range* 0 sampai dengan 92.

4.4.7 Perbandingan Jitter pada Bandwith 256 Kbps

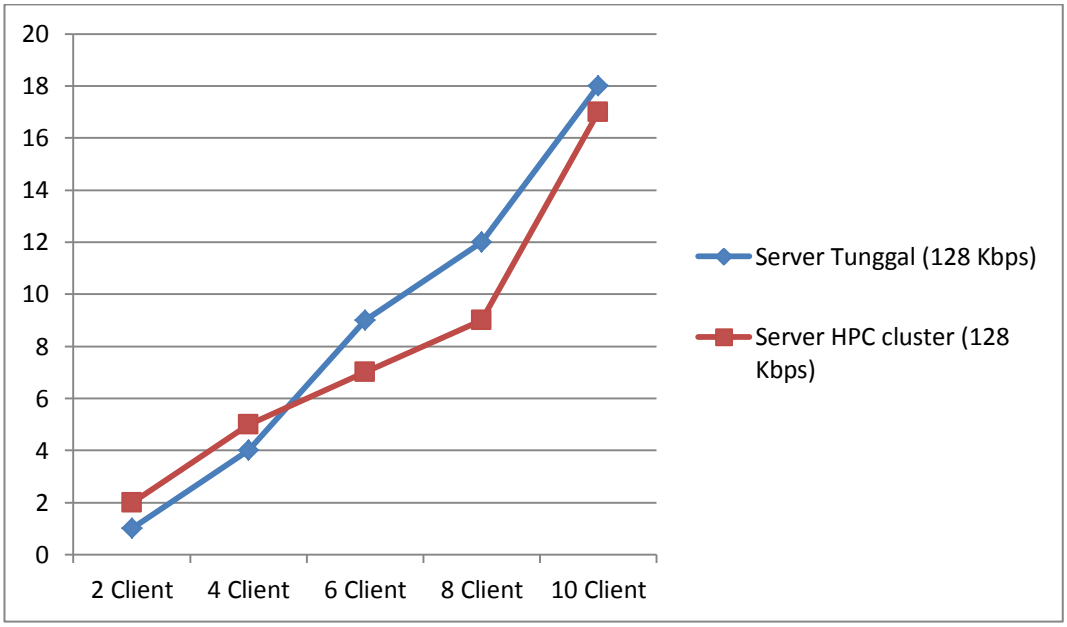


Gambar 4.7 Grafik Perbandingan *Jitter* Koneksi 256 Kbps

Grafik diatas menunjukkan *jitter* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 256 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dalam waktu (ms). Semakin tinggi jumlah *jitter* kualitas suara yang dihasilkan semakin buruk.

Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan *jitter* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC cluster, lebih tinggi dari *server* VoIP tunggal. Namun demikian, kualitas suara yang dihasilkan masih cukup baik. Hal ini, dapat dilihat dari rata-rata *jitter* yang dihasilkan masih dalam *range* 0 sampai dengan 10.

4.4.8 Perbandingan Jitter pada Bandwith 128 Kbps

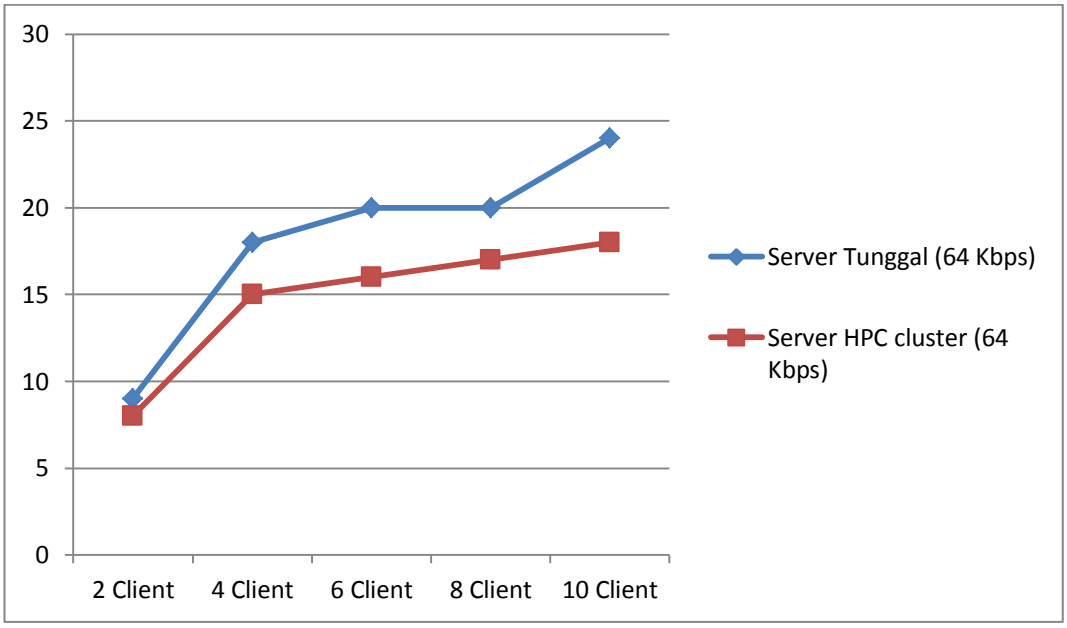


Gambar 4.8 Grafik Perbandingan *Jitter* Koneksi 128 Kbps

Grafik diatas menunjukkan *delay* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 128 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dalam waktu (ms). Semakin tinggi jumlah *jitter* kualitas suara yang dihasilkan semakin buruk.

Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan *jitter* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster*, lebih tinggi dari *server* VoIP tunggal. Namun demikian, kualitas suara yang dihasilkan masih cukup baik. Hal ini, dapat dilihat dari rata-rata *jitter* yang dihasilkan masih dalam *range* 0 sampai dengan 20.

4.4.9 Parameter Jitter dengan Bandwith 64 Kbps

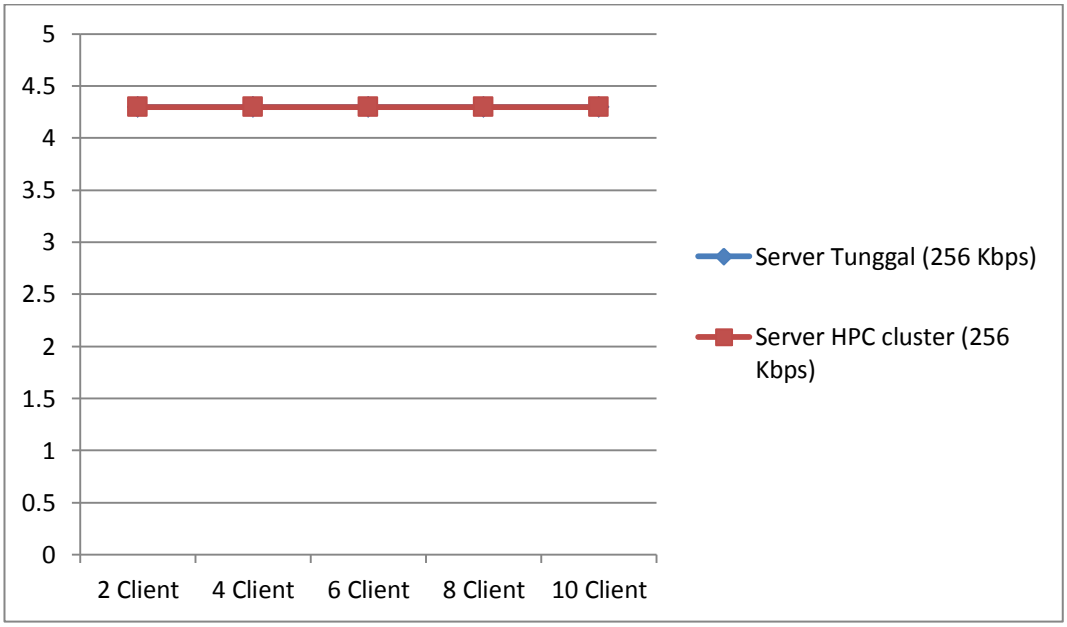


Gambar 4.9 Grafik Perbandingan *Jitter* Koneksi 64 Kbps

Grafik diatas menunjukkan *jitter* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 64 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dalam waktu (ms). Semakin tinggi jumlah *jitter* suara yang dihasilkan semakin buruk.

Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan *jitter* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster*, lebih tinggi dari *server* VoIP tunggal. Suara yang dihasilkan cukup buruk karena jitter yang terjadi > 20 ms

4.4.10 Perbandingan MOS Score pada Bandwith 256 Kbps

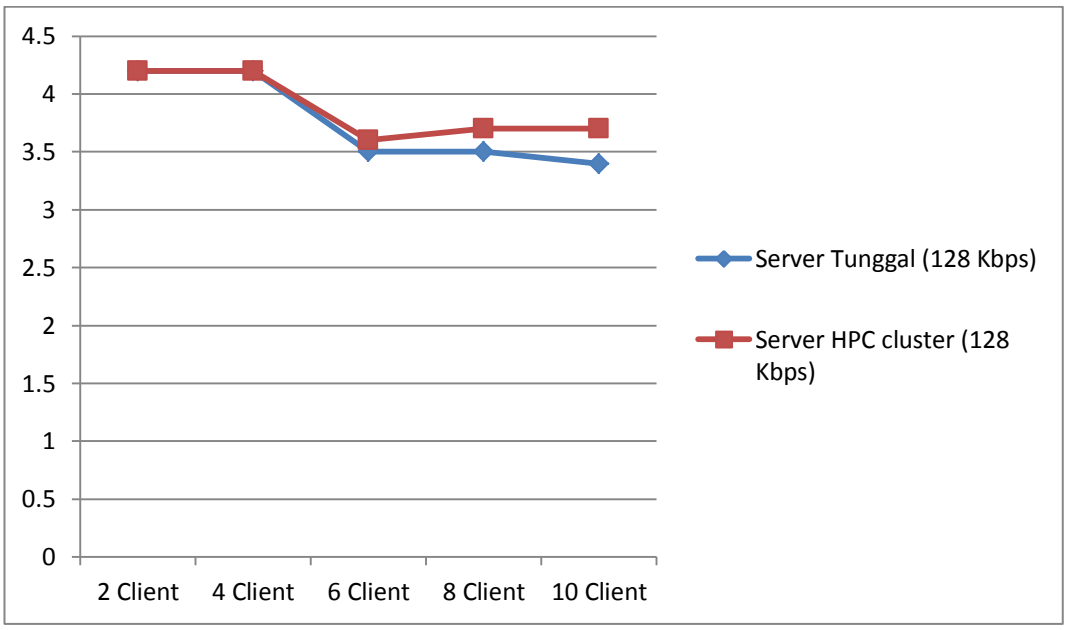


Gambar 4.10 Grafik Perbandingan *MOS Score* Koneksi 256 Kbps

Grafik diatas menunjukkan MOS *Score* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 256 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dengan *score*. Semakin tinggi jumlah MOS *Score* yang dihasilkan semakin baik kualitas suara yang dihasilkan.

Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan MOS *score* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster*, sama dengan *server* VoIP tunggal. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan kualitas suara sangat bagus.

4.4.11 Perbandingan MOS Score pada Bandwith 128 Kbps

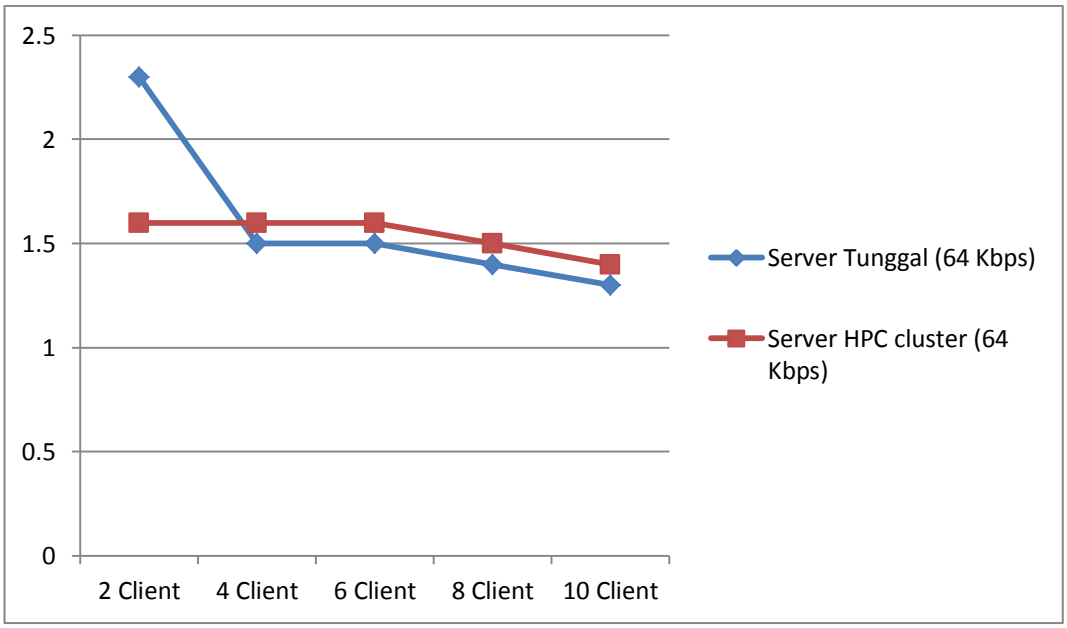


Gambar 4.11 Grafik Perbandingan MOS Score Koneksi 128 Kbps

Grafik diatas menunjukkan MOS *Score* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 128 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dengan *score*. Semakin tinggi jumlah MOS *Score* yang dihasilkan semakin baik kualitas suara yang dihasilkan.

Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan MOS *score* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster*, sama dengan *server* VoIP tunggal. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan kualitas suara sangat bagus.

4.4.12 Perbandingan MOS Score pada Bandwith 64 Kbps



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan MOS *Score* Koneksi 64 Kbps

Grafik diatas menunjukkan MOS *Score* yang terjadi pada *server* VoIP dengan teknologi HPC *cluster* dan *server* VoIP tunggal. *Bandwith* yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu, 64 Kbps. Hasil tersebut dinyatakan dengan *score*. Semakin tinggi jumlah MOS *Score* yang dihasilkan semakin baik kualitas suara yang dihasilkan. Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan MOS *score* yang terjadi pada *server* VoIP berbasis HPC *cluster*, cukup buruk dari *server* VoIP tunggal.